



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Arquitetura

Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos.

Élson Alves Louzada

HABITAÇÃO EFICIENTE E MODERNIZADA: Conceituação domótica para habitação de interesse social.

Belo Horizonte
2023

Élson Alves Louzada

HABITAÇÃO EFICIENTE E MODERNIZADA: Conceituação domótica para habitação de interesse social.

Monografia de especialização apresentada à Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Conforto Ambiental, Eficiência Energética e Tecnologia Construtiva Sustentável.

Orientador: Dr. **Professor Leonardo Geraldo de Oliveira Gomes.**

Área de Concentração: **Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos.**

Belo Horizonte
2023.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
 ESCOLA DE ARQUITETURA - EAUFMG
 Rua Paraíba, 697 – Funcionários
 30130-140 – Belo Horizonte – MG – Brasil.

Telefone: (31) 3409-8823

FAX (31) 3409-8822

ATA DA REUNIÃO DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE MONOGRAFIA DO ALUNO *ELSON ALVES LOUZADA*, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONFORTO AMBIENTAL, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E TECNOLOGIA CONSTRUTIVA SUSTENTÁVEL.

Às 19.00 horas do dia 31 de julho de 2023, reuniu-se em uma sala virtual Google Meets, a Comissão Examinadora composta pelos professores Leonardo G. de Oliveira Gomes (Orientador-Presidente), Simone Barbosa Villa (convidada externa – Universidade Federal de Uberlândia) e Eduardo Cabaleiro Cortizo (convidado interno – Universidade Federal de Minas Gerais), designados pela Comissão Coordenadora do Curso para avaliação da monografia intitulada “**HABITAÇÃO EFICIENTE E MODERNIZADA: Conceituação domótica para habitação de interesse social**” de autoria de **Élson Alves Louzada**, como requisito final para obtenção do Certificado de Especialista em **Conforto Ambiental, Eficiência Energética e Tecnologia Construtiva Sustentável**.

A citada Comissão examinou o trabalho e, por unanimidade, concluiu que a monografia atende às exigências para a obtenção do Certificado de Conclusão do Curso e recomenda que sejam encaminhados 02 (dois) exemplares para a Biblioteca da Escola de Arquitetura após correções finais.

Nota: 91,0. Conceito: A.

Belo Horizonte, 31 de julho de 2023.

Leonardo Oliveira gov.br

Prof. Leonardo G. de Oliveira Gomes Orientador – Presidente da Comissão – UFMG

Documento assinado digitalmente

LEONARDO GERALDO DE OLIVEIRA GOMES
 Data: 01/08/2023 12:48:45-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

gov.br

Documento assinado digitalmente

SIMONE BARBOSA VILLA
 Data: 07/11/2023 11:34:45-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Simone Barbosa Villa – Convidada Externa – UFU

Prof. Eduardo Cabaleiro Cortizo – Convidado Interno – UFMG.

EDUARDO CABAILEIRO Assinado de forma digital por
 CORTIZO: 2924217768 7
 EDUARDO CABAILEIRO
 CORTIZO:29242177687
 Dados: 2023.11.10 14:28:39 -03'00'

AGRADECIMENTOS

Agradeço, inicialmente, a *Shaphatar* (D'us Juízo), por permitir que tenha tido acesso ao conhecimento e ensino de qualidades, motivando-me e fortalecendo-me, sempre.

Ao meu orientador, Professor Dr. Leonardo Geraldo de Oliveira Gomes, por suas preciosas recomendações, condução ao caminho correto e, ao mesmo tempo, recordando-me conceitos tecnológicos de engenharia e informática, sem perder a sensibilidade para com a argumentação psicossocial, pilar da arquitetura.

À Avaliadora, Professora Dr.^a Maria Luíza A. C. de Castro, pela paciência clerical, no processo de fundamentação e normatização de trabalhos acadêmicos, sobretudo nesse momento desafiante do ensino remoto emergencial.

Às Professoras Dra. Simone Barbosa Villa e Msc. Luciana Filgueiras Houri, pelo tema base e que afeta milhões de habitantes, cada qual ansiando por sua moradia própria e digna. Aos demais professores da Escola de Arquitetura da UFMG e UFU, cada qual contribuindo em muito para a exatidão e legalidade deste trabalho.

À Ana Maria Moutinho que, da secretaria da EA-UFMG, sempre nos apoiou com um atendimento franco, cordial e muito além de suas atribuições.

Aos Professores Dr.^a. Ana Carolina Bueno Franco, Dr. Édson Roberto Ferreira Bueno e Dr. Alexandre Arioli, da UNINTER-PR, pelas valorosas contribuições quando da especialização em Gestão da Automação. Após conclusão do curso, pude recorrer por vezes, às suas orientações.

Aos meus familiares, pela abnegação nos finais de semana em casa, por motivo de aulas ou conclusão dos vários trabalhos extraclasses. A todos que contribuíram de algum modo, para a realização deste trabalho, seja na teoria ou na prática.

O meu Muito Obrigado, de coração.

RESUMO

Discutir, como podemos contribuir para o desenvolvimento da sociedade, não só como profissionais, mas também como pessoas, envolve revermos o conceito de habitação. Não se trata apenas de um local onde os moradores satisfazem suas necessidades, trocam informações e anseios, experiências e se sintam mais seguros. Não basta esta solução de moradia oferecer condições mínimas de segurança, durabilidade, tamanho, salubridade e acesso dos moradores às atividades de suporte: comércio, escolarização, transporte e serviços essenciais. Assim, este trabalho tem a pretensão de responder sobre o por que da resistência da indústria da construção civil em trazer para as Habitações de Interesse Social (HIS), tecnologia de automação que as tornem mais eficiente energeticamente, ainda que proporcional à tipologia e à faixa do consumidor. Mostra que o atraso tecnológico da construção civil está arraigado a fatores políticos, econômicos, corporativos, educacionais e culturais. Parte, pois, de uma análise qualitativa, separando as diversas tipologias de HIS, conceituadas pelas corporações, academia e recorte publicitário especializado até aquela mais representativa (dois quartos com ou sem suíte, banheiro, sala e cozinha conjugada ou não com lavanderia). Demonstra, de forma resumida, que esta eficiência energética e sustentabilidade podem ser traduzidas em conforto, segurança e outras benesses a um custo bem razoável, pouco modificando os parâmetros do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV, 2020). Por fim, aponta as ferramentas, dentre tecnologia alcançável e aperfeiçoamento da mão de obra, que podem levar não só a melhores indicadores do PMCMV como a reais soluções.

Palavra chave: Automação residencial. Automação. Segurança computacional.

ABSTRACT

Discussing how we can contribute to the development of society, not only as professionals, but also as people, involves reviewing the concept of housing. It's not just a place where residents meet their needs, exchange information and anxieties, experiences and feel safer. It's not enough for this housing solution to offer minimum conditions of safety, durability, size, health and access for residents to support activities: commerce, schooling, transport and essential services. Thus, this work intends to answer, even if in part, the reason for the resistance of the civil construction industry to bring to Social Interest Housing (SIH), automation technology that makes them more energy efficient, even if proportional to the typology and consumer range. It shows that the technological backwardness of civil construction is rooted in political, economic, corporate, educational and cultural factors. It starts, therefore, from a qualitative analysis, separating the different typologies of SIH, conceptualized by corporations, universities and specialized advertising clipping to the most representative one (two bedrooms with a master, bathroom, living room and kitchen combined or not with laundry). It demonstrates, in summary, that this energy efficiency and sustainability can be translated into comfort, safety and other benefits at a very reasonable cost, little modifying the parameter of the "Minha Casa Minha Vida" Program (PMCMV, 2020). Finally, it points out the tools, among achievable technology and improvements of the workforce, which can lead not only to better indicators of the PMCMV but also to real solutions.

Keyword: Home automation. Automation. Computational security.

Lista de ilustrações

Capítulo 01.

Figura 1.1. Potencial de crescimento do mercado interno de automação residencial.	P.19.
Figura 1.2. Potencialidade de crescimento do mercado nacional para casas domotizadas.	P.20.
Figura 1.3. HIS com tipologia T-3 SIENGE (três quartos, sendo um suíte) para PMCMV.	P.25.
Figura 1.4. HIS com tipologia T-2 SIENGE (dois quartos, sendo um suíte) para PMCMV.	P.26.
Figura 1.5. HIS com tipologia T-2 SIENGE (dois quartos simples) para PMCMV.	P.26.
Figura 1.6. HIS térrea, com tipologia T-2 SIENGE e layout flexível (direita) e mais rígido (esquerda).	P.28.
Figura 1.7. Quadro resumo analítico da metodologia deste trabalho	P.29.
Figura 1.8.. Iconografia usada em Avaliação Pós-Ocupacional iterativa de uma HIS.	P.36.

Capítulo 02.

Figura 2.1. QDC de uma HIS sem disjuntor bifásico geral, mas um DR e dois DPS, com cinco circuitos: iluminação, TUG, TUE de cozinha e condicionador de ar. Reserva de dois circuitos à direita e troca possível do DR por disjuntor geral e um DDR, onerando o morador proprietário.	P.41.
Figura 2.2. Montagem de QDC (04), utilizando disjuntor programável ou timer (02) e wattímetro (03), padrão DIN-IEC (RTQ-Portaria INMETRO nº. 243).	P.42.
Figura 2.3. Disposições principais do CLP Modicon-200, da Schineider.	P.43.
Figura 2.4. Arquitetura de ligação do CLP Modicon TM200CE24R, da Schineider.	P.44.
Figura 2.5. CLP Modicon TM200CE24R, da Schineider Eletric (01). Alimentação de 100-240 V _{CA} ; 14 entradas 24 V _{CC} e 10 saídas em 2,0 amperes. Entrada para rede ethernet por soquete RJ-45, rede RS485 e entrada mini USB (02).	P.44.
Figura 2.6. Processador Arduíno Mega2560, com entradas e saídas, analógicas, digitais e seriais.	P.46.
Figura 2.7. Placa ethernet Han Run HR9111105A ligada ao Arduíno e modem roteador Huawei em rede.	P.47.
Figura 2.8. Módulo de rádio frequência: HC-D5 Bluetooth, ligado ao Arduíno (amarelo e verde) e saídas de 5,0 V e GND (azul e roxo). Alimentação por entrada USB-b, diretamente do computador.	P.48.

Capítulo 03.

Figura 3.1. Iconografia sobre propostas de melhorias de HIS.	P.45.
Figura 3.2. Anamnese de soluções possíveis de Automação Residencial em HISLA.	P.46.

Capítulo 04.

Figura 4.1. Quadro de comando contendo contadores, relés e um processador Arduino Mega2560.	P.55.
--	-------

- Figura 4.2.** Armário ou painel de automação. P.56.
- Figura 4.3.** Conectores RJ-45 crimpados em cabos UTP de pares torcidos 24 AWG. Conectores com e sem acabamento (01). Equipamento para teste de conectividade de cabos após crimpagem (02). P.57.
- Figura 4.4.** Cabo jumper com 2,4 e 6 condutores 0,30 e 0,50 mm², com conectores tipo alojamento. Podem ser adquiridos em bobinas de 100 metros para ligar dispositivos ao quadro de automação. P.59.
- Figura 4.5.** Quadro de medição e inspeção (Cemig, 2021) com ligação em rede. P.59.
- Figura 4.6.** Sugestão de cores para utilização de cabo de rede (01). Servo escravo para conexão com câmeras usando baluns de vídeo e energia e conector RJ-45 (02). P.62.
- Figura 4.7.** Conectores baluns para CFTV, para vídeo e alimentação. P.62.
- Figura 4.8.** Câmeras IP WIFI JORTAN e sua caixa de conexão. P.63.
- Figura 4.9.** Esquemático de ligação elétrica da central de alarme GPRS, por módulo de rede ME-03 com eletrificador de muros P.64.
- Figura 4.10.** Telas de smartphone de apresentação do aplicativo JFL em casa integrada. P.64.
- Figura 4.11.** Mesmo ambiente em diferentes tipos de iluminação. P.65.
- Figura 4.12.** Módulo relé com quatro elementos para domótica com Arduino ou Raspberry PI. P.66.
- Figura 4.13.** Módulo relé para domótica com Arduino usando interruptor three way. P.66.
- Figura 4.14.** Módulo relé por ligação sem fio. P.67.
- Figura 4.15.** Amplificador Frahn RD Wall. P.68.
- Figura 4.16.** Sensores de temperatura e umidade (01) e sensor conectado ao processador (02). P.69.
- Figura 4.17.** Descrição de equipamento automatizador de persiana para janela e porta. P.71.
- Figura 4.18.** Acionamento de persiana “roller shade” motorizada, por controle manual (botoeira) ou por aplicativo de smartphone. P.71.
- Figura 4.19.** Sensor de detecção de respingos (01) e sensor conectado ao processador (02). P.72.
- Figura 4.20.** Disposição de entrega de unidades do PMCMV P.73.
- Figura 4.21.** Sensor de umidade do solo (01) e higrômetro conectado ao processador (02). P.74.
- Figura 4.22.** Válvula solenóide elétrica água/ar, normalmente fechada – 0 a 10 Mpa. P.75.
- Figura 4.23.** Placa de automação de reservatório (01) e idealização gráfica do processo (02). P.75.
- Figura 4.24.** Classificação dos tubos de cobre, segundo a NBR-13.206/2010. P.77.
- Figura 4.25.** Válvulas de medição de consumo por efeito Hall e interrupção. P.79.

- Figura 4.26.** Válvula de interrupção de consumo de GLP/GNL e diagrama mecânico. P.79.
- Figura 4.27.** Sensor MQ-4 e MQ-06 para detecção de vazamento de GLP, GNL e propano. P.80.
- Figura 4.28.** Sensores DFE-521 e DTE-521, para detecção de incêndio. P.80.
- Figura 4.29.** Módulo MPU-9250 mostrando as duas linhas de dados (SDA e SCL). P.81.
- Figura 4.30.** QDC proposto para HISLA automatizada. P.82.
- Figura 4.31.** Bandejas de rack ou armário de automação. P.83.

Lista de tabelas e gráficos.

Capítulo 01.

Tabela 1.1. Parâmetros de classificação de habitações de cunho social	P.24.
Gráfico 01. Árvore de análise qualitativa de HIS.	P.27.
Tabela 1.2. Pontos levantados em APO de unidades prontas.	P.34.
Tabela 1.3. Pontos levantados em APO de unidades prontas (continuação).	P.35.

Capítulo 02.

Tabela 2.1. Características construtivas do Módulo Arduino Mega-2560.	P.47.
--	-------

Capítulo 03.

Tabela 3.1. Estudo de necessidades, demandas e possíveis soluções em HISLA.	P.51.
--	-------

Capítulo 04.

Tabela 4.1. Categoria de sensores utilizados em automação residencial.	P.54.
Tabela 4.2. Correlação entre padrão USA AWG e NBR.	P.58.
Tabela 4.3. Correlação entre fontes de iluminação artificial	P.65.
Tabela 4.4. Correlação dos planos de automação.	P.89.
Tabela 4.5. Rotina de implantação de cerca eletrificada.	P.90.
Tabela 4.6. Checklist documental de automação residencial	P.91.

Lista de anexos.

Capítulo 04.

Anexo 4.1. Ramal de ligação da Concessionária.	P.86.
Anexo 4.2. Distribuição de cargas e Armário ou Rack de automação.	P.86.
Anexo 4.3. Quadro de Distribuição de Cargas (QDC).	P.87.
Anexo 4.4. Montagem de Disjuntores e Controle no Quadro de Distribuição de Cargas (QDC).	P.87.
Anexo 4.5. Projeto eletroeletrônico de automação de uma HISLA.	P.88.

Lista de abreviaturas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CFTV	Circuito Fechado de TV.
CLP	Controlador Lógico Programável
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CRECI	Conselho Regional de Corretores de Imóveis
DIN	Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemão para Normatização)
DDR	Disjuntor Diferencial Residual
DPS	Disjuntor Protetor de Surto
DN	Diâmetro Nominal
DR	Disjuntor Residual
GLP/GNL	Gás Liquefeito de Petróleo/Gás Natural Liquefeito.
IEC	International Electrotechnical Commission (Comissão Internacional de Eletrotécnica)
IP	Índice de proteção (característica de robustez e outros requisitos para equipamentos).
IPEA	Instituto de Pesquisas e Estatística Aplicada
ISO	International Organization for Standardization (Org. Internacional de Normalização)
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados.
MQTT	Message Queue Telemetry Transport (Transp. de Telemetria de Fila de Mensagens).
NBR	Norma Brasileira de Regulamentação
NEMA	National Electrical Manufacturers Association (Ass. Americana de Material Elétrico).
NM	Norma MERCOSUL.
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
QDC	Quadro de Distribuição de Carga
RMS	Root Mean Square (Potência média quadrática por longa faixa de tempo).
RTQ-R	Reg. Téc. da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residências
SIENGE-MG	Sindicato dos Engenheiros de Minas Gerais

Sumário

1. APRESENTAÇÃO	13.
1.1. Introdução	14.
1.2. Justificativa	15.
1.3. Objetivos	23.
1.3.1. Objetivo Geral	23.
1.3.2. Objetivos Específicos	23.
1.4. Metodologia Aplicada	24.
1.4.1. O Estudo de Necessidade	30.
1.4.2. A Avaliação Pós-Ocupacional	32.
2. REVISÃO DA LITERATURA	37.
2.1. Antecedentes da Automação Residencial	37.
2.2. Realidade Atual	38.
2.2.1. Realidade Encontrada nas HISLA	39.
2.2.2. Normalização Necessária da Tecnologia	41.
2.2.2.1. Controlador Lógico Programável.	42.
2.2.2.2. Processador Arduino Mega 2560.	46.
3. ANTEPROJETO DE AUTOMAÇÃO DE UMA HISLA	48.
3.1. Principais Demandas Construtivas em uma HISLA.	48.
3.2. Necessidades de um Morador de HISLA.	49.
3.2.1. Climatização Ambiental.	52.
3.2.2. Controle Lumínico e Fechamento Remoto de Janelas.	52.
3.2.3. Segurança: CFTV e Acesso à Residência. Entretenimento.	52.
3.2.4. Gestão de GLP, Água e Energia Elétrica. Paisagismo.	52.
3.2.5. Segurança Interna e Externa.	53.
4. PROJETO DE AUTOMAÇÃO DE UMA HISLA	53.
4.1. O QDC Redimensionado	55.
4.2. O Cabeamento Estruturado.	56.
4.2.1. A Rede Elétrica em Função da Automação	58.
4.3. Subsistemas de Controle.	60.
4.3.1. Acesso Controlado e Monitoramento via CFTV.	60.
4.3.2. Controle de Iluminação Artificial.	64.
4.3.3. Entretenimento.	67.
4.3.4. Climatização.	68.
4.3.5. Fechamento e Controle Lumínico de Janelas.	70.
4.3.6. Paisagismo e Automação de Reservatórios.	72.
4.3.7. Medição de Consumo, Detecção e Alarme para Água e Gás.	76.
4.4. Prototipagem de HISLA.	81.
4.4.1. O Protótipo Arquitetônico	84.
4.4.2. O Projeto Eletroeletrônico	85.
4.4.3. O Custo Operacional	88.
4.4.4. Checklist de Projeto	89.
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	91.
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	93.
REFERENCIAL TEÓRICO	94.

1. APRESENTAÇÃO

Iniciar um trabalho de conclusão de curso é sempre desafiante e instrutivo, pois representa não só uma verificação de todas as informações que foram colhidas e apreendidas ao longo do curso, mas, sobretudo, uma análise de nossa maturidade profissional. A escolha do tema é sempre crítica. Faz-nos refletir em que poderemos contribuir para o desenvolvimento da sociedade, não só como profissionais, mas como pessoas. E, em se tratando de uma Escola de Arquitetura – cujo renome e formação de opinião, sem dúvida moldam como todos se veem e o que estão dispostas a entregar em prol do aperfeiçoamento deste convívio – este posicionamento de tema é um desafio hercúleo.

Neste pensamento, a empatia, através de sua manifestação: a entrega, embora obrigatória neste processo de maturidade, encontra na reflexão de Green (2013) profundos contra-argumentos. Diz ele:

Muitas vezes **enxergamos a empatia como conseguir-se colocar no lugar do outro. E essa é uma idéia completamente errada** (Grifos do autor) já que é impossível se colocar no lugar do outro. O lugar do outro é só do outro e cada segundo que passamos tentando nos colocar ali é um segundo perdido. Da mesma maneira que seu vermelho é só seu e o meu é só meu, o que é dor para você pode não ser para mim e vice-versa. É individual e cabe a cada um. Algo que não pode ser julgado, medido e, muito menos, comparado. Empatia, de fato, é entender que você é você e o outro é o outro. Sabendo disso, ajude como puder, sem julgamento e sem medição. Apenas, ajude como puder. (QUEBRANDO A CAIXA¹, 2019. Adaptado de JHON GREEN, no livro: Cidades de Papel).

Desta forma, sempre houve um anseio pelo progresso, fruto da observação e/ou de pesquisas científicas, e aplicando o homem a tecnologia também surge preocupação com o uso descontrolado dessas novas benesses. Receios vão acompanhar o homem, desde que o mesmo abandonou a pseudosegurança da caverna que habitava. Foi assim na substituição do navio a velas, pelo motor a vapor, e depois pelo motor a diesel. Com o automóvel as preocupações e a negação de “algo melhor” também ocorreram; para a tecnologia advinda da eletrônica não seria

¹ Página eletrônica do Youtube: Quebrando a Caixa, com o videotexto intitulado: Van Gogh, sentimentos e emoções: um ensaio sobre as cores ft. antidoto. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=FB-ZM1Y8yfw&t=297s> >. Acesso em: 10. Mar. 2021.

diferente. Trinta anos passados se usava um modem por linha telefônica e um algoritmo para compor cartões perfurados para equipamentos de leitura; atualmente, a programação pode ser compartilhada em rede ao redor do mundo e vários usuários podem contribuir para o algoritmo, em diferentes países simultaneamente.

No presente trabalho, calcado no conceito de habitação social, pretende-se demonstrar que a tecnologia de automação residencial pode ser empregada em habitações populares valendo-se da eletrônica contida na plataforma Arduíno e trazer assim melhorias na eficiência energética de residências, no conforto térmico, praticidade na execução de tarefas domésticas e segurança.

Demonstra-se, de igual forma, que a automação como um todo, e especificamente a residencial também segue esse parâmetro; não há somente benefícios e vaidades e não há segurança total em se tratando de sistemas computacionais. O escritor e filósofo britânico Aldous Huxley² nos adverte do perigo das práticas comportamentais cognitivas de Skinner e Pavlov³, quando divorciadas da bioética. Cita, ele em 1930, em: *Admirável Mundo Novo*, que: “Quanto mais complexas as tecnologias, maior a necessidade de criar organizações capazes de mantê-las controladas”.

Portanto, a tecnologia representada pela automação incentiva o progresso em diferentes áreas, tanto pessoais, quanto profissionais e educacionais.

1.1. Introdução

Uma habitação – local de aglomeração humana e onde convivem muitas vezes não de forma amistosa, e procuram satisfazer suas necessidades basilares, trocar informações e anseios, experiências e segurança – é, no melhor dos adjetivos, muito pueril. Ressalta-se que não basta à cidade, e por extensão a habitação, existir; tem de criar no morador um sentimento de pertencimento ou topofilia. Mesquita (2008,

² Aldous Leonard Huxley, escritor inglês, no livro: *Admirável Mundo Novo* (1932) expõe uma sociedade extremamente científica com pessoas pré-concebidas biologicamente e condicionadas psicologicamente para viverem em harmonia e conforme os parâmetros criados. Não há ética religiosa e/ou valores morais.

³ Burrhus Frederic Skinner (1904-1990) e Ivan Pavlov (1849-1936) estudaram a fundo, inclusive em trabalhos práticos, a aplicação de técnicas de condicionamento (Behaviorismo) sobre o comportamento humano e como o mesmo lida com situações impostas pela sociedade.

p.28) alude que caso contrário há uma tendência à rejeição ou não aceitação desse local de moradia, própria ou locada, simples ou compartilhada, a topofobia, o sofrimento físico e/ou psicológico do morador.

Expressa Almeida (1995, p.23) que estes conceitos de habitat ampliados, estão associados ao modo de distribuição de lugares habitados em uma determinada região, com a noção de lugar, inseparável de seu conteúdo humano. Seguindo, ainda, este entendimento, o habitat passa a ser interpretado como o modo de distribuição da população (moradores) no interior de um espaço considerado (habitação) e suas interrelações com o meio circundante (empreendimento).

1.2. Justificativa

Este trabalho visa abrir e propor discussão, dentre as variadas indagações que permeiam a edificação nacional, uma questão básica: A resistência do setor da construção civil em trazer para as edificações avanços da tecnologia que as tornem mais eficiente energeticamente, utilizando eletrônica e informática, mesmo que de forma proporcional à tipologia e à faixa de consumidor. Chamusca (2006, p.03) indica que as tecnologias de automação residencial estão sendo progressivamente implantadas, porém não se pode especificar o seu alcance, devido à variedade de necessidades dos usuários.

Conforto é o que todos os usuários esperam desse sistema. Além disso, o usuário deseja praticidade, pois caso contrário deixará o sistema de lado em poucas semanas. [...] A automação residencial poderá ajudar o seu usuário a desenvolver tarefas do seu cotidiano e evitar preocupações diárias, como o fato de esquecer a janela aberta, sabendo que poderá chover. (CHAMUSCA, 2006, p.03).

Pinheiro e Crivelato (2014, p.39) salienta que o uso de habitações no cenário humano é muito antigo, no entanto, a incorporação de novas tecnologias construtivas encontra resistências; Souza (2005, p.15; 2006. p.14, 15) levanta fatos de que as técnicas basilares envolvidas no projeto, fundações, alvenaria de fechamento, dentre outros, pouco mudaram ao longo do tempo. Algumas tecnologias foram adicionadas: informática nos projetos, armaduras de aço, fiação elétrica de cobre, esgotamento sanitário e condução de água potável por tubos plásticos

substituindo as anteriores tubulações de cerâmica, ferro fundido, amianto e chumbo.

Hoppe (2020) cita que embora alguns países tivessem apresentado um grau alto de inovação nesta indústria, não se deve esquecer que o uso do cimento Portland – principal insumo construtivo – só foi incorporado às edificações a partir de 1824. E, mesmo o sistema *Light Steel Framing* começa a ser usado na segunda metade do século XX, em substituição ao *Wood Framing* (utilizado no Canadá e nos Estados Unidos). Descreve ainda Hoppe (2020) que a indústria da construção civil no Brasil, apresenta: “baixa produtividade, grande desperdício, baixo controle de qualidade, descumprimento de prazos, mão de obra não qualificada e falta de planejamento”. Abiko (1995, p.7) e Souza (2005, p.15) salientam que esta baixa produtividade e planejamento falho repercutem desfavoravelmente na indústria da construção civil.

Assim, um percentual alto de moradias no Brasil não dispõe de saneamento básico⁴, ou fornecimento de energia elétrica regular e há regiões praticamente sem conexão com internet de forma ampla⁵. O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV, 2020) em seu relatório qualitativo sobre unidades habitacionais declina:

A partir de uma amostra com um total de 195 empreendimentos, distribuídos em 110 municípios e em 20 estados da federação, o relatório inferiu que, em quase 50% dos empreendimentos avaliados, houve algum problema ou incompatibilidade nas unidades habitacionais em relação às especificações e quantitativos previstos no Projeto. As incompatibilidades mais frequentes foram relacionadas com falhas ou deficiências de ambientes sujeitos à incidência de água, como trincas, fissuras, infiltrações e vazamentos. (Relatório de Avaliação: PMCMV, 2020, p.48).

O mesmo relatório (PMCMV, 2020, p.13-16) elencou, em uma árvore de problemas, diversas causas dessas incompatibilidades: mão de obra informal, terrenos, falta de capital financeiro próprio e dificuldade de acesso ao crédito, materiais de construção e atraso tecnológico da construção civil.

Conforme previsto na NBR 5674/2012 – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão da manutenção, as edificações, legalmente, devem ser consideradas como bens duráveis com vida útil de grande extensão e as garantias

⁴ Citando o relatório da Agência das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (HABITAT).

⁵ Excetuando-se o fornecimento por televisão via satélite, compostos quase de programação religiosa, educacional e/ou governamental.

oferecidas pelas construtoras devem contemplar a “realização de todas as atividades de uso, operação, conservação e manutenção apresentadas no manual de uso, operação e manutenção”.

Segundo o NCPC (Art. 618) estas mesmas garantias que a incorporadora, construtora ou um prestador de serviços de construção proporcionam aos proprietários de edificações dizem respeito à metodologia construtiva, materiais e componentes, bem como os equipamentos instalados. Estão todos estes relacionados à solidez e segurança do imóvel (rachaduras, infiltrações, vazamentos e outros), dando um prazo de garantia de cinco (05) anos irredutíveis.

Contudo, esta mesma legislação não protege os fabricantes, ao alegarem vício redibitório (NCPC, Art. 441), visto que o prazo para vícios ocultos em construção civil é de um ano, após constatação das patologias construtivas no imóvel ocupado. Soma-se ao fato de que os itens não enquadrados em solidez e segurança não têm prazos de aparecimento de falhas que suscitem o direito à garantia em legislação vigente. De acordo com a norma 15.575.1./2013⁶, as expressões solidez e segurança são usadas na legislação do Direito Cível, mas o termo “solidez” não tem definição em engenharia e o termo “segurança” é definido em relação à segurança estrutural da edificação na normativa citada.

As diversas naturezas geográficas, climáticas, política de construção e modo de ocupação de uma edificação, com seus diversos componentes, sistemas construtivos e equipamentos com distintas funções, torna muito complexa a tarefa do incorporador, construtor ou prestador de serviços de construção de edificações ter fixadas condições e prazos de garantia. Essa dificuldade acaba por determinar uma heterogeneidade de condições e prazos proporcionados aos clientes em todo o território nacional pelas diversas construtoras, não existindo, até o momento, uma uniformização dos prazos mínimos, motivo de os usuários valerem-se do sistema judicial para resolução das querelas surgidas.

Para os usuários finais, sejam moradores ou os proprietários de habitações, a análise destas diferentes condições de garantia não é também tarefa simples, tendo

⁶ NBR-15.575.1. **Edificações Habitacionais**. Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro: ABNT. 2013. 71 p.

em vista as características técnicas envolvidas. Por outro lado, a partir da publicação da NBR 15.575/2013, houve uma definição mais clara do que seriam os requisitos relativos à vida útil de projeto (VUP) e à vida útil (VU). Este último aquele que efetivamente a edificação residencial alcança, levando-se em conta sua metodologia construtiva e seus sistemas e equipamentos instalados.

Deve-se observar que o conceito de Vida Útil de Projeto (VUP) é meramente probabilístico, variando de acordo com o universo amostral utilizado, neste presente caso um ou mais conjuntos habitacionais. Deste modo há uma dependência de fatores: natureza de cada produto, de suas condições de uso e de exposição, os sistemas construtivos com seus elementos, componentes e equipamentos (os quais devem passar por operações de limpeza, conservação e manutenção), de modos a ter uma elevada probabilidade de atingir a vida útil prevista em projeto. Estas últimas tarefas (limpeza, conservação e manutenção) simplesmente não existem, após entrega do imóvel residencial, conforme foi apontado pelas Avaliações Pós Ocupacionais. Por outro lado, alguns componentes, a exemplo do sistema estrutural da habitação devem apresentar a mesma vida útil de projeto (VUP) do sistema do qual fazem parte, uma vez que não são manuteníveis.

Já a Vida Útil (VU) é descrito como um período de tempo em que o sistema construtivo, seus elementos, componentes e equipamentos ou a edificação como um todo, apresenta desempenho de acordo com requisitos e critérios estabelecidos em normas, padrões, especificações de projeto, das construtoras e/ou incorporadoras. É claro, que mais uma vez, há um distanciamento entre o teorizado na norma e aquele atraso tecnológico verificado quando das Avaliações Pós Ocupacionais. Nenhum dos dois critérios: Vida Útil de Projeto e Vida Útil efetiva está diretamente vinculo ao prazo de garantia.

Abiko (1995, p.12) e Abiko e Ornstein (2002), ressaltam o pressuposto de atraso tecnológico da indústria da construção civil, dissecando-o em fatores que impedem que a tecnologia de automação residencial seja mais inclusiva a todos os estratos sociais em um processo construtivo habitacional. Justifica-se a dificuldade não somente na desigualdade socioeconômica ou no custo-benefício. Por um lado junto às habitações de alto valor, os motivos seriam um receio de quebra de privacidade e de segurança no tratamento dos dados digitais, mesmo com o processo de

formação de um marco regulatório legal ético da informática, automação e controle, na (LGPD⁷, 2018).

O estudo: Habitação de Interesse Social no Brasil (BIRD, 2021) e o Projeto MORAHABITAÇÃO (UFU, 2020) apontam, por outro lado, inicialmente, o equivocado recorte publicitário do sistema financeiro quanto às vantagens da aquisição da “casa própria” nas condições mercadológicas atuais. Para as Habitações de Interesse Social (HIS) não se incorpora aos projetos uma disposição de automação residencial, mesmo que os custos dos equipamentos, na atualidade, tenham ficado bem acessíveis e haja compatibilidade entre equipamentos de diversos fabricantes.

A AURESIDE (2020) aglutinou estudos e dados e mediu o mercado nacional da construção civil e as possibilidades de absorção de tecnologias eletromecânicas. Para os setores de: **Conforto e Iluminação, Entretenimento, Controle e Conectividade, Eletrodomésticos Inteligentes, Segurança e Gerenciamento de Energia**, a AURESIDE, em 2015 havia contabilizado em um universo de 60 milhões de habitações uma fração de 0,5% de casas automatizadas no Brasil (Figura 1.1.).

Figura 1.1. Potencial de crescimento interno do mercado de automação residencial



Fonte: AURESIDE - Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial (2021).

O Statista (2020), empresa global com foco em pesquisa de mercado sobre “casas inteligentes”, por sua vez, corroborou este dado (0,2 a 0,4 M. habitações) e

⁷ Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD). Lei 13.709/2018 altera os artigos 7º e 8º do Marco Civil da Internet (Lei 12.965/2014) que trata da obtenção, tratamento e proteção das informações contidas em bancos de dados, garantindo a privacidade, a inviolabilidade e a ética quanto a estas informações.

acrescentou que o mercado nacional apresenta já uma variação de 1,2 a 2,4 milhões de unidades habitacionais conectadas pela tecnologia domótica (Figura 1.2.).

Figura 1.2. Potencialidade de crescimento do mercado nacional para casas domotizadas.



Fonte: Mercado Pronto para Crescer. QUERO AUTOMAÇÃO (2022). Disponível em: < <https://queroautomacao.com.br/os-seis-fatores-para-o-crescimento-da-casa-inteligente/> >. Acesso em: 10. Ago. 2022.

E esses dados não trazem surpresa. (1) O mercado interno gerou um faturamento de US\$1,1 bilhão, em 2020, com dados, segundo o relatório, já contabilizados o desgaste provocado pelo COVID-19; (2) Com uma projeção de taxa de crescimento média composta de 22% a.a., pode-se esperar atingir a cifra de US\$3,1 bilhões, em 2025. (3) O mercado de casas conexas, atualmente no Brasil, ocupa o 11º no ranking mundial, muito atrás de Estados Unidos e China, cujas projeções para o mesmo período (2025) devem superar a casa dos US\$25 bilhões.

A AURESIDE (2020), Statista (2020) e o BIRD (2021) informam que este alavancar da taxa de crescimento (11,36% entre 2014 e 2020) se deu pelo crescimento econômico favorável, mesmo considerando a emergência pandêmica. Este incremento, dentre outros fatores, trouxe para o mercado interno tecnologias acessíveis, compatíveis entre si e com um custo deflacionado.

O estudo: MORAHABITAÇÃO (2020) e o BIRD (2021), bem como o enorme papel das mídias sociais trouxeram ao público alvo das HIS, informações cruciais sobre os principais métodos construtivos e novas tecnologias, sistema de financiamento do crédito imobiliário e o papel político-administrativo por trás de empreendimentos implantados nas franjas urbanas.

Abiko (1995, p.12) descreve que, como em qualquer processo administrativo ou político, a questão habitacional ligada a HIS lida com conflitos diversos, independente de camada social e são definidos como:

[...] interesses locais e nacionais, que pouco tem a ver com questões político-partidárias, e sim com captação e distribuição de recursos - conflitos entre políticos e técnicos, entre quem decide de um lado e quem oferece subsídios para a decisão de outro lado - conflitos de natureza corporativa entre diferentes grupos de profissionais: engenheiros, arquitetos, assistentes sociais. [...] As questões políticas envolvendo a habitação popular dizem respeito à necessidade de se compatibilizar interesses muitas vezes conflitantes, entre os diversos setores que tem atuação na problemática habitacional. Podemos citar alguns deles: setor imobiliário, setor financeiro, setor da construção civil, construtoras, indústria de materiais e componentes de construção civil, Estado e usuário (ABIKO, 1995, p.12).

De acordo com Eloy et al., (2021, v. 1, p.41, 50) esta problemática complexa ocorre porque o crescimento populacional no país pressiona, há vários anos, uma demanda crescente por novas unidades. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Ipea (2021) aponta que o déficit habitacional no Brasil, em 2020, foi de 7,9 milhões de moradias e, até 2030 esta defasagem poderá chegar facilmente aos 30,7 milhões.

Eloy et al., (2021, v. 3, p.34, 35) salienta, complementando com base nestes fatores (crescimento populacional e déficit imobiliário), que o consumidor final adquire uma habitação, acreditando em um preço acessível e facilidades de crediário, mistificados pelo sistema financeiro. Os órgãos de classe (CREA, CAU e CRECI) e o poder público municipal que deveriam fiscalizar a regularidade e o uso social da habitação muitas das vezes falham. Souza (2005, p.33, 34) exaure este tema de desperdício de insumos da construção e ineficiência de mão-de-obra, quando empreendimentos são construídos faltando projetos e memoriais descritivos dos materiais empregados.

Constrói-se hoje, não como um bem durável, mas como bem de consumo e justifica-se a ausência de incremento eletrônico e de informática, pilares da automação, em habitações de cunho social, por problemática além do viés político e/ou econômico. Eloy et al (2021, v. 4, p.62, 63), reforça este paradigma de “bem de consumo”, e o SIENGE (2022) aponta uma garantia contra danos de vinte anos, para uma construção habitacional, em 1916. Atualmente, tal prazo reformulado pelo Artigo 618

do novo Código Civil, garante ao proprietário apenas cinco anos.

Eloy et al (2021, v. 4, p.64-68) esclarece ainda que as patologias que surgem durante o uso e operação das habitações em desacordo com as orientações normativas ou pela ausência ou deficiência de manutenção realizada, após recebimento, pelo proprietário, não são suportadas pelas garantias oferecidas pela incorporadora e/ou construtora. São fatores que não se associam – quer a indústria da construção civil – somente ao desempenho potencial e intrínseco de cada unidade, mas a um conjunto de fatores que podem contribuir para a probabilidade de ocorrência de falhas ou patologias.

De igual forma, a NBR-17.170/2022⁸ condiciona que as premissas adotadas para a definição dos prazos de garantia dos bens duráveis não podem, legalmente, ser confundidas com os aspectos de durabilidade desta habitação, neste caso, de interesse social. De modo didático seria esclarecer que, caso um componente não estrutural, da edificação tivesse um prazo de garantia de um ano, não significaria, obrigatoriamente, que decorrido este prazo, o desempenho deste componente estaria comprometido ou insatisfatório.

Usando ainda a NBR-17.710/2022, observa-se que, pelas características do material empregado, sua função na edificação, o seu processo de produção ou instalação, os efeitos da utilização ao longo do tempo e das condições geográficas de exposição a que está sujeito, há uma probabilidade de ocorrência de falhas. Quer a normativa que esta ocorrência de falha e/ou patologia construtiva não pode ser exclusivamente atribuíveis à responsabilidade da indústria da construção civil. Com base nestas condições, quer ser estabelecido um limite para o prazo de garantia de cada sistema construtivo, componentes ou equipamentos, fazendo-se visão míope quanto a esses mesmos sistemas falidos de construção, falha de fiscalização adequada dos conselhos de classe e do poder público, além de uma propaganda inadequada mantida pela mídia.

Muitos dos empreendimentos ditos de interesse social são construídos nas franjas urbanas, pelo menor custo de aquisição dos terrenos, mas trazendo sérios prejuízos

⁸ NBR-17.170. **Edificações** – Garantias – Prazos recomendados e diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT. 2022. 86p.

para o aparelhamento urbano, seja de saneamento, mobilidade ou de integração com serviços essenciais de escolaridade, segurança pública e saúde.

Chamusca (2006, p.26) expressa que diante deste cenário acinzentado, a domótica ou automação residencial surge como um conceito de valorização da qualidade dos imóveis e do modo de vida. O termo domótica ou *domotique*, vem de *domus* (casa) e *immo*tique (automático), sendo um neologismo francês nos anos 80 (Wikipédia, 2020). Chamusca (2006, p.26) designa a automação como um complexo sistema mecânico, arquitetônico, eletrônico, de telecomunicações e informática que realiza tarefas mecânicas, sob a orientação de uma programação anterior que repercute as necessidades do usuário.

Para o mercado habitacional, constitui-se num campo promissor com duas vertentes. Primeiramente, ao olhar do cliente final (morador-proprietário e/ou locatário) há uma procura por soluções imediatas para suas demandas cotidianas: conforto térmico, lumínico, acessibilidade remota, paisagismo estruturado eletronicamente e segurança, facilitando o lidar com o equipamento doméstico. Completando, para as empresas imobiliárias, sejam construtoras ou locadoras, o serviço de domótica agrega valor à habitação negociada, pois esta adesão de facilidades atende às expectativas do comprador/locatário em potencial.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Demonstrar a eficiência energética habitacional, aplicando tecnologias que compõem um processo de automação residencial e soluções para as demandas cotidianas, a um custo acessível e compatível com a tipologia da construção.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Indicar as principais necessidades cotidianas em uma habitação, quanto à automação e as possíveis ferramentas para solução das demandas;
2. Demonstrar, analiticamente, o projeto de automação e eletrônica, com utilização da plataforma Arduino.

1.4. Metodologia Aplicada

Para se especificar a tecnologia dos controladores e demais equipamentos que serão usados, deve-se, antes de tudo, identificar por amostragem a tipologia da habitação, e, por conseguinte, as necessidades dos moradores envolvidos, tipo de empreendimento, localização geográfica, dentre outros fatores.

Abiko (1995, p.12) esclarece que a classificação das habitações de cunho social é problemática porquanto não há um consenso (Tabela 1.1.) entre as diversas especialidades na construção civil.

Tabela 1.1. Parâmetros de classificações de habitações de cunho social.

PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO DE HABITAÇÕES DE CUNHO SOCIAL	
Referencial	Classificação utilizada
Registro publicitário técnico especializado	Tipologia popular, média e de alto valor, levando-se em conta os métodos construtivos e materiais empregados e localização geográfica.
Conselhos de Classe (CREA, CAU e CRECI)	Área construída e valor agregado ao imóvel.
Programas governamentais (PMCMV, 2020)	Faixas de renda (F-01, F-02 e F-03) classificadas de acordo com Políticas-Públicas nacionais e regionais.
Academia	Critérios técnicos, mantendo a classificação mediana e de alto valor. Disseca o termo genérico “habitação popular” em diversas vertentes: loteamentos de baixa renda, cortiços, favelas, condomínios verticais e horizontais e reurbanização de áreas já ocupadas.

Fonte: O autor (2023).

Assim, habitação popular pode ser conceituada como uma determinada solução de moradia que oferece condições mínimas de segurança, durabilidade, tamanho, salubridade e permite aos moradores acesso a atividades basilares (comércio, escolarização, transporte e serviços de saúde e segurança).

Abiko (1995, p.14, 15) usando ainda critérios técnicos, cita outras nomenclaturas: habitação subnormal, habitação de interesse social, habitação de baixo custo (*low-cost housing*) e habitação para população de baixa renda (*housing for low-income people*). Cada denominação com sua conceituação própria em função dos pontos básicos adotados pelo autor.

A habitação popular não deve ser entendida meramente como um produto e sim como um processo, com uma dimensão física, mas também como resultado de um processo complexo de produção com determinantes políticos, sociais, econômicos, jurídicos, ecológicos, tecnológicos. Este entendimento é fundamental se quisermos perseguir a solução do problema habitacional com todas as suas dificuldades e condições de contorno. (ABIKO, 1995, p.15).

Para o levantamento amostral, consideraremos, agora, o extrato que mais representa percentualmente (63%) as HIS, segundo o PMCMV (2020) em dois tipos. Em primeiro plano há unidades de 54,00 m², em média⁹, e compostas de três quartos (uma suíte), sala, cozinha integrada (ou não) com lavanderia e um banheiro comum (Figura 1.3.), ou tipologia T3 do SIENGE (2022).

Figura 1.3. HIS com tipologia T-3 SIENGE (três quartos, sendo um suíte) para PMCMV.



Fonte: 35 Modelos de Planta Baixa Para Minha Casa Minha Vida. Disponível em: < <https://www.tudoconstrucao.com/35-modelos-de-planta-baixa-para-minha-casa-minha-vida/> >. Acesso em: 25 abr. 2022.

A maior fatia desse extrato de habitações de objetivação social, no entanto, está composta por unidades residenciais com área privativa de 43,00 a 50,00 m² e definidas como: dois quartos simples, ou um quarto simples e um dormitório conjugado a banheiro (suíte), sala, banheiro social e cozinha integrada ou não com

⁹ Há algumas variações desta área privativa, com metragem compreendida entre 53,00 m² e 57,00 m², em função da localização geográfica e características mercadológicas do empreendimento habitacional, políticas municipais e público-alvo de moradia, dentre outros fatores apontados por Abiko (1995) e Abiko e Ornstein (2002).

lavanderia, podendo apresentar ou não sacada. Áreas de lazer são compreendidas como áreas comuns a todos os moradores (Figuras 1.4. e 1.5.).

Figura 1.4. HIS com tipologia T-2 SIENGE (dois quartos, sendo um suíte) para PMCMV.



Fonte: 35 Modelos de Planta Baixa Para Minha Casa Minha Vida. Disponível em: < <https://www.tudoconstrucao.com/35-modelos-de-planta-baixa-para-minha-casa-minha-vida/> > .
 Acesso em: 25 abr. 2022.

Figura 1.5. HIS com tipologia T-2 SIENGE (dois quartos simples) para PMCMV.



Fonte: 35 Modelos de Planta Baixa Para Minha Casa Minha Vida. Disponível em: < <https://www.tudoconstrucao.com/35-modelos-de-planta-baixa-para-minha-casa-minha-vida/> > .
 Acesso em: 25 abr. 2022.

Para edificações verticais, não contabiliza 19,80 m², referente à vaga de garagem e, em conjuntos habitacionais horizontais a área máxima finalizada seria de 57,00 m², sendo as unidades entregues sem abrigo de automóvel edificado. Há apenas locação do mesmo, a ser construído pelo proprietário, que arca com gastos futuros.

Ainda consoante o SIENGE (2022), em outra vertente de classificação de habitações, estão as residências, com área mínima de 250,00 m², de alto valor agregado, que não é o escopo deste trabalho, mas citado apenas por critério de classificação amostral.

Assim, a metodologia de pesquisa usada neste trabalho foi uma tabulação de dados do Relatório PMCMV (2020) e referendado por Eloy et al (2021) em uma árvore de análise qualitativa conforme abaixo.

Gráfico 01 – Árvore de análise qualitativa de HIS.

1. Habitação
 - 1.1. Habitação de alto valor (Acima de 250,00 m²) – Apenas citado para classificação.
 - 1.2. Habitação de Interesse Social.
 - 1.2.1. Reurbanização de áreas de risco.
 - 1.2.2. Habitação de baixo custo.
 - 1.2.3. Habitação para pessoas de baixa renda.
 - 1.2.4. Habitação subnormal.
 - 1.2.5. Habitação de Interesse Social propriamente dita. (63%).
 - 1.2.5.1. HIS em empreendimento vertical
 - 1.2.5.2. HIS em empreendimento horizontal.
 - 1.2.5.2.1. HIS horizontal em condomínio fechado
 - 1.2.5.2.2. HIS horizontal em loteamento aberto (HISHLA).
 - 1.2.5.2.2.1. HISHLA com três quartos (um suíte).
 - 1.2.5.2.2.2. HISHLA com dois quartos (uma suíte).**
 - 1.2.5.2.2.3. HISHLA com dois quartos.**

Fonte: O autor (2023).

Foram abordadas HISLA, com área de 40,00 a 45,00 m², não considerando a área disponibilizada para o abrigo de automóvel. Contudo, as observações colhidas em uma habitação popular térrea em loteamento aberto são diversas daquela inserida em um empreendimento vertical multifamiliar. Recentemente, até, vem surgindo um terceiro modelo de empreendimento: baseado em disposições municipais e por força do recorte publicitário imobiliário, são construídos condomínios fechados de HISLA, com casas geminadas em lotes de 125,00 m² e testada curta de 5,00 metros, obtidos por desdobro¹⁰ da fração mínima de terreno urbano de 250,00 m².

¹⁰ Juridicamente, é o parcelamento de lotes regulamentares de 250,00 m² para construção de duas ou mais moradias. Devem, obrigatoriamente, ter a frente ou testada virada para uma via oficial de circulação já existente. Para se configurar o desdobro, não pode ocorrer prolongamento das vias já existentes ou abertura de novas vias.

São edificações com outra problemática e necessidades¹¹.

Procurou-se verificar as demandas de uma habitação de interesse social dito padrão, ou seja, inserida em loteamento horizontal, aberto, com área construída média de 42,00 m², entregue (PMCMV 2020), com lote nú, sem paisagismo, sem muros laterais, frontais e de fundos, não geminada e passível de ampliação futura por parte dos moradores (Figura 1.6.).

Figura 1.6. HIS térrea, com tipologia T-2 SIENGE e layout flexível (esquerda) e mais rígido (direita).



Fonte: 35 Modelos de Planta Baixa Para Minha Casa Minha Vida. Disponível em:
 < <https://www.tudoconstrucao.com/35-modelos-de-planta-baixa-para-minha-casa-minha-vida/> >.
 Acesso em: 25 abr. 2022.

O Relatório PMCMV (2020) informa que esta tipologia horizontal com dois quartos representa a maior percentagem das HIS, na atualidade, embora, segundo o SIENGE (2022) empreendimentos verticais de mesma composição de cômodos vêm crescendo em proporção numérica. Atende, segundo a publicidade, os anseios de quatro moradores, compostos de casal e dois filhos (teoricamente), mas possibilita a formação de subnúcleos familiares, sem utilização da sala como quarto improvisado ou provisório no horário noturno.

¹¹ Os condomínios “Terra Nova I, II e III”, em Uberlândia/MG, embora inseridos no PMCMV, são condomínios fechados, com portaria 24 horas e rondas de vigilância, possuindo área de lazer interna. Dentre outras restrições construtivas, não podem ter muros frontais; os muros laterais e de fundos têm altura máxima de 2,00 m, e apenas uma vaga para automóvel é disponibilizada. Atentam contra a privacidade por serem de paredes de placas de concreto, sem isolamento acústico e dão uma falsa sensação de segurança e lazer. O “Village Damha”, em S. José do Rio Preto/SP e o Smart City Natal, em Natal/RN são outros exemplos.

Figura 1.7. Quadro resumo analítico da metodologia deste trabalho.



Fonte: O autor (2023).

Selecionada a Amostra Conceitual dentre as tipologias habitacionais, a fase seguinte (Figura 1.7.) foi verificar que, qualquer que seja a pretensão de se trazer para uma HIS, novas tecnologias de construção civil deve-se levar em conta onde o empreendimento, geograficamente, está inserido e a tipologia do mesmo: horizontal ou vertical. Estas observações devem ser calcadas em um modelo de inclusão

social, bem diferente daquele observado na realidade nacional. Modelo que nos possibilita – mesmo que de forma virtual – posicionar diante das necessidades principais daqueles beneficiados pelo programa.

Esta análise prévia, visando detectar todos aqueles itens essenciais à qualidade de vida dos futuros moradores e à população lindeira impactada¹², ao comércio local, rede de transportes e serviços essenciais é o Estudo de Necessidade. Em uma fase posterior ao empreendimento, os hábitos, anseios, necessidades não atendidas e até mesmo demandas que não foram cumpridas (mas articuladas na propaganda de venda) são detectados em um estudo de campo ou online, denominado: Avaliação Pós-Ocupacional (APO).

1.4.1. O Estudo de Necessidade

No projeto de edificações é cabal perceber todas as atividades exercidas naquele espaço físico e, em face disto, é importante colher informações parametrizadas para produzir um programa ou estudo de necessidade. Em se tratando de Habitação de Interesse Social, esta fase antecedente do projeto é o divisor entre a satisfação física e emocional e aquele sentimento de não acolhimento arquitetônico.

Este estudo ou *briefing* é conceituado como um apanhado de informações de todas as demandas e necessidades sociais e funcionais de um público selecionado para um determinado espaço habitável.

Eloy et al., (2021, v.1, p.147) explica que o estudo serve de sustentáculo para um projeto socialmente engajado e inclusivo e se reveste de uma das etapas que mais requer coleta de informações, observação e empatia. É, pois, o momento de entendimento e conscientização das expectativas do público-alvo morador-comprador, e que, realmente, vai usar aquele espaço físico. Este estudo requer entrevistas com o público alvo, questionários online, APO de unidades já ocupadas, referências culturais, geográficas e sociais, consulta à literatura especializada,

¹² Este último identificado como Relatório de Impacto de Vizinhança (Art. 36 a 38 da Lei 10.257/2001), mede os impactos, positivos e negativos, advindos da instalação do empreendimento dentro e fora de sua área de atuação, quanto ao equipamento urbano e a vivência da população limítrofe.

legislações do direito civil e urbanístico e controle psicométrico ambiental.

Em se tratando de HIS, o estudo de necessidades não tem parâmetros definidos apenas por área útil (CAU, CREA e CRECI), ou tipologias em função da renda financeira (PMCMV, 2020) ou mesmo naquelas várias definições da HIS apontadas por Abiko (1995, p.14, 15). O estudo de necessidade está muito além da divisão de zonas arquitetônicas de uma habitação: serviço, social e íntimo. Envolve: dimensões e formatação das áreas, variáveis sociais, culturais, historiográficas, econômicas e quaisquer observações importantes para a tomada de decisão.

Esta dicotomia, entre os aspectos socioculturais fluídos, presentes na arquitetura e os aspectos técnicos do dimensionamento dos materiais e execução das estruturas, encontra suas raízes justamente na não aceitação deste estudo de necessidade.

Bernard Tschumi (2013), em um artigo intitulado “O Prazer na Arquitetura”, discute a relatividade dada ao valor moral implicado na justificativa funcional da arquitetura em dois conceitos: Utilidade e Necessidade. Em entrevista concedida a *Paul Finch*, no programa *The Architectural Review*¹³, Tuschumi (2014) volta ao tema crítico do programa arquitetônico, notadamente no valor moral da utilidade e da necessidade de justificação da obra de arquitetura.

É apenas com muita relutância que se admite associar a inutilidade à arquitetura. Mesmo em uma época em que o prazer encontra certo apoio teórico (o “deleite” ao lado da “comodidade” e da “solidez”), a utilidade oferecia sempre uma justificação prática. (TSCHUMI, 2014).

E, com base nestes dois conceitos: utilidade e necessidade, observando o ambiente, críticas são colhidas sobre o modo de projeto, implantação, venda e ocupação das HIS e como as pessoas se sentem em relação ao local onde moram e trabalham. Massola (2016) descreve que neste aspecto, a Psicologia Ambiental avalia o ambiente: natural ou construído, que cria características pessoais e identidades próprias, como o afeto, identificando-se positivamente em gostar: a topofilia, ou negativamente: a topofobia.

¹³ Entrevista presente no canal Youtube. "Bernard Tschumi fala sobre sua educação, sua obra e seus textos" [Bernard Tschumi On His Education, Work and Writings] 29/09/2014. Archdaily Brasil. Disponível em: < <https://www.archdaily.com.br/br/627792/bernard-tschumi-fala-sobre-sua-educacao-sua-obra-e-seus-textos>. >. Acesso em: 23 jan. 2022.

Há, portanto, uma necessidade de se projetar lugares, físicos ou afetivos, para melhorar a conectividade das pessoas com o local onde estão inseridas, diminuindo o sofrimento pessoal e social. Massola¹⁴ (2020) aponta que negligenciar estas necessidades leva a um “não enraizamento” das pessoas e a convivência em um local desarmonioso gera a topofobia que produz patologias físicas e psicológicas, como a delinquência e a violência.

Contudo, na implantação de HIS, verifica-se nitidamente, a sobreposição dos interesses políticos e econômicos ao estudo de necessidade dos moradores.

[...] é preciso reconhecer, em relação à composição e tamanho das unidades habitacionais e às características urbanísticas dos empreendimentos, acabam se tornando o referencial máximo para as construtoras, que naturalmente possuem uma lógica operacional de redução de custos. (Relatório PMCMV, 2020, p.48).

1.4.2. A Avaliação Pós-Ocupacional

Ono et al (2018, p.24) esclarece que devido a este divórcio entre as disposições textuais e de projetos, memoriais e gráficas do PMCMV (2020) e aquelas colocadas em prática no canteiro, durante as obras, surge um processo de demanda ou necessidades dos moradores de uma habitação social.

Logo após a assinatura do contrato e com duração de doze meses, inicia-se a fase denominada pós-ocupação, que objetiva o desenvolvimento de atividades para a integração territorial, a inclusão social e o desenvolvimento econômico das famílias, em articulação com as demais políticas públicas setoriais. (PMCMV, 2020, p.46).

Uma das ferramentas utilizadas em Avaliação Pós Ocupacional para mensuração energética de uma habitação, o Regulamento Técnico da Qualidade – Residencial (RTQ-R, 2009, p. 7), tem uma “classificação completa do nível de eficiência energética do edifício através da envoltória, do sistema de iluminação e do sistema de condicionamento de ar.” Contudo, sofreu modificações quanto ao método de cálculo ponderado, quando então o PBE Edifica deixar de existir, dando lugar às Instruções Normativas INMETRO para Classificação de Eficiência Energética de

¹⁴ MASSOLA, Gustavo. Psicologia Ambiental. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=8PKpb4I-YYw> >. Acesso em: 22 mar. 2023.

Edificações (INI, 2023).

Segundo ainda a Unidade de Sustentabilidade do Centro de Tecnologia de Edificações (CTE, 2023), outra alteração no sistema PBE Edifica diz respeito à forma de cálculo do desempenho do projeto de habitações, o qual atualmente é feito pelo equivalente numérico. Com a revisão do programa, o dimensionamento passa a ser feito utilizando-se uma base na energia primária do empreendimento, resultando em um percentual de economia em relação a uma edificação de referência (Ed. referência), em kWh/ano.

Por fim, o cálculo de eficiência energética passa a aceitar três métodos para avaliação em relação à sustentabilidade: o método Prescritivo (aplicado apenas para INI-R), bem como os métodos: Simplificado e por Simulação. O INI-R Prescritivo permite alcançar habitações com etiqueta nível C, sendo aplicado em habitações com geometria mais ortodoxa, não cabendo àquelas com geometria mais complexas. Observa-se ainda (CTE, 2023) que para edificações habitacionais, a análise prescritiva de envoltória deve alinhar-se a NBR-15.575/2013.

Embora criticado por não atender a todos os modelos de arquitetura habitacional (unidades com área construída acima de 250, 00 m², pé direito duplo, fachadas complexas), o método prescrito e a avaliação simplificada está baseado em redes neurais artificiais (metamodelos). Por meio de uma plataforma computacional, os valores obtidos por sensoriamento são inseridos, tendo como resposta o consumo de energia primária do modelo analisado, confrontando-o com o referencial.

Desta forma poderá ser verificado se a edificação individual é (e quanto é) ou não eficiente energeticamente. Para unidades habitacionais, em que uma unidade interfere nas demais, deve-se recorrer à simulação computacional, sendo um método mais preciso porque contabiliza as interferências.

Construído o empreendimento habitacional esta fase de avaliação pós-ocupacional visa à coleta e processamento dos dados e informações prestadas pelos moradores, proprietários e população vizinha impactada, bem como detecção dos pontos positivos e negativos, conforme abaixo:

Tabela 1.2. Pontos levantados em APO de unidades prontas.

PONTOS LEVANTADOS EM APO DE UNIDADES PRONTAS		
Sala	Pontos Colhidos.	<p>Maior cômodo da casa ocupando o maior número de atividades; Desempenha funções referentes às áreas íntimas e de serviços, como comer, cuidar das roupas, dormir e trabalhar; Funciona como cômodo distribuidor da casa, recebendo fluxo de circulação da área externa, da cozinha e dos quartos; Mobiliário mínimo não se adequa ao espaço, comprometendo sua funcionalidade e a circulação das pessoas;</p>
	Soluções Possíveis.	<p>Seu caráter social deve ser reforçado, dando à sala seu devido valor como ambiente propício ao desenvolvimento das relações familiares, tendo papel significativo na formação do cidadão; Deveria haver previsão de modificações estruturais para facilitar reformas e ampliações; Um melhor posicionamento da sala com relação aos demais cômodos e também às áreas externas da casa favorece o desenvolvimento de atividades coletivas, e atenua problemas de circulação neste ambiente. A televisão deixou de ser o foco coesivo dos moradores.</p>
Cozinha	Pontos Colhidos.	<p>Menor cômodo da casa, no qual apenas se cozinha. Atualmente com lavanderia anexa, traz a função de higienização das roupas e calçados dos moradores. Com esta mesma ligação com a lavanderia, surge o problema de uso conjunto, entre secar roupa e o uso do fogão, quase sempre sem exaustores ou coifas.</p>
	Soluções Possíveis.	<p>Dimensões desfavoráveis dificultam a atividade de cozinhar, vez que a circulação é prejudicada, mesmo com um mínimo de mobiliário; Sem espaço para colocação de uma mesa de jantar, indispensável para as pessoas fazerem suas refeições majoritariamente em casa, visando diminuir as despesas (baixo custo alimentar x lazer e socialização); São realizadas ampliações, para maior espaço e melhor ventilação neste cômodo, para se evitar os odores ocasionados pelo preparo das refeições. O uso de coifas e exaustores mitiga, mas não resolve a demanda; A integração da cozinha com sala e o uso de elementos flexíveis, como mesas e cadeiras dobráveis, consiste em uma alternativa viável para as demandas funcionais.</p>
Quarto	Pontos Colhidos.	<p>Comporta funções correspondentes às áreas sociais e de serviços (receber amigos e passar roupas e atividades recorrentes nesses cômodos). Suas dimensões reduzidas restringem as possibilidades de organização do mobiliário e prejudicam a funcionalidade desse ambiente. O mobiliário mínimo ocupa quase toda a área do cômodo, dificultando a circulação de pessoas, limpeza habitual e levando a situações indesejáveis como camas junto às paredes e abaixo de janelas. Em relação à sala são cômodos pouco utilizados durante o dia.</p>
	Soluções Possíveis.	<p>A utilização de mobiliário flexível, como mesas dobráveis, camas escamoteáveis, portas de correr, entre outros, poderia melhorar o uso da pouca área útil desses ambientes; A possibilidade de integração dos quartos ao restante da casa é uma alternativa para lidar com o pouco espaço acusado nos demais cômodos durante o dia; Outro fator que se observa, principalmente em subnúcleos familiares formados é a utilização da sala (sofás) como quartos improvisados, restringindo a privacidade e criando um desconforto social e íntimo.</p>

Fonte: APO de uma Habitação de Interesse Social, com 53, 32 m², no Bairro Jardim Holanda, região Norte de Uberlândia/MG (VILLA *et al.*, 2012, p. 23). Adaptado pelo autor (2023).

Tabela 1.3. Pontos levantados em APO de unidades prontas (continuação).

PONTOS LEVANTADOS EM APO DE UNIDADES PRONTAS		
Banheiro	Pontos Colhidos.	A carência de espaço nesse cômodo prejudica seu usufruto pleno. Higienização quase sempre relegada devido ao uso constante dos aparelhos hidros sanitários. Deficiência do sistema de ventilação hidráulica causa odores desagradáveis e repulsa ao ambiente pelos moradores e visitantes. Baixa qualidade dos materiais empregados em seu revestimento e composição, que se deterioram rapidamente e louças que prejudicam a assepsia e gera mal-estar visual; Ausência ou inadequação no tratamento e impermeabilização das lajes e revestimentos, ventilação precária que tem com consequente aparecimento de mofo e bolores.
	Soluções Possíveis.	Quase sempre reformados, com materiais e equipamentos completamente substituídos. Deve-se dar atenção a esse cômodo, uma vez que suas reduzidas dimensões e a baixa qualidade dos materiais empregados prejudicam a qualidade de vida de seus usuários, vez que, para muitos deles, o banho é o único momento de relaxamento do dia.
Área de Serviço	Pontos Colhidos.	É a parte mais deficitária da habitação, consistindo em apenas um tanque de lavar roupas, na parede oposta à cozinha (Quando externa). Gera insatisfação em face, principalmente, à dificuldade encontrada para cuidar das roupas (lavar, estender, passar e organizar) e estocar materiais de limpeza, uma vez que não dispõe de espaço para tais fins.
	Soluções Possíveis.	A incapacidade de comportar funções básicas torna necessária sua transferência para outros cômodos da casa; Reformas e ampliações implicam, muitas vezes, em procedimentos malsucedidos e inadequados, prejudicando a funcionalidade da casa e, em alguns casos, a convivência entre vizinhos; Um melhor posicionamento desse espaço com relação ao lote facilitaria a realização de ampliações e a realização de atividades a ele relacionadas, como estender as roupas, que demanda um maior espaço para se desenvolver;
Área Externa	Pontos Colhidos.	São as frações do terreno urbano obtidas após a locação da Unidade habitacional, e relativas aos recuos laterais, frontais e de fundo. Foram localizados terrenos com área mínima de 250,00 m ² e aqueles construídos sob o artifício do desdobro, com apenas 125,00 m ² .
	Soluções Possíveis.	Os terrenos são entregues nú, sem nenhum tipo de paisagismo e mesmo espécies arbóreas encontradas na área do empreendimento são suprimidas; Poucos são os loteamentos que entregam muros prontos, ficando a cargo do comprador esta edificação, o que, pela falta de recursos, é postergado, privando a segurança e privacidade familiar; Normalmente a parte posterior acaba sendo usada como “depósito” de objetos e móveis inservíveis, acarretando depressão visual e moradia para vetores de doenças.

Fonte: APO de uma Habitação de Interesse Social, com 53, 32 m², no Bairro Jardim Holanda, região Norte de Uberlândia/MG (VILLA *et al.*, 2012, p. 23). Adaptado pelo autor (2023).

E, a identificação desses anseios e mensuração do grau de satisfação (ou insatisfação) dos moradores para com o empreendimento já concluso e ocupado, pode ser feito, hoje, também, por meio eletrônico. Neste estudo foi utilizado o aplicativo computacional (“Como você mora?”). Trata-se de uma ferramenta interativa de Avaliação Pós-Ocupacional, criada pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Designer em parceria com a Faculdade de Computação, ambas da

Universidade Federal de Uberlândia. Usa o método de testes *Think Aloud* ou “verbalização de Procedimentos”, com dados armazenados em banco de gestão, o Sistema APO Digital, através da definição de estudo de casos (Figura 1.8.).

O trabalho centrado na inovação tecnológica substitui os questionários tradicionais em papel e busca o aprimoramento [...] dos dados através do uso de interfaces gráficas projetadas para dispositivos móveis que incorporam mecânicas de jogos digitais. [...] A proposta é que cada APO seja respondida por um conjunto de usuários moradores utilizando dispositivos móveis, e as respostas sejam enviadas para a base de dados principal, que viabiliza a geração de relatórios e gráficos analíticos e visuais. Os resultados obtidos através do banco de dados visam verificar os pontos positivos e negativos dos empreendimentos, para que seja possível uma análise crítica da qualidade das habitações. (VILLA *et al*, 2020, p.34).

Figura 1.8. Iconografia usada em Avaliação Pós-Ocupacional interativa de uma HIS.



Fonte: Avaliação Pós-Ocupacional de Habitação de Interesse Social e Aplicativo “Como você mora?”: Estudo de caso na cidade de Uberlândia – (VILLA; BRUNO e SANTOS, 2020).

Disponível a qualquer usuário, alimenta uma base de dados para corrigir demandas futuras em empreendimentos habitacionais, além de verificar quais as necessidades dos moradores de projetos posteriores. Apresenta o adicional de estar resguardada pela LGPD, pois não coleta dados de identificação do público-alvo da APO.

Estes dados tabulares podem ser usados para correção destas mesmas demandas ou servir, como realimentação para evitar estas mesmas necessidades não supridas em empreendimentos futuros.

Neste estudo, procurou-se localizar as demandas dos moradores e necessidades mais importantes, baseando-se em HIS já existentes, desdobradas em uma análise qualitativa tabelada.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Antecedentes da Automação Residencial

Distefano, Stubberud e Willians (2014, p.7) expressam que a automação residencial ou domótica surgiu como um conceito de desobrigar o homem de tarefas rotineiras e/ou perigosas, as quais seriam feitas por um autômato ou servo controle, parte de uma máquina. Tal fato é verificado em uma lavadora de roupas com sistema de malha fechada e medição contínua, que se desliga ao fim do ciclo de trabalho.

Muratori e Dal Bo (2014, p.19) declinam que o projeto e execução de automação residencial a nível nacional vêm mostrando características muito próximas daquelas vistas no mercado internacional, tradicionalmente com tecnologias construtivas mais avançadas. Ainda observam, por outro lado, que a integração de sistemas residenciais é um nicho laboral novo e surgiu porquanto não existem no mercado soluções prontas do tipo *plug-and-play*¹⁵ e muitos dos profissionais trabalham em apenas um foco compartimentado de algum produto ou serviço da automação.

¹⁵ Alguns aparelhos com função *plug-and-play* trazem do fabricante, um algoritmo de leitura que pode ser modificado via WEB, acessando a página do desenvolvedor para maiores aplicações. Um exemplo seria o modem roteador HG8245Q2, da Huawei, que usa entrada por fibra ótica e que pode gerenciar aparelhos na arquitetura mestre escravo.

Segundo Franco (2018, p.6) em 1969 surgiu o CLP ou Controlador Lógico Programado, encomendado à *Schneider*, pela montadora *General Motors*, quando então um dispositivo do tamanho de uma caixa de sapatos substituiu um grande quadro de relês que ocupava toda uma sala. Esclareceu ainda ela, que em vinte anos, o controle distribuído, as redes de automação proprietárias e a teoria do controle adaptativo, levaram às redes de Petri, lógica nebulosa, rede neural e à inteligência artificial. Um patamar totalmente novo, em uma velocidade nunca vista.

O aumento da conectividade traz diversos benefícios: é possível interagir com as pessoas de qualquer lugar do mundo, a qualquer hora, sem precisar sair de casa. Os smartphones vêm se tornando essenciais e facilitam diversas ações do dia a dia [...]. Com os benefícios, vêm os riscos: a troca de dados e a vulnerabilidade dos sistemas são pré-requisitos para que grupos ou pessoas mal-intencionadas disseminem *malwares*. [...] Por este motivo, é preciso prever uma estratégia de segurança para todo o sistema de automação [...]. Franco (2018, p.45).

2.2. Realidade Atual

Com o uso de tecnologia *Smart Home* surge o projeto de automação residencial que, do mesmo modo que os circuitos de telefonia, informática e alarme, têm uma disposição de trajeto em função dos aparelhos, contudo não estão independentes do projeto elétrico de baixa tensão definido na NBR-5410 (2008). Prudente (2011, p.67) e a NBR-5410 apontam que este projeto domótico se conecta ao elétrico apenas na alimentação, do mesmo modo que o projeto de prevenção de incêndios e os elementos de controle e seccionamento estão apartados do quadro geral. Chamusca (2006, p.30), Muratori e Dal Bo (2014, p.36) e Hoppe (2020) estipulam que a compatibilização dos projetos é essencial e, nesta linha de raciocínio surgiria um projeto eletroeletrônico, inclusive com linguagens de programação definidas na NBR-NM-IEC 61.131-3 (2004).

Esta compatibilização de projeto, defendida neste trabalho, encontra uma resistência junto aos órgãos municipais, devido à qualificação básica dos engenheiros eletricitas que fazem a fiscalização municipal, fato apontado pela Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial – Aureside (2020). Soma-se ainda, o fato de que há uma grande carência de integradores para execução dos projetos compatibilizados. O mercado, na maior porção, possui instaladores de sistemas

isolados (portões, climatização, sonorização, etc.), contudo, o gargalo está na consolidação de tudo em um só sistema, automatizado e programável.

A Aureside afirma, em uma publicação (TÉCHNE, 2020, p.126, grifos nossos), que as construtoras fazem automação residencial **“de forma ainda acanhada, pois sentem receio em relação ao custo-benefício”** (grifos do autor). Descreve ainda na mesma matéria (TÉCHNE, 2020, p.129), que os empreendimentos, por questão de logística de vendas, preferem atender às áreas comuns, nos quesitos de climatização, economia de energia e irrigação de jardins, segurança e automação de portões e elevadores. As unidades são deixadas a cargo dos proprietários, que irão personalizar estes espaços. Por vezes, a solução apresentada pela construtora é a unidade “pronta para receber automação”, no que se traduz apenas pela passagem de eletrodutos vazios até os respectivos pontos de utilização. E, na maior parte nem mesmo esta disposição de eletrodutos está correta quanto ao posicionamento das caixas de passagem que são ponto final dos eletrodutos, motivo da insatisfação dos clientes, quanto à instalação de eletrodomésticos, finaliza a reportagem.

2.2.1. Realidade Encontrada nas HISLA.

A unidade habitacional T-2, sem suíte, teria 40,00 / 42,00 m² de área construída, disposta em dois dormitórios, banho social, cozinha integrada com lavanderia e sala de estar. Normalmente, este tipo de habitação (PMCMV, 2020), é entregue acabado ao morador. Algumas vezes, a construtora negocia com o cliente aditivo de custo em relação aos materiais de acabamento (pintura, revestimentos de áreas molhadas, acabamento de painéis elétricos, louças e metais, dentre outros); noutras vezes, fica o proprietário responsável pela substituição do acabamento original por outro personalizado. Dutos de transporte (eletrodutos, água potável fria, água quente e esgotamento sanitário) não são passíveis de alteração de material e/ou trajeto¹⁶.

Como a maior parte das unidades são entregues com acabamento finalizado e disposição dos elementos de transporte, tornou-se padronizado (TÉCHNE, 2020,

¹⁶ Muitos dos projetos verticais são de alvenaria estrutural ou paredes de concreto, como nos condomínios “Terra Nova I, II e III”, não sendo permitida a retirada de paredes e mesmo intervenções no sistema hidráulico ocorrem apenas em *shafts*.

p.129), o que não significa estar correto em relação à automação residencial. Isto porque, embora entregues eletrodutos vazios instalados até os pontos de utilização, visando “futura automação” o QDC não atende às especificações mínimas¹⁷.

Há utilização mínima de circuitos, que são cinco: TUG (tomadas de uso geral), iluminação, chuveiro e uma TUE (tomada de uso específico) na cozinha e outra na lavadeira. Por vezes, um desses circuitos específicos é desviado para instalação de condicionador de ar em um dos dormitórios, não contemplando uma TUE na lavanderia para uso de lavadora de roupa. E, este aparente atendimento da Norma esconde dois fatores de exclusão habitacional: (01) a tensão de 127 V_{CA} e (02) a impossibilidade de uso do QDC original.

Conforme a ANEEL (2021), grande parte das cidades brasileiras opera com 127 V_{CA}, (fase-neutro) a corrente transportada é o dobro daquela de 220 V_{CA}, demandando condutores de maior bitola e mais caros. Contudo, não é este o ponto observado, mas alimentar um QDC com 127 V_{CA} traz redução de custo às construtoras em relação ao conjunto do QDC, criando dificuldade na automação futura. Como são cinco circuitos, o QDC comporta cinco disjuntores monopulares, um disjuntor monofásico geral, dois DPS e um DDR fase-neutro, barra de aterramento (BEP) e de neutro, além de reserva prevista em Norma, de dois disjuntores monopulares.

Há diversos casos irregulares, inclusive, de HIS de tipologia T-2 (dois dormitórios sem suíte) em várias cidades do triângulo mineiro, com ligação de energia fornecida em 220 V_{CA}. Nestes imóveis foi verificado possuir no QDC um Disjuntor Residual (DR) fazendo vezes de disjuntor geral (o que não é permitido, conforme NBR-5410, item 5.3.5.2.2), dois DPS para as fases e cinco circuitos, sendo o circuito de iluminação formatado para 127 V_{CA}, com disjuntor monofásico e outros quatro, com disjuntores bifásicos termomagnéticos.

O aterramento neste caso é do tipo TN-S. O neutro não passa por DPS. Observa-se, ainda, que para estes casos o DR não cumpre a função dupla do DDR, porquanto o

¹⁷ Conforme a NBR-5410, 2008, seção 4.2.4 – Divisão das Instalações; 4.2.4.6 – Definição do número de circuitos e 6.5.9.2 – Capacidade de reserva dos quadros.

quadro de distribuição do imóvel está, a mais de três metros do quadro de medição, mesmo considerando unidades térreas. Isto impede a função básica do disjuntor de proteção contra fuga de corrente ou de eventuais acidentes domésticos (Figura 2.1.).

Figura 2.1. QDC de uma HIS sem disjuntor bifásico geral, mas um DR e dois DPS, com cinco circuitos: Iluminação, TUG, TUE da cozinha, chuveiro e condicionador de ar. Reserva de dois circuitos à direita e troca possível do DR por disjuntor geral e um DDR, onerando o morador proprietário.



Fonte: Construtora CONEL. Residencial Alpine, Bairro Roosevelt, Uberlândia, M.G.
Acervo do autor. 06 jan. 2022. Fotografia autorizada pelo morador proprietário.

No caso da HIS, de 45,00 m², com dois dormitórios, sendo um suíte, são seis os circuitos: iluminação, tomadas de uso comum, uma TUE para cozinha ou lavanderia, dois circuitos para os chuveiros e um circuito para o condicionador de ar, instalado, quase sempre, na suíte. A instalação de aparelhos condicionadores de ar no outro dormitório ocuparia a reserva no quadro; Não há espaço no QDC de doze elementos, trabalhando em 220 V_{CA} para alojar disjuntor bifásico de outro aparelho no segundo dormitório ou na sala ou uma máquina de lavar na área de roupas .

2.2.2. Normalização Necessária da Tecnologia

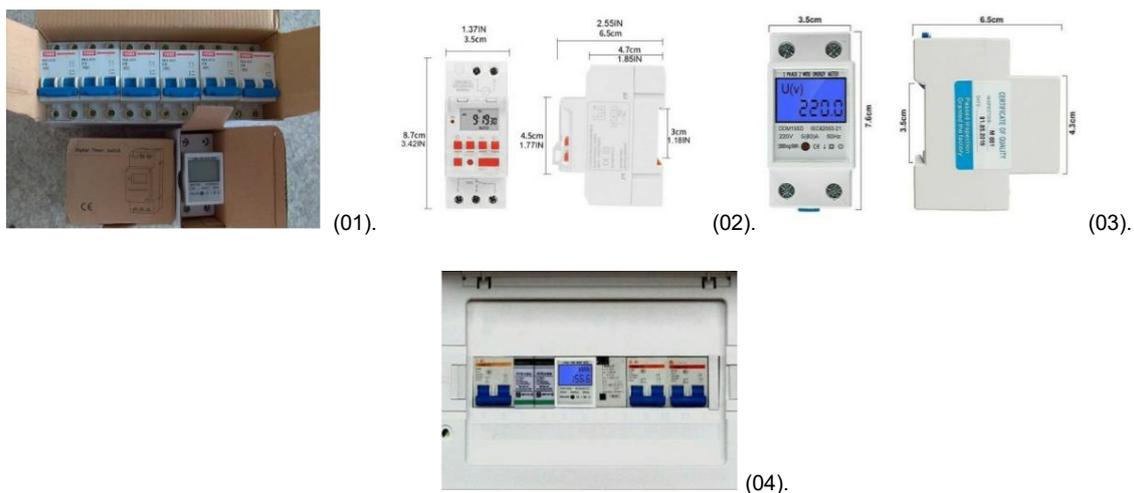
Estas benesses promovidas pela automação de uma edificação: conforto térmico e lumínico, acessibilidade remota, paisagismo e segurança, enseja um planejamento antecedente e execução em obra que vem evoluindo desde as redes elétricas básicas, telefonia, interfonia e cabeamento lógico para dados (NBR-5410, 2008¹⁸). Isto motiva a utilização conjunta de uma série de normativas estrangeiras, aplicadas em projetos de instalações elétricas mais complexas, sobretudo, a NBR-NM-IEC

¹⁸ Mesmo com o projeto de atualização da Norma, pela ABNT.

60.364-8-1 (2019), Instalações elétricas de baixa Voltagem: Aspectos funcionais e energia eficiente.

Fato de mesma natureza ocorreu com condutores simples e cabos de lógica multiplexados de 16/32/64 condutores, isolados contra ruído eletromagnético descritos na NBR-IEC-ISO 62.264 (2019), até então não contemplados na especificação da *American Wire Gauge* (NM/AWG¹⁹). Ainda nesta explanação, o uso de eletrodutos e caixas de controle, equipamentos como: DDR, DPS, timerdisjuntores, e wattímetros (Figura 2.2.), técnicas e procedimentos novos encontram poucas especificações nacionais atualizadas.

Figura 2.2. Montagem de QDC (04), utilizando disjuntor programável ou timer (02) e wattímetro (03), padrão DIN-IEC. (RTQ-Portaria INMETRO n°. 243).



Fonte: Acervo do autor. Disponível em:

< <https://www.instagram.com/p/CDCivT7hbXY/?igshid=u2n1gl114x7y> >. Acesso em: 16 mar. 2021.

2.2.2.1. Controlador Lógico Programável

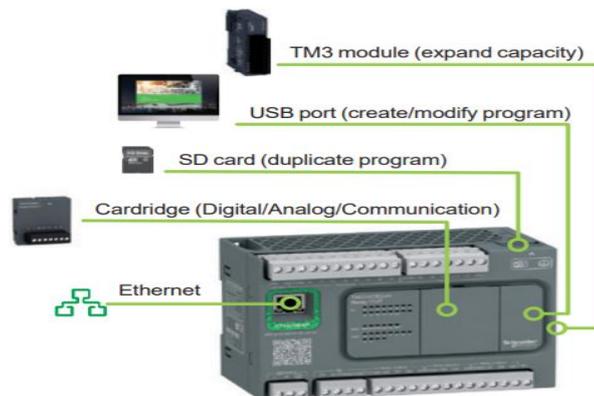
Por questões didáticas devemos descrever primeiramente, o controlador programável utilizado em automação de unidades habitacionais descritas como acima de 250,00 m², **apenas para ilustrar a tipologia de rede, entradas e saídas** (grifos do autor). Tratando-se de uma HISLA, a disposição dos arranjos eletromecânicos e mesmo a programação é muito mais simplificada nos

¹⁹ Escala norte-americana para unidades de medidas padrão, em bitola, de fios e cabos elétricos. No presente trabalho, muito se utilizará tal escala, porquanto tratamos de fios e cabos de bitolas pequenas, devido a baixas tensões e correntes que operam sensores e atuadores.

processadores Arduíno, sendo este o escopo deste trabalho.

Para imóveis de alto valor, os dois equipamentos principais do processo de automação residencial são o computador e o controlador (CLP ou PCL, no inglês). Este, em sua arquitetura construtiva, assemelha-se a outro computador, mas é um dispositivo especialmente desenvolvido para funções de controle, e em razão de tal construção sólida, pode trabalhar em ambientes agressivos, suportando grandes variações de temperatura, ruído, vibrações e oscilações baixas na rede elétrica de alimentação. Arioli (2018, p.32) o considera um equipamento robusto com grau ou Índice de Proteção (IP) acima de 45/50, possuindo módulo ou Unidade de força; Unidade Central de Processamento (UCP ou CPU), Unidades de memórias e portas de entradas e saídas analógicas e digitais (Figura 2.3.).

Figura 2.3. Disposições principais do CLP Modicon-200, da *Schneider*.



Fonte: *Schneider-eletric/download/catálogos/TM200*. Disponível em: < <https://www.schneider-eletric.com.br> >. Acesso em: 15 mar. 2021.

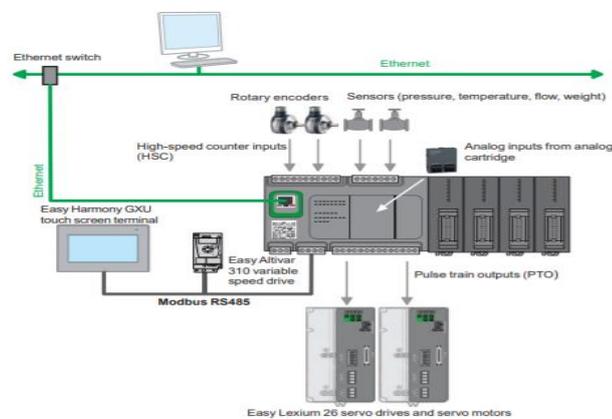
Sua característica de blocos permite receber novos módulos para aplicações que o integrador de sistema necessitar, de acordo com o número de entradas e saídas. Desta forma, mais sistemas (irrigação, climatização, iluminação, segurança e outros) podem ser adicionados à configura inicial.

A programação Ladder, flexível, pode controlar dispositivos adicionados sem alteração na instalação física, recebendo e despachando informações por meio de par trançado, fibra ótica, ondas de rádio ou cabos multiplexados. Devido a esta diversidade de interligações possui entradas analógicas e digitais e saídas de igual

forma e facilmente acessadas. Os dispositivos ligados são alimentados tanto em corrente contínua em tensão de 12 ou 24 V_{CC} e 127 ou 220 V_{CA} .

Qualquer que seja o fabricante, o CLP comporta-se como um gerenciador programável de tarefas e, por conseguinte, tem de receber dados dos sensores ou entradas e despachar ações para os atuadores ou saídas (figuras 2.4. e 2.5.), tudo isso por meio de uma programação antecedente.

Figura 2.4. Arquitetura de ligação do CLP Modicon-TM200CE24R da *Schneider*.



Fonte: *Schneider-eletric/download/catálogos/TM200*. Disponível em: < <https://www.schneider-eletric.com.br> >. Acesso em: 15 mar. 2021.

Figura 2.5. CLP modelo Modicom TM200CE24R, da *Schneider Eletric* (01). Alimentação de 100-240 V_{CA} ; 14 entradas 24 V_{CC} e 10 saídas em dois ampères; Entradas para rede Ethernet por soquete RJ-45, rede RS485 e entrada mini USB (02).



(01).



(02).

Fonte: Bancada de testes. Acervo do autor. 25 ago. 2021.

Arioli (2018, p.20) descreve as entradas digitais como receptoras de informações de variáveis físicas: temperatura, pressão, força, massa e outros, mesmo o sinal tendo comportamento analógico e identifica a presença ou não de um sinal elétrico provindo de determinado sensor, dentro de uma faixa de valores. Reconhece a presença do sinal, mas não sua amplitude. A tensão principal seria de 24 V_{CC} , e o sensor fornece uma informação binária: 0 V_{CC} para o nível mais baixo ou desativado

e 24 V_{CC} para o nível superior ou ativado. São sensores ligados a estas entradas: interruptores, as botoeiras, chaves fim de curso de portões eletrônicos, os termostatos e pressostatos do sistema de aquecimento de água e pressurização, sensores digitais capacitivos, indutivos e células fotoelétricas.

Ainda segundo Arioli (2018, p.22) nas saídas digitais há somente duas situações possíveis na programação: acionada ou não. Quando está acionada comporta-se como uma chave fechada energizando o dispositivo atuador e vice-versa, comutando-se esta saída por transistor ou por relé. A tensão de saída, neste caso, pode ser contínua, de 24 V ou alternada de 127 ou 220 V. Ligados às saídas analógicas podem estar, dentre outros: contadores, iluminação, soft-starters, válvulas solenoides elétricas ou eletropneumáticas para gerenciamento de GLP ou água.

Uma vez que um CLP irá controlar diversas ordenanças domésticas, por meio de uma programação, um controle adequado de cada variável dos vários processos se faz necessário e, muitas das vezes não há apenas duas posições (aberto ou fechado, ligado ou desligado). Dispositivos de entrada e saída analógicos, compatíveis com as variáveis do processo (temperatura, pressão, vazão e movimento), são necessários, para um controle mais preciso.

Deste modo são identificadas e atualizadas cada variável (por exemplo: a abertura paulatina de uma persiana por meio de um servomotor, para ganho de iluminação ambiental). Utiliza sensores de pressão, termômetros, potenciômetros de giro de ventiladores de teto, sensores de vazão para água e GLP e sensores de distância. Esses dispositivos informam ao controlador por sinais em tensão de 0 a 10 V_{CC} ou corrente de 4 a 20 miliampère, proporcionais à variação da grandeza analisada.

Para saídas analógicas, os atuadores recebem sinais elétricos do CLP, energizando equipamentos e definindo a intensidade de ação. Como a tensão e corrente de saída que chega aos atuadores é pequena, são necessários circuitos ou equipamentos acessórios. Estes despacham aos mecanismos finais, como um conversor de frequência destinado ao controle de rotação de motores de indução de uma bomba para elevação de água até o reservatório superior em um condomínio vertical. Este mesmo tipo de processo, ou seja, a compensação de energia através de um

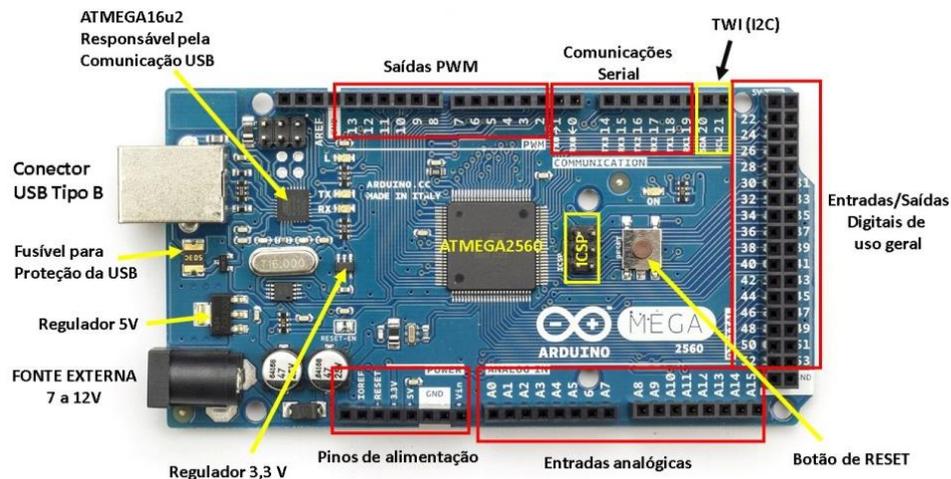
dispositivo anexo será visto nos processadores Arduino.

2.2.2.2. Processadores Arduino (Mega 2560)

De mesma arquitetura construtiva que o CLP, os controladores Arduino (Mega 2560) comportam-se como gerenciadores de atividades, mediante programação computacional, como a Shell. Desde o lançamento, em 1995, pela italiana Arduino®, surgiram versões mais rebuscadas da placa inicial USB, sendo placas: Extreme, Serial, Pro, Nano, Pro mini, Uno, Leonardo, Due, Mega (a partir de 2010), ADK e Mega2560, dentre outros. Toda programação do Arduino pode ser baixada através da *homepage*, em: < <https://www.arduino.cc/> >, visto que é *open source*²⁰.

O módulo Arduino Mega2560 (Figura 2.6.) pode ser alimentado através de sua conexão com o computador por um cabo USB tipo b ou por uma fonte de energia independente que trabalhe no intervalo de 7,0 a 12,0 V_{CC}. No caso de utilização do USB-b há uma proteção formada por fusível de 500 mA. Mesmo com o processador da placa rodando a programação, o consumo de corrente é muito baixo (75 mA para programação *Blink* e 130 mA para programação *Shell*).

Figura 2.6. Processador Arduino Mega2560, com entradas e saídas, analógicas, digitais e seriais.



Fonte: Disponível em: < <https://www.arduino.cc/en/Main/Products> >. Acesso: 10 jan. 2022.

²⁰ Software de código aberto é o programa de computador com o seu código fonte disponibilizado e com uma licença de código aberto no qual o autor/proprietário fornece o direito de estudar, modificar e distribuir o software de graça para qualquer um e para qualquer finalidade. (WIKIPÉDIA, 2022).

Possui características construtivas (Tabela 2.1.) e que representam as soluções das demandas de automação da unidade residencial proposta neste trabalho.

Tabela 2.1. Características construtivas do módulo Arduino Mega2560.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DO MÓDULO ARDUÍNO MEGA2560	
Característica	Descrição
Controlador	AT Mega 2560 com clock de 16 MHz.
Processador	RISC com até 16 MIPS.
Voltagem	Regulador de 5,0 V _{CC} (AMS1117 – 1A.) e de 3,3 V _{CC} (LPP2985 com apenas 150 mA.).
Portas	Quatro portas seriais de hardware: TX0 (D1) e RX0 (D0); TX1 (D18) e RX1 (D19); TX2 (D16) e RX2 (D17); TX3 (D14) e RX3 (D15).
	Uma porta I2C: DAS (D20) e SCL (D21).
	Uma porta SPI: MOSI (D51), MISO (D50), SCK (D52) e SS (D53).
	16 portas analógicas do conversor ADC (A0 até A15).
	12 portas PWM de 16 bits (D2 a D13)
	32 portas digitais de múltiplas funções

Fonte: Disponível em: < <https://www.arduino.cc/en/Main/Products> >. Acesso: 10 jan. 2022.
Adaptado pelo autor (2023).

O CLP usado em projetos mais robustos de automação: residenciais, comerciais e industriais, tem necessidade de estar protegido do ruído eletromagnético²¹, sendo interligado a sensores e atuadores através de uma rede ethernet. O Arduino, por sua vez, incluso em um projeto sem estas mesmas interferências eletromagnéticas pode ser conectado à internet de dois modos: por rede ethernet cabeada (Figura 2.7.), ou por ondas de rádio ou WIFI.

Figura 2.7. Placa ethernet Han Run HR911105A ligada ao Arduino e modem roteador Huawei em rede.



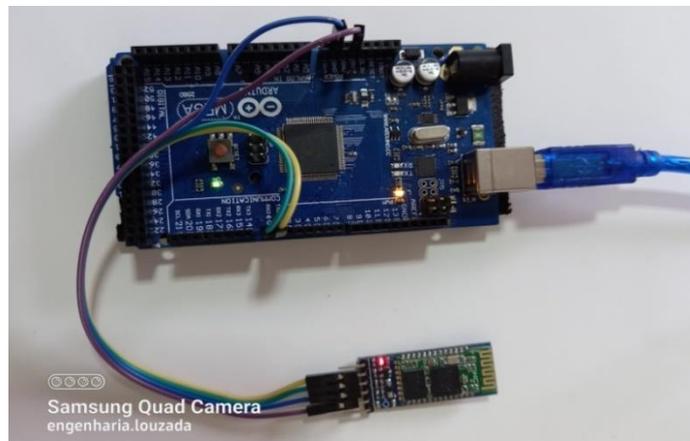
Fonte: Bancada de testes. Acervo do autor. 20 jan. 2022.

²¹ Este ruído ou interferência pode ser provocado por motores elétricos, transformadores, ou mesmo conexões mal dimensionadas ou executadas, formando “laços”.

Esta ligação por cabeamento ethernet usa cabos de rede de quatro pares trançados com conector RJ-45 crimpado e alimentação em 5,0 V_{CC} e 3,3 V_{CC} e proteção GND. Neste módulo há uma unidade de armazenamento sob a forma de cartão micro SD reutilizável, que pode ser programado e lido no computador.

Nas ligações via ondas de rádio, as conexões com o controlador se dão pelas portas TX0 e RX0, sendo o módulo de rádio frequência alimentado em 5,0 V_{CC} e protegido em GND, por meio de cabo jumper 20 ou 22 AWG com conectores (Figura 2.8.).

Figura 2.8. Módulo de rádio frequência: HC-D5 *Bluetooth*, ligado ao Arduino (amarelo e verde) e saídas de 5,0 V e GND (azul e roxo). Alimentação por entrada USB-b, diretamente do computador.



Fonte: Bancada de testes. Acervo do autor. 20 jan. 2022.

3. ANTEPROJETO DE AUTOMAÇÃO DE UMA HISLA

3.1. Principais Demandas Construtivas em uma HISLA

O Relatório do PMCMV (2020, p.47) aponta falhas construtivas e conceituais de projetos observadas na implantação, arranjo espacial do empreendimento, na tipologia, métodos construtivos e materiais empregados nas unidades habitacionais.

Empreendimento com configuração monótona e repetitiva, sem elementos de paisagismo, é o segundo problema citado de maneira consistente pelos estudos [...]. Alguns estudos técnicos também apontam problemas de conforto térmico, acústico e de iluminação natural nas unidades habitacionais e o não atendimento a especificidades climáticas regionais. Com relação ao conforto térmico, a falta de ventilação é apontada como problema em algumas das zonas climáticas. Sobre a acústica, paredes e janelas são consideradas inadequadas para o isolamento do som e a privacidade das famílias. Sobre a configuração monótona [...] é desejável

que o projeto do empreendimento preveja diferentes tipos de implantação e tipologias de edificação (casas térreas, sobrados, casas sobrepostas e edifícios de apartamentos), porém não há determinação quanto a este aspecto. Quanto à existência de elementos de paisagismo, há determinação da norma de que o projeto do empreendimento preveja iluminação, arborização e mobiliário urbano adequado para os espaços urbanos (PMCMV, 2020, p.47).

O Relatório apresenta possíveis soluções para mitigar e/ou corrigir os aspectos negativos do PMCMV e que, posteriormente com Eloy et al (2021, v.4, p.46) foram analisados em um Plano de Intervenção – Resultado da Assistência Técnica (Figura 3.1.). Este plano surge de um sistema de sustentabilidade ambiental, pela Secretaria Nacional de Habitação – SNH, visando melhorias na eficiência energética, uso racional de água e, inclusive contempla a gestão de resíduos sólidos procedentes de reformas e ampliações nas unidades já entregues e ocupadas. De acordo com Eloy et al (2021, v.4, p.94-117), esta intervenção gradual no PMCMV visa conforto das unidades, passando por implantação de “Kits de Referência para Melhora Habitacional”. Estes kits são processos normalizadores dos métodos de construção, com atributos tabelados de sustentabilidade obrigatórios e adicionais, para cada fase: fundação e estrutura, cobertura, vedação e revestimento e outros.

Figura 3.1. Iconografia sobre propostas de melhoria de HIS.



Fonte: Habitação de Interesse Social no Brasil. V.4. Propostas sobre melhorias habitacionais (ELOY et al, 2021, p.48).

3.2. Necessidades de um Morador de HISLA

Villa et al., (2020, p.35), apanhando o tema de habitação de interesse social,

interpreta o conceito de “morar”, cujas características avaliativas e necessidades só podem ser percebidas após ocupação, por parte de seus moradores.

“Morar” constitui um ato fundamental da existência humana e, por isso, o tema da habitação tem sido constantemente investigado sob as diferentes abordagens e pontos de vista. [...]. A habitação em si possui um significado simbólico de abrigo, local seguro frente ao exterior hostil. Considerando então a importância do morar para o ser humano, justifica-se o amplo conhecimento de como os habitantes de nossas cidades estão sendo abrigados, suas necessidades e o impacto decorrente dessas moradias no meio ambiente (SARAMAGO; VILLA; SILVA, 2013), ou seja, importa avaliar a qualidade do habitar, tanto em suas dimensões objetivas quanto subjetivas. (VILLA et al., 2020, p.35).

Mas, quais as demandas dos moradores de uma HISLA assim especificada? Usando a base de dados contida no relatório do PMCMV/PCVA (2020) e análises obtidas pelo aplicativo de APO: “Como Você mora?” chega-se a um quadro sintético (Figura 3.2.) e uma relação de possíveis demandas dos moradores.

Figura 3.2. Anamnese de soluções possíveis de automação residencial em HISLA.



Fonte: O autor. 05 nov. 2022.

Para este morador/proprietário as reais necessidades em que ele lida no cotidiano, como beneficiário de um imóvel residencial térreo inserido no PMCMV está muito além de uma mera inclusão digital. Mesquita (2008, p.28) e Massola (2016) expressam para esses moradores, uma sensação não mensurável, de pertencer a um determinado local, a topofilia e uma condição de “ir e vir”. São necessidades

basilares (Tabela 3.1.) como: conforto térmico e lumínico, segurança pessoal e patrimonial, lazer e entretenimento, e economia de água e energia elétrica²².

Tabela 3.1. Estudo de necessidade, demandas e possíveis soluções em HISLA.

ESTUDO DE NECESSIDADE, DEMANDAS E POSSÍVEIS SOLUÇÕES EM HISLA		
Cômodo	Características Apontadas Neste Estudo	Soluções Possíveis
Sala	Onde se localiza o baricentro das cargas elétricas; QDC mínimo e fiação condizente com tensão de 127 V _{CA} . Possui um ponto de telefonia, internet e antena de TV. A modificação leva a coexistência com condutores de energia elétrica, telefonia, internet, interfone e monitoria em um só eletroduto, o que causa interferência eletrônica nos aparelhos e minimiza a vida útil desses aparelhos, caros à uma população de baixa renda.	01 02 03 05
Quartos	Janelas com dimensões mínimas para ventilação e iluminação; Mobiliário mínimo e paredes sem isolamento acústico ou térmico. Economia de pontos de tomada.	01 02 04 05
Banheiro	Disposição isométrica do hidráulico pela concessionária de água e esgotos; Conforme a faixa de renda não há disponibilidade de sistema de aquecimento solar de água a ser usado para banhos.	04 05
Cozinha e Lavanderia	Disposição isométrica do hidráulico pela concessionária de água e esgotos; Não dispõe de fornecimento de água quente na pia de cozinha e lavadora de roupa. Apenas duas tomadas T.U.E. Algumas unidades trazem a lavanderia integrada com a cozinha, o que traz resguardo da lavadora de roupa, ficando esta interna na habitação e não na parte externa, mas, traz convivência do preparo dos alimentos com a higienização das roupas e calçados dos moradores.	02 03 04 05
Área Externa	Ausência de muros laterais, de fundos e fechamento frontal. Terreno em sua parte posterior, nú, sem qualquer tipo de paisagismo. As calçadas frontais são deixadas a cargo dos moradores, não havendo uma padronização ou mesmo um direcionamento de modelo, ocorrendo infrações à acessibilidade de pedestres e ciclistas.	03 04 05
Abrigo do Veículo	Usualmente é entregue a unidade apenas com a locação do abrigo no terreno; Recentemente são entregues, pela construtora com contrapiso grosso de concreto. O morador tem de arcar com a despesa de edificação. Em condomínios “fechados” horizontais de interesse social, há uma normalização de projeto para a construção de tais abrigos.	03 04 05

Fonte: O autor (2023).

²² Dois pontos que mostram divergências entre a tecnologia da construção e a inclusão sustentável em HIS estão nas Portarias 600/2018 e 959/2021. Primeiro há uma modificação quanto ao Sistema de Aquecimento Solar de Água (SAS), incorporado na segunda fase do programa, para unidades unifamiliares, a partir de 2012, para a faixa Um, de menor renda. Passa o SAS a existir apenas nas regiões bioclimáticas do Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Segundo, mantém uma configuração mínima nos circuitos elétricos do QDC, retirando-se os disjuntores de proteção de surto (PMCMV, Portaria 959/2021, Seção VII, Sistemas Elétricos e de Comunicação; item I: Circuitos Elétricos).

3.2.1. Climatização Ambiental

Controle de climatização do ambiente, seja por aquecimento (na zona bioclimática sul) ou por refrigeração, integrado e especificado de acordo com a volumetria do ambiente (BTU). Esta integração permite acionamento em horários pré-definidos ou remotamente, via Web, para ligar ou desligar os aparelhos após atingir determinada temperatura (set point), pelo sistema inverter.

3.2.2. Controle Lumínico e Fechamento Remoto de Janelas

Controle de iluminação integrado e remoto de toda a casa, permitindo a criação de estados pré-definidos das lâmpadas (dimerização) para ocasiões específicas (jantar, filme, festa etc.), chamadas de cenas. Utilização de sensores para acionamento automático, quando conveniente, e integrados a acionamentos de persianas (fechamento e abertura) e outras funções do ambiente, garantindo o conforto e privacidade dos moradores, principalmente nos quartos.

Controle do fechamento das janelas por incidência de gotejamento de chuva ou quando da aspensão controlada durante manutenção de limpeza externa de janelas.

3.2.3. Segurança: CFTV e Acesso à Residência. Entretenimento.

CFTV incorporado à Smart TV da sala, com gravação e exportação dos dados via smartphone dos moradores. Interfone com controle de acesso (biometria papilar, cartões de proximidade, *tags* para veículos ou controle lumínico de acesso do automóvel por faróis), sem prejuízo do uso do controle usual por infravermelho.

Entretenimento (som ambiente, TV por fibra digital ou satélite, internet) que corresponde à automação de zonas de som ambiente, em diferentes partições da casa e que reproduzem várias fontes de áudio (equipamentos e servidores de música). Este controle inclui equalização e volumetria individual das caixas de som.

3.2.4. Gestão de GLP, Água e Energia Elétrica. Paisagismo.

Gestão de consumo usando caixas de água com bombas controladas por placas de

relés, filtros e reservatório de reuso de água; Controle e monitoramento de medições de consumo de gás de cozinha, água e eletricidade; Sistema de detecção e alarme de incêndio e interrupção pneumática do suprimento de GLP para cozinha; Irrigação de jardim com horários programados, valendo-se de circuito integrado entre o reuso de água e sensores de umidade para se evitar a saturação do solo.

3.2.5. Segurança Interna e Externa.

Segurança interna por alarme através de detecção de presença, bem como segurança externa por CFTV e rompimento de cerca elétrica, com informação remota aos moradores ausentes via smartphone. Possibilidade de integração da segurança externa com outros moradores através do aplicativo “vizinhança solidária”²³ e/ou com o poder público estadual (Polícia Militar).

4. PROJETO DE AUTOMAÇÃO DE UMA HISLA

Descrever a tecnologia utilizada na automação residencial, mesmo que de forma simplificada, requer um zelo para abreviar o conteúdo de modos a caber neste trabalho, sem perder o foco explicativo. Por conseguinte, evidenciaram-se os seguintes subsistemas a serem integrados ao processador Arduíno Mega2560:

- Acesso controlado dos moradores e Circuito Fechado de Televisão (CFTV);
- Controle de iluminação artificial;
- Entretenimento;
- Controle de climatização;
- Fechamento e controle lumínico de janelas;
- Paisagismo controlado e automatização de reservatórios;
- Controle e medição de energia, água e GLP;
- Medição de consumo, detecção e alarme de vazamento de água e GLP.

Para formação do protótipo há utilização de transmissores, sensores, atuadores, controladores e elementos finais ou malhas. Franco (2018, p.11) indica que os principais critérios de escolha desses equipamentos seriam:

²³ Pode ser aplicado às comunidades, usando câmeras instaladas nas ruas e ser disponibilizado para uma rede interna de vizinhos, que mutuamente se protegem. Disponível em: < <https://www.vizinhancasolidariaonline.com/> > Acesso em 05 de nov. de 2022.

1. **Manutenção:** Aparelhos de fornecedores com acesso facilitado no caso de reposições de peças, manutenções ou troca por modelos mais modernos;
2. **Escalabilidade:** Devido à possibilidade de expansão do sistema, deve ser prevista uma arquitetura de redundância, escolhendo-se tecnologias consagradas no mercado e que tenham integração entre diversos fabricantes;
3. **Confiabilidade:** Em se tratando de equipamentos que trabalham com energia elétrica, GLP, alarmes e monitoramento de CFTV, esses devem sofrer uma análise crítica em busca de repaginações de fábrica que sanaram defeitos.
4. **Segurança:** Em processos sensíveis e críticos, como abastecimento de GLP, os equipamentos devem apresentar pontos de controle (*setpoint*). A privacidade de dados requer um controle de partições do imóvel (CFTV).

O ambiente não residencial traz equipamentos e cabeamentos normalmente alojados em eletrocalhas, bandejas ou eletrodutos mais robustos visando proteção dos condutores. Os próprios sensores apresentam-se mais robustos, com alto Índice de Proteção pelo local de trabalho. Para projetos residenciais a principal característica desses equipamentos é a discrição, com redes instaladas em eletrodutos embutidos na alvenaria, sendo os sensores categorizados por demanda.

Tabela 4.1. Categoria de sensores utilizados em automação residencial

CATEGORIA DE SENSORES UTILIZADOS EM AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	
Categoria	Descrição e Utilização
Válvula Solenoide	Operadas por corrente elétrica ou por meio pneumático, no caso de utilização para GLP. Acoplada a sensores de vazamento de gás, incêndio e alarme contra fogo e fumaça.
Higrômetro	Sensores para verificação de umidade em jardins ou telhados verdes. Acoplado a irrigação por bombas elétricas.
Termômetros ou termopares	Regulação de temperatura ambiental e da água do aquecimento solar para chuveiros, cozinha e lavanderia. Acoplado a sensores de nível de reservatório e contra alagamento.
Detecção de respingo	Para fechamento e abertura de janelas. Acoplado a sensores luminotécnicos para fechamento de persianas motorizadas.
Sensores de Movimento	Por infravermelho ou por ondas de radar, para detecção de invasão ou abertura não autorizada de portas ou janelas.
Sensores de fim de curso	Acoplados a fechaduras elétricas, para definição de abertura e fechamento de portas, portões e janelas.

Fonte: O autor (2023).

Para fins de adequação do Plano de Intervenção: Resultado da Assistência Técnica, e previsto no SNH, como linha de base, qualquer automação de uma habitação de

cunho social deve passar, inicialmente, pelo reaparelhamento elétrico.

4.1. O QDC Redimensionado

O QDC descrito para HISLA de dois quartos e alimentado em 127 V_{CA} possui 10 elementos fixos e dois em reserva. Se o proprietário optar por receber uma alimentação desde a medição, em 220 V_{CA} (quando a localidade oferta tensão dupla: 127 / 220 V_{CA}), simplesmente não há espaço no quadro de 12 elementos para comportar os disjuntores, três DPS e DDR fase-fase-neutro. Há necessidade, então, de se redimensionar o quadro de distribuição de cargas. Segundo a revista *Téchne* (2020, p. 129) a execução da automação residencial deve começar, portanto, pelo QDC, para comportar os dispositivos de controle. Já a complexidade da automação pode ensejar outro quadro, para acondicionar os elementos de controle (Figura 4.1.).

Figura 4.1. Quadro de comando contendo contatores, relés e um processador Arduino Mega2560.



Fonte: Acervo do autor. 20 jun. 2020.

Conforme descrito no item 6.4.1.1., da NBR-5410 (2008 p.142), qualquer dispositivo elétrico, o conjunto de automação ao ser montado, deve ser aterrado e protegido por um Sistema de Proteção de Descarga Atmosférica (SPDA).

Toda edificação deve dispor de [...] eletrodo de aterramento, sendo admitidas as seguintes opções: a) preferencialmente, uso das próprias armaduras do concreto das fundações (ver 6.4.1.1.9); ou b) uso de fitas, barras ou cabos metálicos, especialmente previstos, imersos no concreto das fundações; ou c) uso de malhas metálicas enterradas, no nível das fundações, cobrindo a área da edificação e complementadas, quando necessário, por hastes verticais e/ou cabos dispostos radialmente (pés-de-

galinha); ou d) no mínimo, uso de anel metálico enterrado, circundando o perímetro da edificação e complementado, quando necessário, por hastes verticais e/ou cabos dispostos radialmente (pés-de-galinha). (NBR-5410, 2008, p.142).

Existe uma tendência, porém, em utilizar hastes metálicas, cantoneiras zincadas ou barras redondas revestidas de cobre, como aterramento definitivo, contudo, tal procedimento não tem respaldo normativo. Ligar os terminais GND dos aparelhos em tais hastes não garante um nível lógico zero e toda rede de automação e controle estará sujeita a surtos ou danos elétricos eventuais. Assim, a NBR-IEC-ISO 61.439-1,2 (2010), preconiza que o armário (Figura 4.2.) ou painel de automação deve estar aterrado. Todo conjunto deve ser protegido por um estabilizador de tensão e um sensor de incêndio ou surto, de modo a fazer segurança dedicada.

Figura 4.2. Armário ou painel de automação.



Fonte: Acervo do autor. 20 jan. 2023.

4.2. O Cabeamento Estruturado

O cabeamento, usado em telefonia e internet, foi evoluindo de modos a atender às demandas crescentes. Os primeiros cabos: paralelo preto rígido, par trançado cinza e cabo coaxial rígido de 75 Ohms, foram substituídos pelo cabo coaxial flexível associado a um par para condução elétrica (12 V_{CC}). Rapidamente estes cabos foram suplantados pelo cabo de pares trançados e pela fibra ótica, o primeiro até uma distância de 100 metros entre a derivação da rede e o equipamento doméstico.

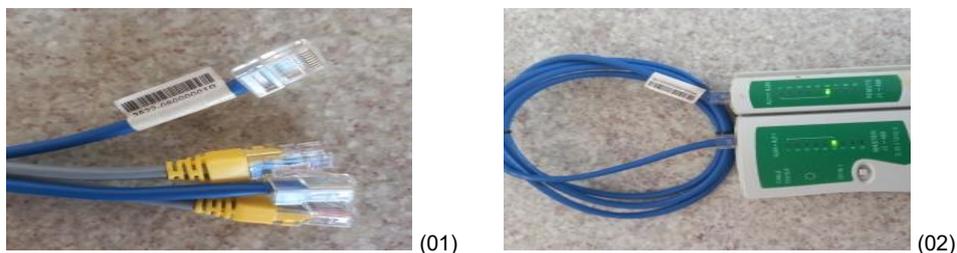
Esta modificação surgiu quando muitos desenvolvedores aplicaram protocolos

ethernet TCP/IP a partir de seus próprios protocolos de rede: *Profinet*, *Fieldbus*, *Devicenet* e *Modbus TCP/IP* (SCHNEIDER, 2016). Desses protocolos, a Anatel²⁴ passou a utilizar o padrão NBR-IEC-ISO 11.801 (2002), atualizado pela Norma EIA/TIA-568-B (2014), definindo uma classificação de cabos:

- U (*Unshielded*) – cabos sem blindagem;
- F (*Foil*) – cabos com fita plástica aluminada;
- S (*Screened*) - cabos com malha metálica de cobre ou alumínio;
- TCP – cabos com pares trançados sem blindagem metálica;
- S/FTP e F/FTP – cabos com pares trançados com blindagem metálica.

Os cabos sem blindagem estão sujeitos ao ruído eletromagnético se instalados conjuntamente com a rede elétrica. Já o cabo de par trançado blindado possui revestindo os condutores uma capa aluminada ou uma malha metálica (cobre ou alumínio) que pode envolver o conjunto de pares ou cada par. Segundo a Norma EIA/TIA-568-B (2014), devido à blindagem, possui custo mais elevado e uma impedância de 150 Ohms, podendo ocupar eletrodutos com rede elétrica. Ambos os tipos de cabos recebem conectores RJ-45 para ligação com a aparelhagem: modem, processador Arduino e equipamento de campo. Estas conexões com rede ethernet devem ser dotadas de conectores, visando inclusive adaptabilidade de novas tecnologias e manutenção (Figura 4.3.).

Figura 4.3. Conectores RJ-45 crimpados em cabos UTP de pares torcidos 24 AWG, com ou sem acabamento (01). Equipamento para teste de conectividade dos cabos após crimpagem (02).



Fonte: Bancada de testes. Acervo do autor. 25 ago. 2021.

Dois tipos de configuração de crimpagem que podem ser usados no RJ-45: uma configuração denominada T568A que usa a sequência dos pares trançados como: branco/verde, verde, branco/laranja, azul, branco/azul, laranja, branco/castanho,

²⁴ Anatel – Agência Nacional de Telecomunicações.

castanho. A sequência T568B usa: branco/laranja, laranja, branco/verde, azul, branco/azul, verde, branco/castanho, castanho. Nas ligações acima de 100 metros de distância, deve-se usar fibra ótica monomodo ou multimodo, com perdas mínimas por ruído eletromagnético (SCHNEIDER, 2016).

4.2.1. A Rede Elétrica em Função da Automação

Com a automação da residência, parte da fiação anterior pode ser modificada. Se para uma alimentação em 127 V_{CA} os condutores têm uma bitola maior devido à circulação de corrente elétrica mais elevada, em 220 V_{CA} estes condutores podem ter a seção minorada. Isto representa um alívio nos eletrodutos cuja seção comporta um número limite de condutores. E, conforme a NBR-5410 (2008, seção: 6.2.6.1.1.) embora a ligação das placas de relés com iluminação e acionamento de atuadores seja por cabo com bitola mínima de 1,5 mm², os acionamentos de tais relés *no-way* por pulsadores ou interruptores *three way* podem ser feitos por cabos com seção de 0,50 mm² por serem considerados circuitos de controle (Tabela 4.2.).

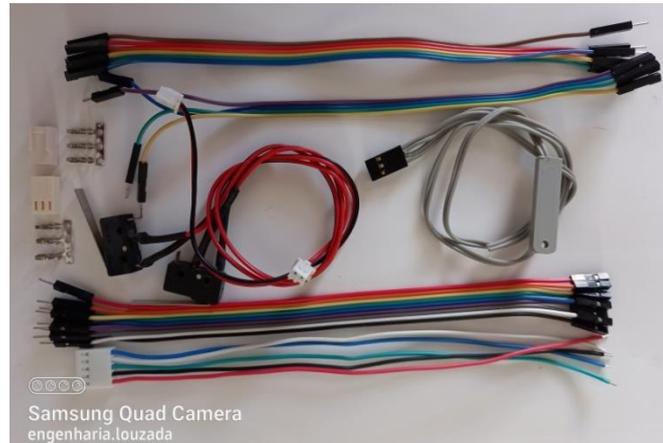
Tabela 4.2. Correlação entre padrão USA AWG e NBR

CORRELAÇÃO ENTRE PADRÃO USA AWG e NBR		
AWG	NBR (mm ²)	
	Rede Elétrica	Rede de Automação
10	6,0	
12	4,0	
14	2,5	
16	1,5	
17		1,0
18		0,75
20		0,50
22		0,30
24		0,20

Fonte: Catálogo de Produtos: Cabolider, cabos elétricos. Disponível em: < <https://www.cabolider.com.br> >. Acesso em: 18 mar. 2021. Adaptado pelo autor.

Os cabos com diâmetro de 0,75 mm² (18 AWG) são usuais em automação pela facilidade de aquisição e por receberem uma crimpagem semelhante ao cabo jumper. Apresentam-se como fitas de dois a dezesseis condutores com diâmetros de 20, 22 ou 24 AWG, correspondente de 0,50 a 0,20 mm² e cores diversas (Figura 4.4.). Não possuem blindagem em malha ou fita, mesmo porque não há ruído eletromagnético em projeto doméstico mais singelo.

Figura 4.4. Cabo jumper com 2, 4 e 6 condutores 0,30 e 0,50 mm², com conectores tipo alojamento. Podem ser adquiridos em bobinas de 100 metros para ligar dispositivos ao quadro de automação.



Fonte: Bancada de testes. Acervo do autor. 25 ago. 2021.

Verificada a relação custo-benefício, pode-se também usar cabos tipo manga com disposição de dois a quarenta condutores com diâmetros de 20 a 26 AWG correspondentes de 0,50 a 0,10 mm², com blindagem ou não. Esta individualização dos cabos pode ser feita por cores, ou por anilhas com identificação alfanumérica para estas bitolas, para separação dos circuitos, mesmo em cabos de mesma cor.

O fornecimento de energia elétrica consolidado em redes inteligentes de energia elétrica e de dados (*Smart Grid*) opera nos dois sentidos (Cemig, 2021) e com os medidores cognitivos aumentou a acessibilidade da internet. Permite, assim, a automação em áreas de HIS anteriormente consideradas inacessíveis (figura 4.5.).

Figura 4.5. Quadros de medição e inspeção (Cemig, 2021), com ligação em rede.



Fonte: Construtora CONEL. Residencial Alpine, Bairro Roosevelt, Uberlândia, MG. Acervo do autor. 06 fev. 2022. Fotografia autorizada pelo morador/proprietário.

Segundo Franco (2018, p.102) pode-se, então, fazer um planejamento de qualidade e operacionalidade desta unidade residencial, usando protocolos próprios.

Um protocolo muito usado neste sentido é o *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT²⁵). Desenvolvido para ser usado em equipamentos disposto em redes digitais de baixa velocidade e alta latência, atua com dispositivos de inteligência digital (*TUYA™*, *SONOFF™*, *LORATAP™* ou *ALEXA™*), no padrão *Google Home* ou malhas *ZIGBEE* que atuam em 2,4 GHz. Não trabalham com Wifi, embora em mesma frequência, precisando obrigatoriamente de um Hub *ZIGBEE™*. Neste trabalho foi utilizado um módulo HC-D5 *Bluetooth*, que funciona como mestre ou escravo e tem configuração fácil e alcance de 10 metros. Alimentado com uma tensão de 5,0 V_{CC}, diretamente do processador Arduino, sinaliza um pareamento com outros equipamentos através de led indicativo.

4.3. Subistemas de controle

Assim, os subsistemas podem ser escaláveis, ou seja, ser possível, por exemplo, a interligação do sistema de alarme interno, detecção por movimento ou abertura de portas e/ou janelas, com o CFTV e com uma central eletrificadora de muros.

4.3.1. Acesso Controlado e Monitoramento via CFTV

Dentre todas as demandas que surgiram em face de HISLA, as que mais se destacaram foram: (1) a privacidade dos moradores; (2) a inviolabilidade da residência na ausência dos moradores e a segurança (até mesmo quando os mesmos se encontram no interior do imóvel).

Considerando os moradores de uma HISLA – uma família de quatro pessoas, com dois ou mais trabalhadores e/ou estudantes e que passam parte da jornada diária fora do imóvel – era esperado tal preocupação, como fato principal. Com parte do orçamento doméstico aplicado no mobiliário interno o receio de ter o patrimônio dilapidado, na ausência dos moradores ou quando de sua chegada ou saída do

²⁵ Criado em 1999 pela IBM em consórcio com a ARCOM.

imóvel, é um dos fatores de topofobia, verificados por Mesquita (2008, p.82):

Apesar de todos os pressupostos de boas intenções estabelecidas pela prática do planejamento urbano, parece incoerente o resultado morfológico levado a cabo nas cidades no século XX. [...] é indispensável compreender que quaisquer formas dos lugares respondem bem ou mal às expectativas dos indivíduos. A legibilidade proporciona uma boa compreensão do espaço habitado, gerando riqueza de suas preferências sensoriais e possibilita ao habitante do lugar uma personalização do mesmo. (MESQUITA, 2008, p.82).

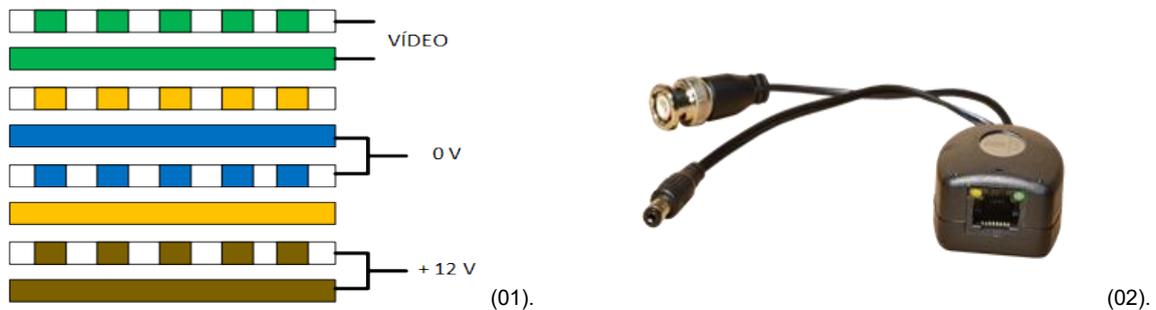
A implantação de um sistema de detecção de movimento, alarme interno/externo e monitoramento consolidam a sensação de segurança, enquanto que uma central de eletrificação de sobre muros serve para coibir possíveis invasões. O morador mesmo ausente tem um controle, via internet, do perímetro e do *layout* interno da residência. O CFTV é formado por uma série de câmeras analógicas ou digitais, e para ter eficácia junto a um subsistema de segurança, deve gravar e/ou exportar via Web as imagens coletadas. Para esta gravação do vídeo duas aparelhagens podem ser usadas no projeto: DVR (*Digital Video Record*) com custo menor e que usa um sistema analógico e NVR (*Network Video Record*) mais oneroso e usando um sistema digital conjugado com um armazenamento ou *storages*, que são unidades de memória ou *hard disk*.

O CFTV baseado em DVR parte do princípio de utilização de câmeras “burras” analógicas, conectadas por um cabo coaxial UTP padrão (RG6, RG11 ou RG59) e por um cabo bipolar para alimentação 12 V_{CC}, para cada câmera. O custo do DVR e das câmeras é menor devido à qualidade de imagens capturadas por lentes sem muita precisão. As câmeras não possuem hardware de tratamento das imagens em dados, sensores de movimento ou alarme de proximidade, ou seja, tais câmeras não têm sistema de autoproteção contra furtos e/ou danos por vandalismo. A conversão das imagens capturadas se faz no DVR e devido à ligação por cabo coaxial a qualidade das imagens é comprometida com perda de parte do sinal em função da distância e nível de interferência entre câmera e DVR.

Alguns equipamentos não possuem entrada de áudio e quando dispõem, é possível a substituição do cabo coaxial, pelo cabo de rede de pares trançados, usando-se conectores RJ-45 e baluns, preferencialmente com cabos TCP, não blindados

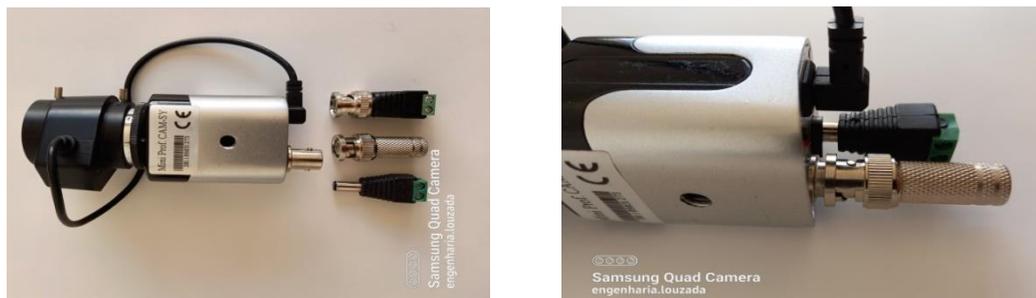
(Figuras 4.6. e 4.7). Esta substituição facilita a montagem do sistema, pois os cabos coaxiais são de difícil trabalhabilidade, sobretudo o cabo de alimentação 24 AWG.

Figura 4.6. Sugestão de cores para utilização de cabo de rede (01). Servo-escravo para conexão com câmeras usando baluns de vídeo e energia e conector RJ-45 (02).



Fonte: Automação Residencial: conceitos e aplicações. 2ª. Edição. (MURATORI e DAL BO, 2014).

Figura 4.7. Conectores baluns para CFTV, para vídeo e alimentação.



Fonte: Bancada de testes. Acervo do autor. 20 jan. 2022.

Pela Norma EIA/TIA 568-B (2014) estão excluídos, por conseguinte, cabos S/FTP, F/FTP, STP, com blindagem em fita aluminada ou por malha trançada de cobre ou alumínio. Tal restrição se dá em função de que a blindagem desses cabos forma um aterramento entre as câmeras e o DVR, criando um indesejável *loop* ou laço de interferência. E, segundo a NBR-5410, item 6.4.1.1, 2008, caso se utilizem cabos com este tipo de blindagem, o mesmo deve ser aterrado junto ao DVR, de modo a não agir como um defletor de campo magnético e interferir em outros equipamentos.

Muratori e Dal BO (2014, p. 65) acordam, por fim, que os baluns e servo-escravos devem ser protegidos, em caixa com IP-66, visando estarem resguardados contra intempéries, responsáveis pelos danos à rede e que causam interferências do sinal.

A tecnologia de captura de imagens um pouco mais onerosa utiliza NVR conectado

a câmeras WIFI IP por rede ethernet, em comunicação sem fio (Wireless) ou por fibra ótica. Capturam, codificam e processam os vídeos e áudios diretamente no formato de dados de computador e os transmitem para um sistema de armazenamento. Com IP-66, trabalham de -10°C a $+50^{\circ}\text{C}$ e Umidade de 95% sem condensação junto ao sistema de lentes. Possuem interface de armazenamento próprio em cartão micro SD de 8 a 128 Gb e proteção própria formada por detecção de movimento e alarme de proximidade, noticiada via SMS (JORTAN, 2023).

A Arquitetura robotizada permite rotações no plano horizontal e movimentos na vertical por um sistema de *joystick* virtual na interface do computador, tablet ou smartphone, gerado pelo aplicativo dedicado Yoosee®. Por estar conectada a um sistema sem fio, precisam apenas de um ponto de alimentação (100 a 240 V_{CA}), para a fonte própria de cada câmera (Figura 4.8.). O cabeamento ethernet garante maior eficácia do sistema, evitando-se a perda do sinal WIFI.

Figura 4.8. Câmera IP WIFI Jortan e sua caixa de conexão.



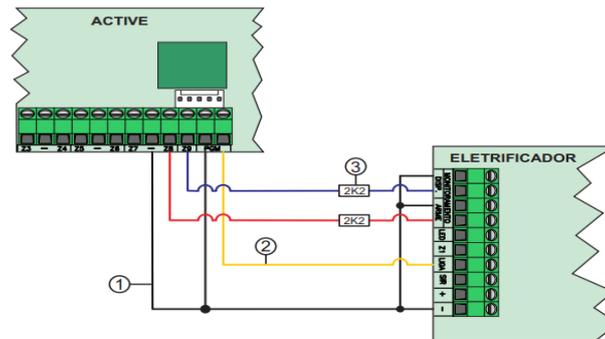
Fonte: Bancada de testes. Acervo do autor. 20 jan. 2023.

Como sistemas de armazenamento acoplados ao NVR pode-se citar o DAS (*Direct Attached Storage*) conectado a um computador ou servidor, podendo ser simplificado a um pen-drive, cartões de memória ou HD externo USB. Unidades mais complexas e, conseqüentemente, mais caras são o NAS (*Network Attached Storage*) que usa uma porta ethernet para guarda própria e remota de dados (nuvem) e o SAN (*Storage Area Network*) usado em redes mais robustas.

Já as centrais de alarme GPRS ou com armazenamento na nuvem e eletrificadores de muros, geralmente, possuem *software* proprietário, fechado, como o *Active Mobile V.4* ou o MOB, da JFL. Contudo, existem condições para a interligação

dessas centrais, garantindo-se assim, uma redundância de autoproteção e de alarme das duas centrais (Figura 4.9.) sem perda da comunicação remota.

Figura 4.9. Esquemático de interligação elétrica da central de alarme GPRS, por módulo de rede ME-03 com um eletrificador de muros.



Fonte: JFL. Disponível em: < <https://jflalarmes.com.br/produtos/alarmes/aplicativo-e-software-alarmes/> >. Acesso em: 05 nov. 2022.

Por fim, o conjunto central de alarme e eletrificadora podem ser integrados ao DVR ou NVR, mantendo-se o aplicativo de Smartphone, bem como interligando todo o sistema, por um módulo de rede ME-03 (JFL), migrando o aplicativo para uma utilização conjunta (Figura 4.10.) e visualização remota em Smartphones.

Figura 4.10. Telas de Smartphone de apresentação do aplicativo JFL em casa integrada.



Fonte: JFL. Disponível em: < <https://jflalarmes.com.br/produtos/alarmes/aplicativo-e-software-alarmes/> >. Acesso em: 05 nov. 2022.

4.3.2. Controle de Iluminação Artificial

A composição da iluminação artificial em uma HIS foi facilitada com o surgimento

das lâmpadas e luminárias em LED. Isto não significa que, por se tratar de HIS possam os moradores ser alijados de um eficiente projeto que vise trazer conforto lumínico e valorização para a habitação. Esta iluminação por LED apresenta eficiência lúmem/Watt alta (Tabela 4.3.), expressando uma iluminação muito maior, por uma fração de potência consumida, e menos calor emitido pela iluminação.

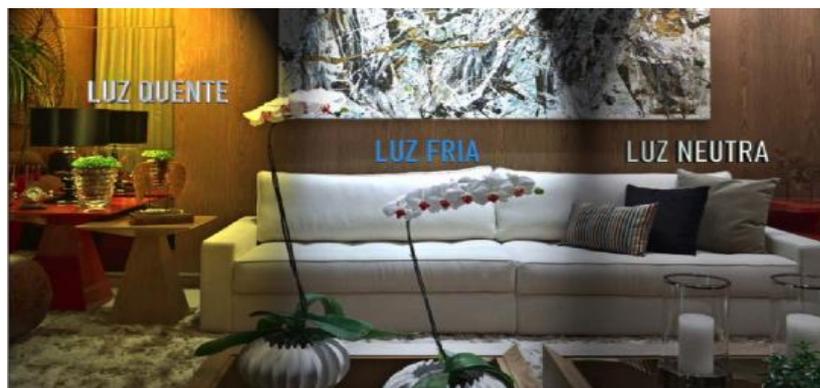
Tabela 4.3. Correlação entre fontes de iluminação artificial.

CORRELAÇÃO ENTRE FONTES DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL			
Tecnologia envolvida	Fluorescente	Fluorescente compacta	LED
Eficiência (lúmem / W)	70 – 115	45 – 60	80 – 140
Vida útil (x 10 ³ horas)	7,0 – 15,0	6,0 – 12,0	15,0 – 50,0
Preço médio (R\$)	8,00 – 20,00	6,00 – 18,00	40,00 – 60,00

Fonte: Associação Brasileira da Indústria da Iluminação (ABILUX). Disponível em: < https://abilux.com.br/noticia/inmetro_lanca_guiia_sobre_uso_de_lampadas_led/ >. Adaptado pelo autor. Acesso em: 20 mar. 2022.

O projeto luminotécnico deve privilegiar o layout e tipologia da HIS. Desta forma, uma iluminação em tom amarelo-alaranjado, designa em arquitetura como “quente ou morno” e que traz descanso deve ser utilizado em quartos e sala (2.700 K). Luminárias isoladas ou centrais, em um tom branco azulado, classificado como “frio” (acima de 6.000 K) estão indicadas para cozinha, banheiro e área de serviço, além da área externa que precisa de plena iluminação (Figura 4.11.).

Figura 4.11. Mesmo ambiente sob diferentes tipos de iluminações.



Fonte: Associação Brasileira da Indústria da Iluminação (ABILUX). Disponível em: < https://abilux.com.br/noticia/inmetro_lanca_guiia_sobre_uso_de_lampadas_led/ >. Acesso: 20 mar. 2022.

O objetivo deste trabalho ao visar à eficiência lumínica pela automatização com Arduino é aplicar no projeto elétrico usual relés para comutação das luminárias que

pode ser elaborada por duas vias. De acordo com a NBR-5410 (2008, seção: 6.2.6.1.1), em um primeiro modo de instalação, o processador pode ser ligado ao módulo relé (Figura 4.12.) via cabos com seção de $0,50 \text{ mm}^2$.

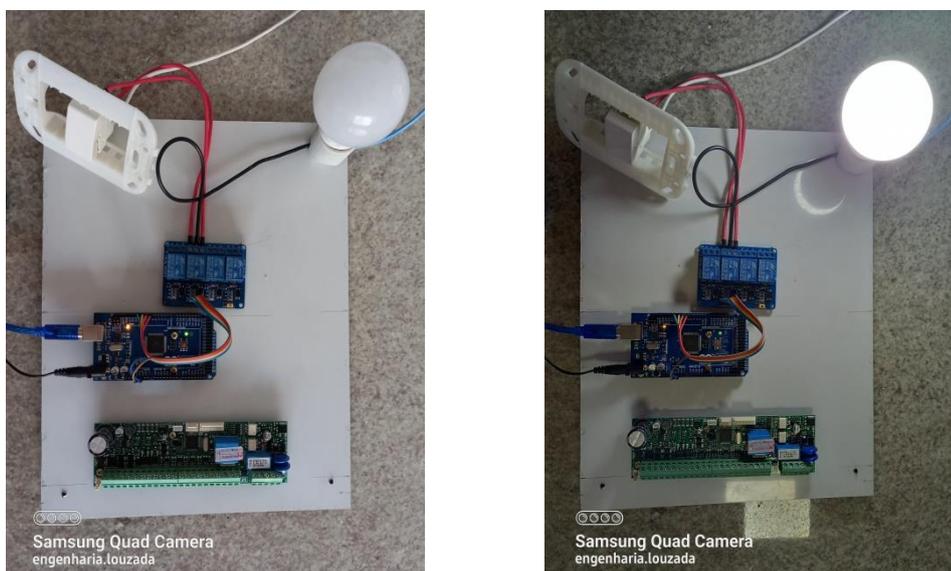
Figura 4.12. Módulo relé com quatro elementos para domótica com Arduino.



Fonte: Bancada de testes. Acervo do autor. 20 mar. 2022.

Ainda segundo a mesma normativa, o módulo, com quantos elementos forem necessários, está inserido em caixas de passagem (5x10 cm ou 10x10 cm) de fundo duplo e, ligado às respectivas luminárias por cabos de bitola mínima de $1,5 \text{ mm}^2$. O circuito é complementado por interruptores de pressão *three way* (figura 4.13.), ou *touchlight*, estes últimos ainda com custo mais elevado, mas que vem sofrendo progressiva redução de custo e encargos de importação, devido à demanda.

Figura 4.13. Módulo relé para domótica com Arduino usando interruptor *three way*.



Fonte: Bancada de testes. Acervo do autor. 20 mar. 2022.

Desta forma, podem as luminárias ser ligadas ou desligadas, seja por comando manual ou por acionamento remoto (*smartphone* ou *tablet*), ou até comando de voz, via *Alexa*®. E, para um projeto ergonômico de iluminação deve haver previsão de pontos mistos dentro do layout da habitação, em conformidade com os hábitos e o dinamismo dos moradores. A alimentação das luminárias será em 127 V_{CA} com o condutor neutro direto enquanto a fase será seccionada no interruptor. Este procedimento evita que a luminária, se ligada em 220 V_{CA} acabe por receber uma corrente residual que escoar para o GND²⁶. Não sendo assim executada e ocorrendo a corrente residual, a luminária, mesmo desligada no interruptor apresenta um brilho débil, em horário noturno, comprometendo a qualidade do sono.

O segundo método para o controle de iluminação não conecta o módulo relé com o processador via cabo, mas há comunicação sem fio em 2,4 GHz por banda ISM, por um módulo HC D-5 *Bluetooth* (Figura 2.8.). Os relés, neste caso (Figura 4.14.) trabalham com o processador, em um caminho de dois sentidos, agindo tanto como atuadores (acionando a iluminação) ou, como sensores (desligando a iluminação) quando a iluminação natural é percebida pelo sensor LDR fotoresistor acoplado.

Figura 4.14. Módulo relé por ligação sem fio.



Fonte: MURATORI, J. R.; DAL BO, P. H. **Automação Residencial:** conceitos e aplicações. 2ª. Ed. Belo Horizonte: Editora Educere Ltda., 2014.

4.3.3. Entretenimento

Devemos observar que o mercado atual popularizou termos como HF e *Bluetooth*, como sinônimos de redes de comunicação sem fio, contudo o primeiro termo não é

²⁶ Luminárias com carcaça metálica têm de ser aterradas (GND), conforme NBR-5410, 2008.

tão recente assim e remonta às primeiras automações ambientais feitas nos Estados Unidos, usando *high-fidelity*. Visava melhor qualidade das mídias em reprodutores de som e imagem, dispositivos estes que devem ter qualidade digital aprimorada.

Com o surgimento de televisões com tecnologia *High Definition* (HD), dotadas de processadores e acesso à internet, bem como recepção de sinal de áudio e vídeo, primeiro via cabo, depois via satélite ou por fibra ótica, tornou-se possível integrar o *Home theater* com amplificadores ambientais (Figura 4.15.), como o Frahn RD Wall²⁷. O aplicativo de fábrica é aberto, permitindo conexão com processadores externos, e controle de suas funções estereofônicas, sendo ligado por cabo de rede, com conector tipo USB ou por conexão *Bluetooth* desde o módulo HC D-5 do Arduíno, com alcance máximo de 10,0 metros.

Figura 4.15. Amplificador Frahn RD Wall



Fonte: Produtos de sonorização Frahn. Disponível em: < https://frahm.com.br/wp-content/webp-express/webp-images/uploads/2019/05/rd_wall_branco_perfil_easy-resize-com_.jpg.webp >.

Acesso em: 20 mar. 2022.

4.3.4. Climatização

O controle do clima interno da casa, que envolve temperatura e umidade, é um dos fatores de bem-estar e conforto para os moradores. Para isso, grande parte das habitações de interesse social de dois quartos (tendo suíte ou não) possuem desde

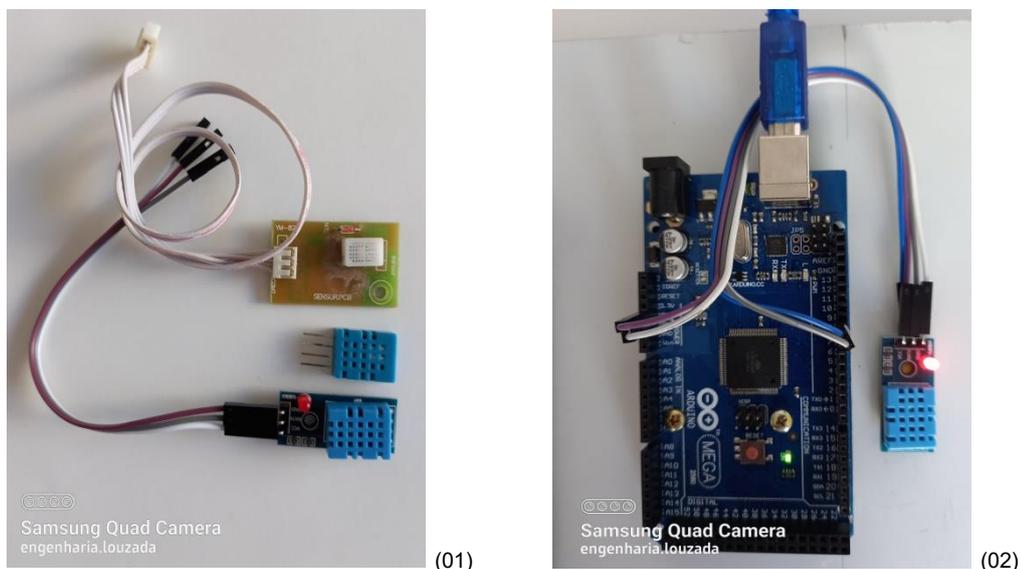
²⁷ São equipamentos formados por dois canais com potência unitária de 30 Watts Root Mean Square (RMS) por longa faixa de tempo. Possuem acoplado, cartão SD e rádio FM, com até quatro caixas de 8 ohms, com alimentação entre 90 e 240 V_{CA}.

o QDC um circuito para ar condicionado, no dormitório principal.

O relatório PMCMV / PCVA (2020, p.47) prevê que na “existência de elementos de paisagismo, há determinação da norma de que o projeto do empreendimento preveja iluminação, arborização e mobiliário urbano adequado para os espaços”. Este paisagístico no conjunto habitacional e condições de sombreamento reduz a incidência solar, favorecendo a eficiência do imóvel quanto ao conforto térmico e consumo energético. A temperatura elevada interna do imóvel traz desgaste físico e psicológico dos moradores. E, de acordo com análise de Mesquita (2008, p.86), responde pela fadiga e exaustão ao longo do tempo semanal de atividades laborais e/ou escolares, quanto à topofobia do empreendimento onde está inserida a HIS.

Segundo APO apontada por Villa et al (2012, p.23)., o redimensionamento elétrico provê a HIS de outras TUE, para instalação de condicionadores de ar, no segundo dormitório e/ou sala, local de maior concentração de atividades Tais aparelhos, no entanto, não trabalham de forma independente, desconsiderando as condições ambientais internas do imóvel, sobretudo na ausência dos moradores. Sensores de temperatura e umidade (figura 4.16.), dispostos em locais estratégicos do imóvel, dão solução, ao medir as grandezas analógicas, e mediante *setpoint*, informam ao processador que aciona os condicionadores de ar, visando conforto térmico.

Figura 4.16. Sensores de temperatura e umidade (01) e sensor conectado ao processador (02).



Fonte: Bancada de testes. Acervo do autor. 20 mar. 2022.

Sensores que trabalham com MQTT, como aqueles da *ANAVI Techonology* são de código aberto, sem fio, trabalhando por Wifi. Estas operações devem estar em sincronia com os sensores dos condicionadores, hoje, quase que na totalidade modelo *inverter*, evitando-se o acionamento em horários de jornada de trabalho dos moradores, quando a temperatura externa é mais elevada, maximizada pelo fato de estar o imóvel fechado.

O acesso remoto via Web, de um ou mais condicionadores é possível, através do processador Arduíno, o qual mede a temperatura e umidade interna do imóvel fechado, informa ao proprietário ausente, e aciona, se solicitado, a unidade resfriadora, preclimatizando o imóvel até a chegada dos moradores. Este acionamento, também, entra em conformidade com os sensores de abertura de portas e/ou janelas, as quais estando abertas inibem o funcionamento dos condicionadores, por razões de eficiência energética.

4.3.5. Fechamento e Controle Lumínico das Janelas

O controle de acesso de pessoas ao imóvel está compatibilizado com medidas de proteção de escalada de muros em cerca elétrica e CFTV, além de se conectar, por meio do processador, com a climatização de ambiente (temperatura e umidade). De igual forma esses subsistemas estão interligados ao fechamento das janelas, de modo automático, para acionamento dos condicionadores de ar.

Este fechamento se dá fisicamente e, em imóveis de alto valor, janelas e portas venezianas trazem, desde fábrica, um sistema motorizado de fechamento, seja por botoeira ou por meio de aplicativo.

Em se tratando de HISLA, as janelas e portas corrediças têm vãos menores (em função do *layout* e dimensões dos cômodos do imóvel), mas não há restrições econômicas que impeçam a automatização dessas janelas e portas. Por serem de menor área de ventilação e iluminação, podem equipamentos menos robustos serem aplicados (motores de passo ou servomotores). Placas como a *CNC Breakout Board*, MACH3 que controla a interface de cinco motores de passo, ou a *Motor Drive Shield L293D*, que faz expansão do módulo, possuem agora preço acessível, sendo

compatíveis com o processador Arduino.

Para o controle lumínico, considerando uma HISLA que as janelas e portas não disponham de persianas de alumínio, também motorizadas, surge o recurso da automatização de persianas, também integrada ao sistema de iluminação artificial. A domótica para este fim encontra no fabricante Loratap® uma excelente razão custo-benefício para o projeto em questão.

O acionamento de cortinas em vários modelos, é feito manualmente em interruptores instalados em caixas de passagem redondas 10x10 cm com profundidade dupla, ou por meio de aplicativo de *smartphone* integrado, aceitando também comando de voz Tuya®, ou Alexa®, (Figuras 4.17 e 4.18.).

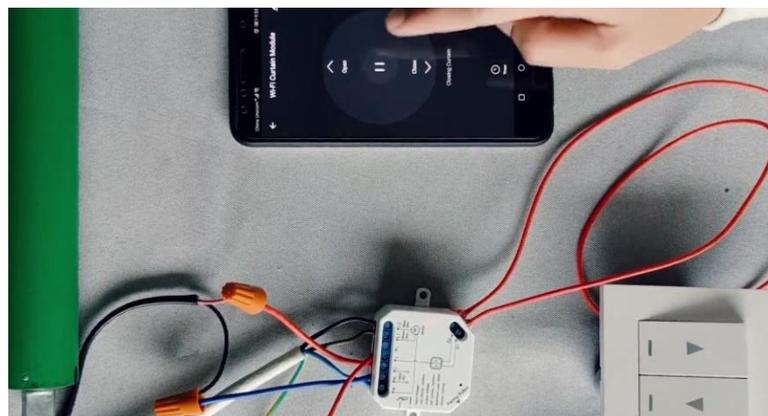
Figura 4.17. Descrição de equipamento automatizador de persianas para janelas ou portas.



Fonte: Loratap, produtos para casa inteligente. Disponível em:

< <https://www.loratap.com/collections/roller-shutter-switch-121> >. Acesso em: 15 mar. 2022.

Figura 4.18. Acionamento da persiana “roller shade” motorizada, por controle manual (botoeira) ou por aplicativo em *smartphone*.

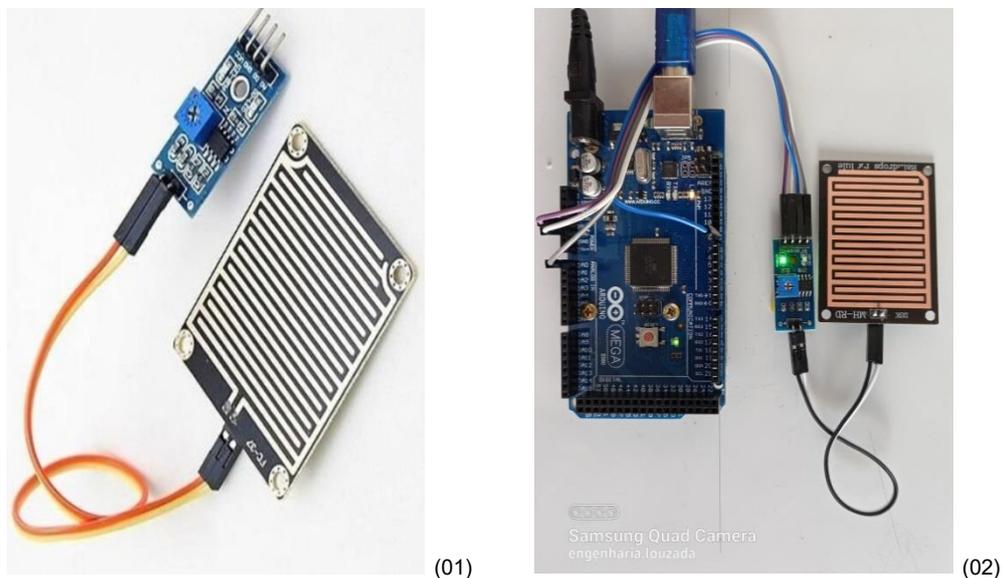


Fonte: Bancada de testes. Acervo do autor. 20 mar. 2022.

Outro procedimento de fechamento de janelas e portas corredeças diz respeito à ocorrência de chuva e respingos contra as vidraças. Este tipo de fechamento e abertura possui hierarquia de valor na programação do processador logo abaixo daqueles de segurança (primeiro) e condicionamento térmico (segundo), contudo, o processador é notificado pelo sensor de respingos, diante da ocorrência de chuva, com janelas abertas. A atuação pode além do fechamento, informar ao morador, por aviso sonoro, indicativo no display do controlador ou notificação SMS.

Arioli (2018, p.22) cita que tais sensores operam com grandezas analógicas, e do mesmo modo que aqueles de temperatura e umidade têm ligação tanto em porta digital, quanto analógica do processador. Isto ocorre porque possuindo mais de um estado entre 0 V_{CC} (sem ação) ou 10 V_{CC} (acionado), a regulagem física do sensor ocorre por meio de um potenciômetro na placa de captura de dados, determinando assim (Figura 4.19.) os limites de operação entre 4 e 20 mA.

Figura 4.19. Sensor de detecção de respingo (01) e sensor conectado ao processador (02).



Fonte: Bancada de testes. Acervo do autor. 20 mar. 2022.

4.3.6. Paisagismo e Automatização de Reservatórios

O relatório PMCMV (2020, p.47) considera todo o acervo paisagístico do empreendimento em que está inserida a HISLA como fator de consolidação dos moradores através dos aparelhos públicos, trazendo bem estar. (MASSOLA, 2016),

por sua vez, esclarece que a topofilia do indivíduo em relação ao ambiente que o cerca está psicologicamente alicerçada no contato com o paisagismo sadio, não desgastado, natural ou construído.

A realidade, contudo, observada pelo próprio relatório PMCMV (2020), quanto aos empreendimentos, foi que pouco é executado em relação à composição paisagística para conjuntos horizontais de HIS. Condomínios verticais são entregues com arborização em calçadas, com gramado junto a passeios e praças verdes internas. Em se tratando de habitação de cunho social inserida em loteamento horizontal, só se cumpre os regulamentos municipais e uma vez entregue e ocupado tal empreendimento, não há uma preocupação em se manter estas áreas verdes conservadas, repassando à municipalidade esta obrigação de fazer.

No terreno da HISLA a situação se repete: o lote é entregue nú, sem paisagismo, ou muros lindeiros e por vezes tem que enfrentar inclinações somente vencidas com construções em arrimo (Figura 4.20). Pressionado por dívidas contraídas tanto com as prestações da habitação quanto com a urgência em murar a residência, garantindo assim, segurança e privacidade, o morador não se condiciona a adquirir acervo paisagístico. A manutenção de jardins e calçadas verdes esbarra na pouca disponibilidade de tempo dos moradores, pois atarefados durante o dia, não se aventuram portão aberto no horário noturno visando irrigação das plantas.

Figura 4.20. Disposição de entrega de unidades do PMCMV.

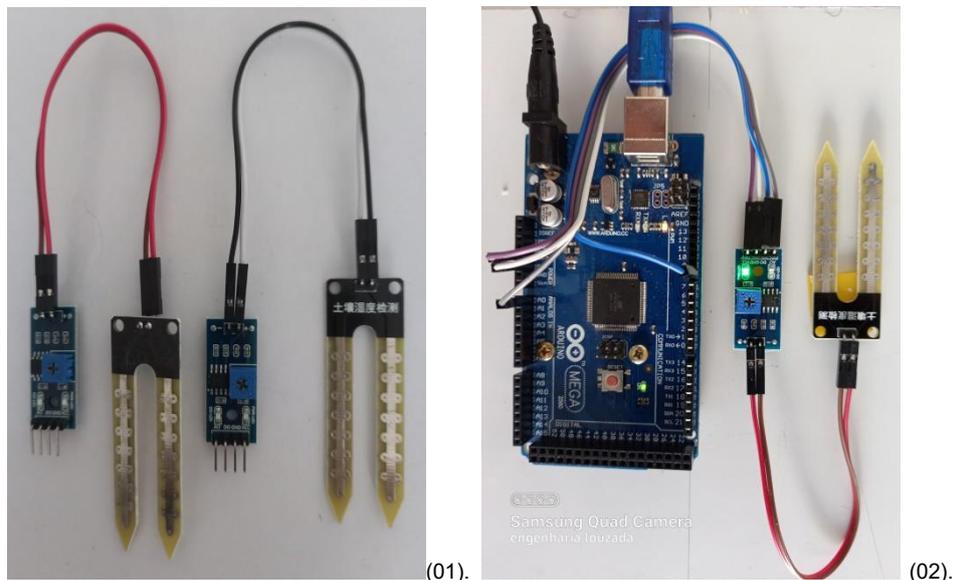


Fonte: *Habitação de Interesse Social no Brasil. V.1. Construindo novas oportunidades: panorama 2020 e foco em desafios prioritários.* [Notas técnicas nº. IDB-TN-2098]. (ELOY et al, 2020)

O processo de irrigação pode ser particionado em etapas. Conforme Arioli (2018, p.24), quando o solo está seco, a saída do sensor apresenta estado *high* ou nível lógico um e quando está úmido ou foi irrigado recentemente, passa ao estado *low* ou nível lógico zero. Os limites de operação (*setpoint*) ficam entre 4 e 20 mA, sendo que a alimentação pode ser feita tanto em 3,3 ou 5 V_{CC}, o que corresponde a corrente aplicada. Esta variação pode ser ajustada por meio de um potenciômetro no sensor, definindo-se o ponto exato em que modificará o estado ou nível lógico, informação passada pela saída digital, ainda segundo Arioli (2018, p.24).

Do mesmo modo que temperatura e umidade interna da residência, a saída analógica A0 reporta uma resolução mais paulatina, o que pode ser reforçada conectando-se um conversor AD ao Arduino. Leituras analógicas são feitas baseando-se no efeito resistivo do solo, diante da passagem elétrica entre as duas hastes do equipamento. Quanto mais úmido, mais baixa é a resistência do solo, facilitando a condução de corrente entre as hastes. O processador, por sua vez, deve colher informações a respeito da umidade média do solo, o que é feito por uma série de sensores denominados higrômetros (Figura 4.21.). Os cabos de ligação entre a haste e a placa de regulagem são curtos (23 cm). Por razões de prevenção a danos, tal placa é transladada para o quadro de automação, substituindo-se por outro cabo 22 AWG crimpado no tamanho necessário.

Figura 4.21. Sensor de umidade do solo (01) e higrômetro conectado ao processador (02).



Fonte: Bancada de testes. Acervo do autor. 20 mar. 2022.

Detectado o estado high (lógica um), o processador aciona uma válvula solenóide conectada à hidráulica de um reservatório com cota mais elevada para abastecer os crivos de irrigação tanto do jardim, quanto de árvores plantadas na calçada.

A alimentação da válvula é de 12 V_{CC} (Figura 4.22.) e como o processador trabalha com uma tensão de até 12 V_{CC}, uma fonte independente acionada por relé é usada. Um recurso incorporado, contudo, é utilizar uma placa para recarga de reservatório HX-M203 (Figura 4.23.1.) trabalhando com sensores de nível, inferior e superior. Neste caso, completando o processo de irrigação o sistema pode ser ligado ao processo de reuso de águas pluviais coletadas ou águas cinza. A água procedente de pias, lavatórios ou de chuveiro é encaminhada para um reservatório inferior com cota do piso, após processo de filtragem e esterilização por lâmpadas ultravioleta.

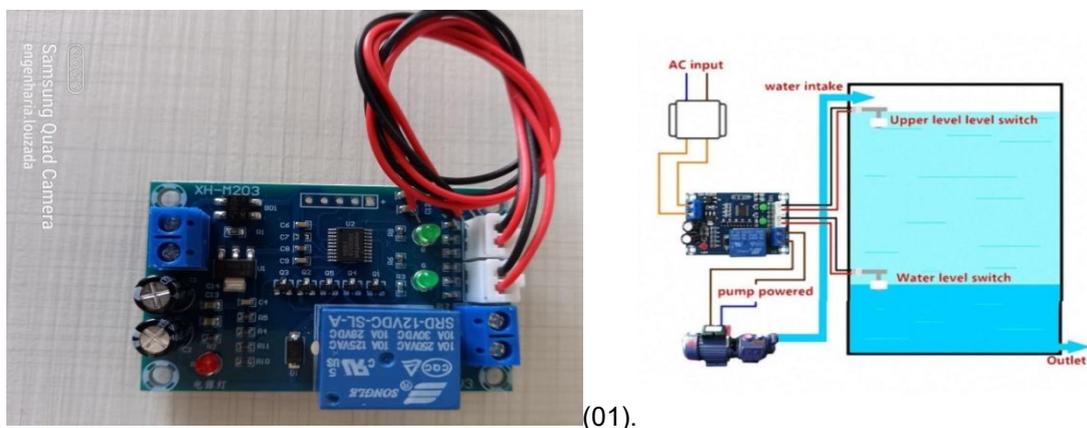
Figura 4.22. Válvula solenóide elétrica água/ar, normalmente fechada - 0 a 10 Mpa.



Fonte: Aicás, eletroválvulas. Disponível em:

< <https://www.aicasacl.com.br/segmentos/uso-geral> >. Acesso em: 20 mar. 2022.

Figura 4.23. Placa de automação para reservatório (01) e idealização gráfica do processo (02).



Fonte: (01) Bancada de testes. Acervo do autor. 20 mar. 2022. (02). Aicás, eletroválvulas. Disponível em: < <https://www.aicasacl.com.br/segmentos/uso-geral> >. Acesso: 20 mar. 2022.

Observa-se que a água de reuso e/ou pluvial não é potável, devendo ter uma rede de serviço própria, conectando-se ao ramal de esgoto somente ao esgotar a capacidade de reserva. Este reservatório inferior deve ser de material plástico resistente e de fácil manutenção, como o polietileno. O volume excedente, verificada a capacidade máxima dos reservatórios deve ser descartado na rede. O percurso da tubulação e acessórios, tanto em planta, quanto em isométricos deve ser especificado em projeto. A norma NBR 13.969 (1997), visando manutenções posteriores no imóvel, determina que toda a rede de reuso esteja pintada em cores que indiquem sua função própria.

Devem ser observados os mesmos requisitos para a placa de captura de dados de umidade do solo para a placa HX-M203, ou seja, os cabos fornecidos pelo fabricante devem ser substituídos por outros de tamanho necessário (20 AWG/0,50 mm²), devidamente crimpados com terminais de alojamento. A placa vai para o quadro de automação, de modo a visualizar os estados dos sensores (em led verde) inferior e superior, ou alimentação da motobomba (led vermelho). A norma NBR-5410 (2008, item 6.4.1.1) dispõe que o aterramento do maquinário é obrigatório.

4.3.7. Medição de Consumo, Detecção e Alarme para Água e Gás.

Em se tratando do consumo em uma residência, água procedente do ramal da concessionária e o fornecimento de GLP não podem ser negligenciados em um processo de automação doméstica. Segundo Lourenço (2018, p.10), projetos de GLP mal dimensionados e defeitos na execução, tanto em mão de obra, quanto na utilização de materiais inadequados são causas de acidentes, muitos deles com sérias consequências. Esses são descritos na NBR-5462 (1994) como: “Defeito crítico: Defeito que provavelmente resultará em condições perigosas e inseguras para pessoas, danos materiais significativos ou outras consequências inaceitáveis”.

De acordo com Franco (2018, p.11) visando, portanto, a confiabilidade e a mantabilidade, previstas na NBR-5462 (1994) o projeto de automação deve prever o abrigo dos botijões de GLP, percurso das tubulações, medidores e controladores e pontos de disposição, seja na cozinha e/ou banheiros quando se utiliza sistema de aquecimento a gás. Percebe-se, de pronto, que a qualidade na execução do serviço,

deve ser alta, bem como o uso de materiais e equipamentos reconhecidos.

Dentre os materiais usados para condução de água, o GLP e ar condicionado o cobre vem operando há algum tempo. Normatizado (NBR-13.206, 2010) para condução de água e ar condicionado (NBR-7541, 2004) tubos de cobre requerem uma instalação eficiente, isolamento específico e controle de qualidade. O isolamento térmico, muitas das vezes, fica aquém das especificações de projeto, motivo de reprovações quanto ao desempenho das instalações. A utilização de termopares junto ao reservatório de acumulação (boiler) e aos pontos de serviço doméstico, mostram a queda de temperatura muito acentuada em face da deficiência de instalação dos dutos e/ou do isolamento. A própria utilização aleatória de tubos, não observando a classificação, onera o serviço ou traz riscos quanto à utilização. Todos os tubos padronizados (Figura 4.24.) trazem impressos a marca, classificação, dimensões e a normalização regulamentadora²⁸.

Figura 4.24. Classificação de tubos de cobre segundo a NBR-13.206/2010.



Fonte: Catálogo de produtos Eluma – Paranapanema – Tubos para construção civil. Disponível em: < <https://www.paranapanema.com.br> > Acesso em: 28 mar. 2022.

Observa-se que as regulamentações quanto ao transporte de gás, para ambientes residenciais e comerciais foram remodeladas (NBR-15.526, 2016) com o surgimento de tubulações de aço revestidas de polietileno, com conexões unidas por termofusão

²⁸ Classe E (tampão verde): uso com água fria e quente e projetos de combate a incêndio por hidrante ou sprinklers; Classe A (tampão amarelo): todos os usos da classe E, bem como GLP, GNL e gases medicinais; Classe I (tampão azul): Para todas as utilizações anteriores, bem como instalações industriais de alta pressão, vapor saturado e condensado.

ou eletrofusão e pressão de serviço de até 1,50 bares. Diferente dos tubos de cobre é inatacável por corrente elétrica e pares galvânicos, aumentando a segurança.

Todos esses fatos mostram o despreparo para instalações de água quente e condução de gases em HISLA. Consoante mostra a Norma NBR-15.526 (2016) em se tratando de condomínios verticais há um rigor maior no que tange ao GLP devido a possuir um reservatório coletivo e ramais que servem às diversas unidades. Para unidades inseridas em um empreendimento horizontal, unifamiliar, não há esta padronização de serviço (muito embora a coletânea de normas e especificações técnicas dos fabricantes indiquem boas práticas) e cada morador arca com as despesas de executar um sistema de distribuição de gás até os pontos de consumo.

Assim surgem os defeitos preconizados na NBR-5462 (1994) e devem ser previstos dispositivos de segurança que alertem e por automação resolvam os problemas de vazamento de gás e água, bem como detectando fumaça e prevenindo incêndios.

Considerando o relatório PMCMV (2020) e avaliações pós-ocupacionais citadas por Villa et al (2012, p.23)., a maioria dos moradores de HISLA unifamiliares passa grande parte do tempo fora do domicílio, em atividade laboral e/ou estudantil. Outras são pessoas idosas ou mesmo portadoras de necessidades especiais, estas últimas prioritárias na aquisição dos imóveis. Assim, de acordo com Ferreira (2010, p.14), esses dispositivos são um fator de preservação de vida, reduzindo acidentes, alguns deles com sérios prejuízos materiais e humanos.

Para um projeto de automação levando-se em contra a mensuração de consumo de água e GLP e detecção de vazamentos ocultos de água, são usadas válvulas de medição que podem trabalhar com 12 V_{CC} ou por meio pneumático.

Neste último caso, usado em projetos mais complexos e mais onerosos, em função de uma linha pressurizada de tubos e conexões, há necessidade de um pressurizador que se comunica com as válvulas por esta linha pneumática. Este tipo de equipamento age como sensor – medindo o consumo – e atuador – interrompendo o fluxo, e por uma linha (GND, V_{CC}, *Imput*) se comunica com o processador. Válvulas atuais possuem uma porta digital e outra analógica, visto que

o fluxo é uma grandeza ponto-a-ponto (Figura 4.25).

Figura 4.25. Válvulas de medição de consumo por efeito Hall e interrupção.



Fonte: Aicás, eletroválvulas. Disponível em: < <https://www.aicasacl.com.br/segmentos/uso-geral> >. Acesso em: 20 mar. 2022.

Para o fluxo de gás, em uma pressão mais elevada, válvulas solenóides específicas (Figura 4.26.) são providas para interrupção de fluxo, detectado algum tipo de anomalia no armazenamento e/ou consumo.

Figura 4.26. Válvula de interrupção de consumo para GLP/GNL e diagrama mecânico.

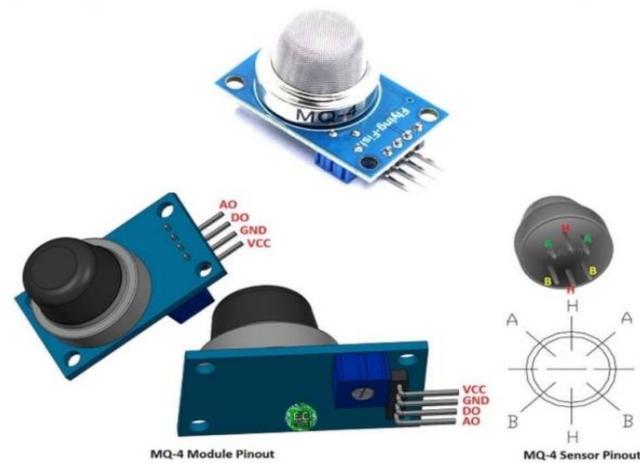


Fonte: Aicás, eletroválvulas. Disponível em: < <https://www.aicasacl.com.br/produto-site/1075a2e90b763ee7> >. Acesso em: 20 mar. 2022.

Consoante Lourenço (2018, p. 20), para interrupção do fluxo medido, devido a algum tipo de irregularidade, o processador deve ser informado por um sensor coadjuvante. Isto inicia uma rotina de resolução do problema, de modos a minimizar os danos no imóvel, evitando-se incêndio e/ou explosão e comunicando o morador por meio de alerta sonoro e mensagem de texto. Dois tipos de sensores, neste caso, podem agir

isolados, em hierarquia na programação, ou em conjunto, se o programa assim determinar. Os primeiros são detectores de fumaça instalados em pontos do imóvel junto ao teto dos cômodos. Há também sensores de detecção de GLP, que por ser mais pesado que o ar seja passível de acumular junto ao piso do imóvel ou escorrer para ralos e dutos subterrâneos, potencializando o perigo. Devem, estes últimos, ser montados no abrigo dos botijões e na cozinha (Figura 4.27.).

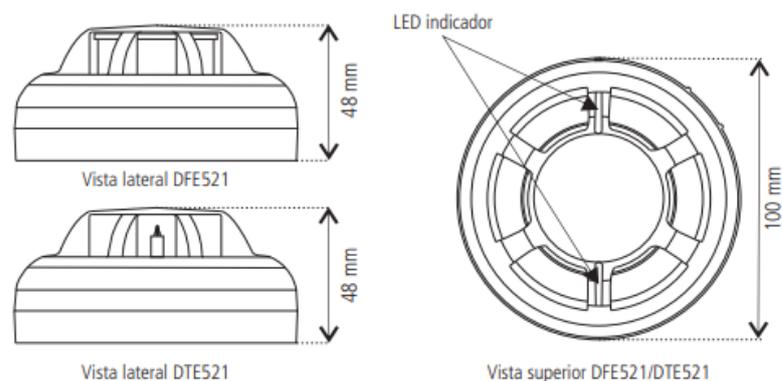
Figura 4.27. Sensor MQ-4 e MQ-6 para detecção de vazamento de GLP, GNL e propano.



Fonte: **Automação Residencial:** conceitos e aplicações. (MURATORI e DAL BO, 2014).

Lourenço (2018, p.24), cita que o sensor detecta concentração de GLP ou GNL em ambientes fechados (em uma faixa de 200 a 10.000 p.p.m.). Possui baixa sensibilidade ao álcool e fumaça, tendo resposta rápida, estável e vida útil longa. Já o sensor de fumaça, de temperatura e incêndio endereçável, possui uma câmara óptica de detecção de partículas de fumaça produzidas na combustão (Figura 4.28.).

Figura 4.28. Sensores DFE-521 e DTE-521, para detecção de incêndio.

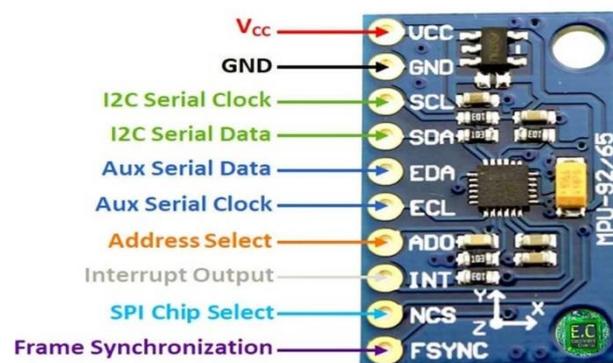


Fonte: INTELBRAS. Disponível em: < https://backend.intelbras.com/sites/default/files/2021-08/Manual_DFE%20521_DTE%20521_02-21_site.pdf >. Acesso em: 20 mar. 2022.

Os sensores de temperatura DTE e fumaça DFE têm função de monitorar a variação de temperatura interna que ultrapassam um valor pré-determinado (*setpoint*) ou uma elevação brusca por dispositivo termovelocimétrico, comunicando-se por meio de aviso sonoro e mensagem (NBR-17.740, 2010; INTELBRAS, 2022).

Muratori e Dal Bo (2014, p. 116) explica que estes sensores, como os de detecção de vazamentos de gás, possuem entradas analógicas e digitais usando um protocolo 12C, desenvolvido pela Phillips®, de modos a conectar vários dispositivos. Utilizam apenas duas linhas de dados: Serial Data (SDA) e Serial Clock (SCL), poupando assim saídas do controlador, que têm um número limitado de saídas: 11 PWM, 8 SERIAL e 2 TWI/12C. Este artifício de poupar saídas do controlador, usando o protocolo 12C pode ser conseguido usando uma placa de suporte, do tipo MPU9250 que se conecta ao Arduíno nas saídas TWI, integrado com a tecnologia *Shield* GSM SIM800L. De acordo com Lourenço (2018, p. 32), estes módulos (Figura 4.29.) juntos podem conectar o Arduíno à internet, independente da placa Ethernet, realizando ligações GSM ou enviando mensagens SMS, vez que integrado ao módulo há um *slot* para cartão SIM, funcionando o sistema como um telefone celular por integração *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* – UART.

Figura 4.29. Módulo MPU-9250 mostrando as duas linhas de dados (SDA e SCL).



Fonte: Automação Residencial: conceitos e aplicações. (MURATORI e DAL BO, 2014).

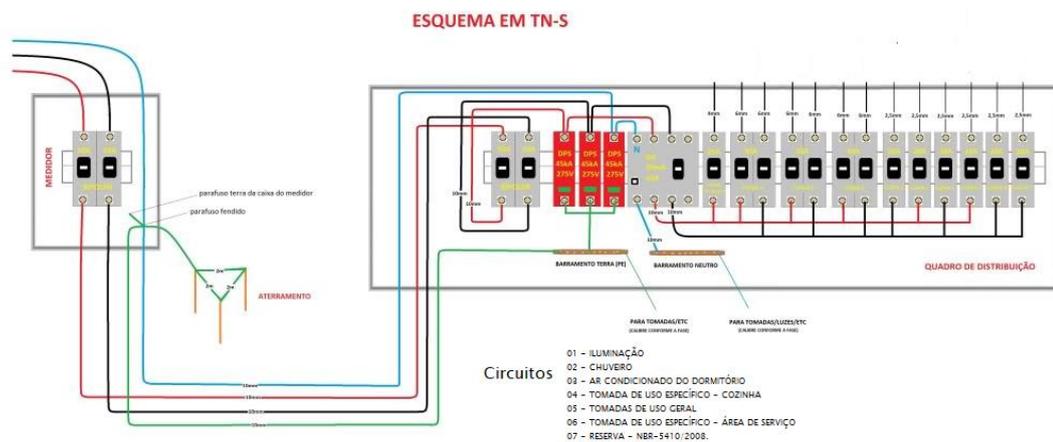
4.4. Prototipagem de HISLA

O Projeto de automação de uma HISLA, anteriormente proposta, parte da premissa de compatibilização de projetos, conforme entendimentos mais modernos. Declinam

Chamusca (2006, p.30), Muratori e Dal Bo (2014, p.36) e Hoppe (2020), que surge um projeto eletroeletrônico, inclusive com linguagens de programação definidas na NBR-NM-IEC 61.131-3 (2004). O modelo arquitetônico utilizado para este trabalho foi o layout de uma residência unifamiliar T-2 SIENGE, com 44,08 metros quadrados do sistema “For Casa”, composto de dois dormitórios simples, banheiro, cozinha anexa a sala de estar e área de serviço situada no externo da habitação. Este *layout* representa a maior percentagem de HISLA edificadas, independente da localização geográfica do empreendimento.

Para a prototipagem da habitação, uma primeira intervenção é feita no QDC, inserindo-se um disjuntor geral bipolar e outro DPS para o neutro. Desta forma o quadro (Figura 4.30.) de 24 elementos passa a ter seis circuitos, deixando-se em reserva outros dois circuitos em disjuntores bipolares²⁹.

Figura 4.30. QDC proposto para HISLA automatizada.



Fonte: Mundo da Elétrica (“*fair use*”). Disponível em: < www.mundodaeletrica.com.br/caixa-de-distribuicao-eletrica-montando-passo-a-passo/>. Acesso em 18 jun. 2023.

A locação do QDC deve estar mais próxima do baricentro de cargas quando então se optou pelo hall de acesso ao banheiro e quartos. E embora não haja normativa ou consenso quanto à altura de instalação de um QDC, considerando o mesmo com 24 elementos e dimensões de 30x30 cm, uma altura proposta foi de 1,50 metros do

²⁹ Este é outro ponto de conflito entre o técnico e o observado nas obras. Muito embora a NBR-5410, 2008, seção 4.2.4 – Divisão das Instalações; 4.2.4.6 – Definição do número de circuitos e 6.5.9.2 – Capacidade de reserva dos quadros preveja espaço para reserva de dois circuitos, as construtoras deixam apenas o espaço, onerando o proprietário, com esta aquisição. No presente trabalho, um disjuntor bipolar de 24 Ampere é deixado no QDC, ficando ainda espaço para outro disjuntor bipolar.

piso acabado. Isto facilita as manutenções posteriores, acesso aos comandos, deixando o espaço abaixo para locação do quadro de automação que tem de ser separado do QDC, conforme NBR-5410, seção 4.2.5.7.

Observa-se que o aterramento TN-S usa o eletrodo de aterramento do padrão da concessionária, mas este aterramento é somente funcional, carecendo, portanto da criação de um BEP – Barramento de Equipotencialização e assim dispor o condutor terra dos diversos circuitos.

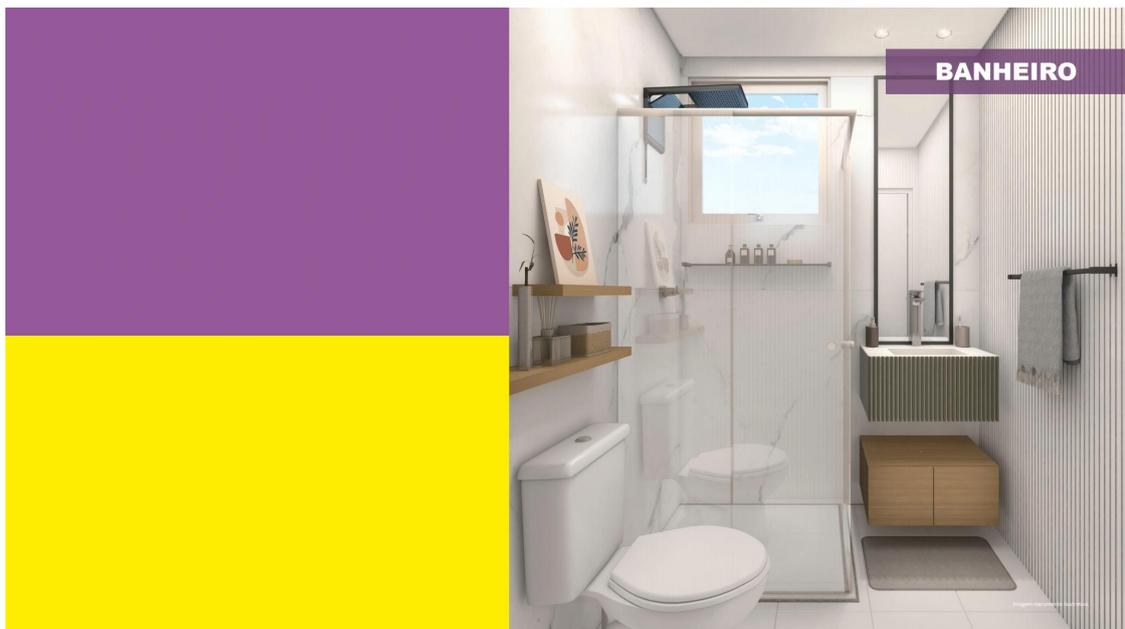
Considerando a posição do QDC, o quadro de automação poderia vir abaixo do mesmo, resguardando os eletrodutos de acesso ao QDC ou ser criado um armário de automação (Figura 4.2., p. 52) acima da laje da edificação. Esta última disposição é mais prática em acomodar os componentes e placas, bem como o NVR e as unidades de armazenamento (*storages*), bem como a central de alarme e o eletrificador de cerca, além do estabilizador de voltagem. A desvantagem neste caso, é que o armário, depois de montado, precisa ser protegido de intempéries e poeiras, bem como tem acesso e manutenção mais trabalhosa. Colocar o armário abaixo e junto da laje, neste mesmo hall de acesso, resolve parte das dificuldades.

Instalados o NVR e as *storages*, as centrais de alarme e eletrificação de muro são retiradas das caixas do fabricante e inseridas em bandejas do rack (Figura 4.31.).

Figura 4.31. Bandejas de rack ou armário de automação.



Fonte: Bihouse Racks. Disponível em: < <https://www.lojabihouseracks.com.br/> >
Acesso em 18 jun. 2023.

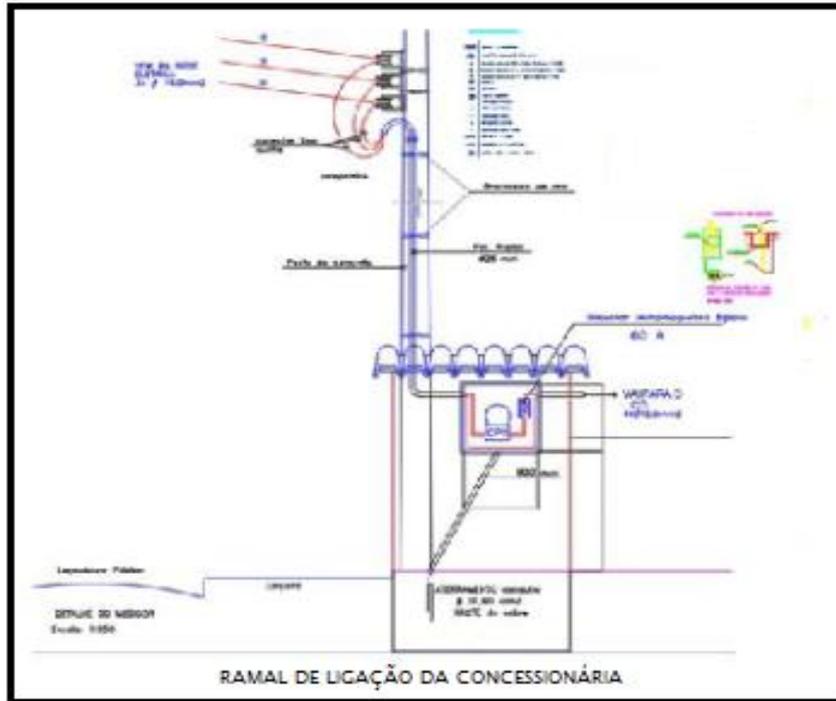


Fonte: For Casa Incorporadora. Disponível em: < <http://www.forcasa.com.br> > Acesso: 20 nov. 2022.

4.4.2. O Projeto eletroeletrônico

Devido à complexidade gráfica, o projeto eletroeletrônico: planta baixa, diagramas unifilares, disposição de cargas será juntado em formato PDF. Por motivo de simplificação, este trabalho não traz os algoritmos de programação computacional na linguagem Blink ou Shell. A programação Ladder e diagrama de blocos são usados em processadores mais robustos (CLP), que elevam os custos da automatização residencial.

Anexo 01 – Ramal de ligação da Concessionária



Fonte: O autor (2023).

Anexo 02 – Distribuição de cargas e Armário ou Rack de automação.

DISPOSIÇÃO DA PLACA ARDUÍNO (VÍDE DETALHE)
ESCALA 1:3

ARMÁRIO LATERAL
ESCALA 1:3

DISPOSIÇÃO DOS PAINÉIS
ESCALA 1:3

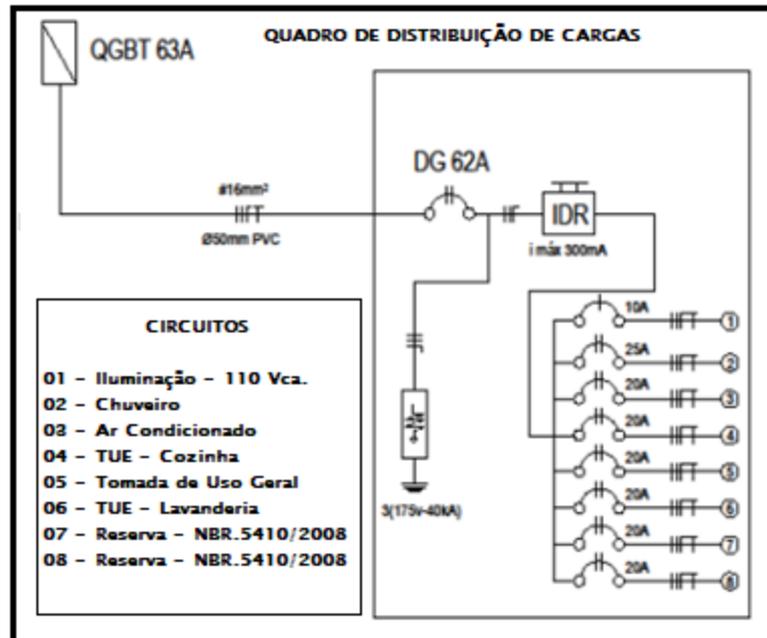
ORÇAMENTO	DESCRIÇÃO	LED 9W	LED 12W	LED 15W	POTÊNCIA (WATTS)	DISJUNTOR	OBSERVAÇÃO
①	Iluminação	4	3	1	87W	1x10A	-
②	Chuveiro				4.500W	2x25A	-
③	Air Condicionado				900W	2x20A	-
④	TDE Cozinha				600W	2x20A	-
⑤	Tomada Geral	19x100w			1.900W	2x20A	-
⑥	TDE Lavanderia				600W	2x20A	-
⑦	Reserva				900W	2x20A	Previsto
⑧	Reserva				900W	2x20A	Previsto
CARGA TOTAL					10.387W		

ARMÁRIO DE AUTOMAÇÃO
ESCALA 1:3

CORRELAÇÃO DE LÂMPADAS	
INCANDESCENTE	LED
400W	7W
60W	9W
75W	12W
100W	15W

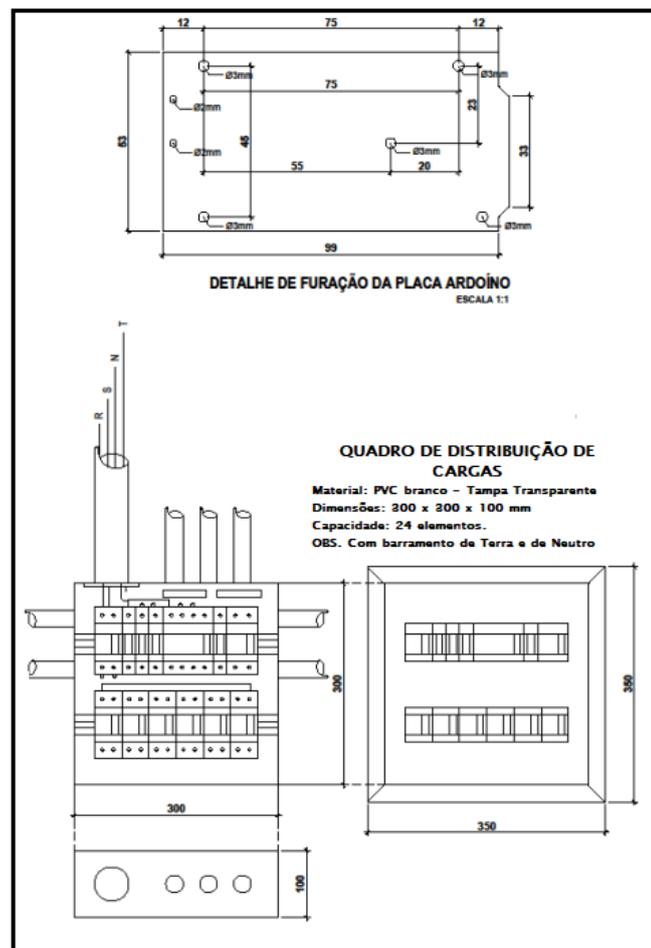
Fonte: O autor (2023).

Anexo 03 – Quadro de Distribuição de Cargas (QDC).



Fonte: O autor (2023).

Anexo 04 – Montagem de Disjuntores e Controle no Quadro de Distribuição de Cargas (QDC).



Fonte: O autor (2023).

Tabela 4.4. Correlação dos planos de automação

CORRELAÇÃO DOS PLANOS DE AUTOMAÇÃO		
Plano	Componente	
Básico Acesso controlado, Climatização, iluminação e Segurança interna e externa.	Processador Arduino Mega 2560	Valor aproximado: R\$4.904,00
	Placa Ethernet Han Run	
	Módulo de Rádio Frequência HC-D5 Bluetooth	
	Câmaras IP WIFI	
	NVR com unidades de armazenamento	
	Sensores de movimento por infravermelho	
	Central de alarme GPRS	
	Eletrificador de Muros	
	Módulo MR-03 de conexão	
	Sirene	
	Cerca elétrica	
	Módulo Relé com quatro elementos.	
	Interruptores Three Way para automação.	
	Modulo Relé sem fio	
Sensor de umidade e temperatura MQQT		
Standard Lazer e entretenimento Controle de Água, GLP e Energia Elétrica.	Todos os itens do plano Básico.	Valor aproximado: R\$6.856,00
	Amplificador Frahn RD Wall	
	Sonorização aparente ou embutida.	
	Motores de passo ou servomotores	
	Placa CNC breakout board Mach3	
	Sistema de automatização de cortinas	
	Sensor de respingo de chuva	
	Placa de conversão AD	
	Sensor Higroscópico	
	Válvula solenoide 12 v DN20	
	Placa de recarga de reservatório HX-M203	
	Motobomba portátil.	
	Tubulação de cobre ou aço-polietileno	
	Válvula de consumo por efeito hall	
Válvula de interrupção de consumo GLP		
Sensor MQ-4 ou MQ-6		
Sensor de fumaça termovelocímetro DFE-521		
Placa suporte MPU-9250 com protocolo 12C		
Avançado	Todos os itens do plano Standard.	Valor aproximado: R\$8.198,00
	Paisagismo e telhados verdes	
	Monitoramento de saúde – sistema Care OS	
	Integração regional – Vizinhança Solidária.	

Observação: lista apenas os componentes mais importantes do processo de automação, sem mencionar o Modem, roteador, cabeamento estruturado, soquetes e outros itens. Os valores incluem mão de obra especializada.

(01) – Como parte do material e equipamentos são adquiridos em plataformas de importação os valores podem variar, ao longo do tempo, de acordo com o câmbio.

Fonte: O autor (jun. 2023).

4.4.4. Checklist de Projeto

Segundo Poplade (2016, p. 67, 68) para projetos de automação residencial,

envolvendo cercas eletrificadas, há necessidade de se criar uma rotina documental (Tabela 4.5.), visando prevenção de acidentes de vizinhança. Embora não existente em várias prefeituras, e pouco vistoriado pelos vários Conselhos de Classe, tal rotina, especificada pelo CREA-PR, pode ser descrita como:

Tabela 4.5. Rotina de implantação de cercas eletrificadas

ROTINA DE IMPLANTAÇÃO DE CERCAS ELETRIFICADAS	
Fase	Rotina documental
01	Certidão Negativa de Débito - CND
02	CND sobre Imposto Sobre Serviço
03	ISS da firma ou do profissional responsável
04	Autorização do síndico com firma reconhecida, quando em condomínio
05	Registro do imóvel atualizado em nome do proprietário
06	ART do projeto de cerca eletrificada informando o comprimento total
07	ART de execução da cerca eletrificada informando o comprimento total
08	Guia de pagamento das ART
09	Laudo de ensaio do equipamento
10	Requerimento padrão municipal sobre a cerca (código de posturas) ¹
11	Termo de responsabilidade assinado pelo proprietário e técnico ²

Observação: (01) – Decreto nº. 1.255/2005 da Prefeitura Municipal de Curitiba-PR.
 (02) – Havendo projeto e execução por firmas e/ou profissionais diversos, ambos têm de assinar o termo de responsabilidade.
 (03) – Documentação varia de acordo com os regimentos municipais.

Fonte: Segurança Eletrônica: CREA-PR. (POPLADE, 2016).

Ainda descreve Poplade (2016, p. 74) que o projeto de automação residencial é um projeto eletromecânico, com componentes sensíveis e sujeitos a manutenção preditiva, preventiva e corretiva ao longo da utilização corriqueira, sobretudo quando se tem em conhecimento que muitos dos componentes são importados. Deve, por conseguinte, ser amparado por documentação que traga confiabilidade para o cliente contratante e resguardo jurídico (LGPD) para o integrador contratado.

Assim sendo, desde a fase de anteprojeto, o integrador deve manter uma interface próxima com o cliente, no sentido de sanear quaisquer dúvidas, oferecendo, de acordo com a AURESIDE (2022) um pós-venda que repercute na crescente demanda do mercado.

Poplade (2016, p. 75, 76) apresenta de modo bem específico, a documentação e marcha de serviços de automação propostos, como uma sugestão que varia em

cada caso pelo tamanho e complexidade da obra, localização e dispostos legais municipais (Tabela 4.6.):

Tabela 4.6. Checklist documental de automação residencial

CHECKLIST DOCUMENTAL DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	
Fase	Descrição do evento
01	Orçamentação
02	Contrato de prestação de serviço
03	Documentação para licenciamento
04	Anotação de Responsabilidade Técnica do projeto e da execução
05	Vistoria local prévia.
06	Projeto de automação residencial
07	Memorial técnico
08	Lista de materiais
09	Projeto eletromecânico (automação) aprovado por órgãos públicos.
10	Licenças aprovadas por órgãos públicos ¹
11	Apresentação de As Built
12	Apresentação de termo de garantia
13	Termo de aceite do cliente
14	Nota fiscal de prestação do serviço com início do prazo de garantia legal.

Observação: (01) – Decreto nº. 1.255/2005 da Prefeitura Municipal de Curitiba-PR.

Fonte: Segurança Eletrônica: CREA-PR. (POPLADE, 2016).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em uma imersão dos vários conceitos de habitação, particularmente daquela de interesse social foi proposta uma discussão do por que a indústria da construção civil ter resistência em alocar avanços tecnológicos, utilizando domótica, que as tornem mais eficiente energeticamente. O problema é complexo, até mesmo na pluralidade de designações de habitação, seja pela academia, seja por corporações de classe, ou o recorte publicitário especializado, levando a uma análise qualitativa, para localizar o objeto do estudo de caso, que corresponde a maior fração percentual de HIS, dentre os vários empreendimentos, horizontais e verticais.

A metodologia utilizou o estudo de necessidades e avaliação pós-ocupacional colhidas na literatura (Abiko e Ornstein, 2002; Villa, Saramago, Bortoli e Pedrosa, 2013; Villa, Bruno e Santos, 2020 e PMCMV, 2020) e através da ferramenta APO computacional “Como você mora?” foi apontada uma árvore de problema ou principais demandas e possíveis soluções para os moradores de uma HIS inserida em um loteamento aberto:

Coligindo as Avaliações Pós-Ocupacionais colhidas (PMCMV, 2020; MORAHABITAÇÃO, 2020) se tem que os moradores das HIS inseridas em loteamentos abertos, têm alto grau de insatisfação com a arquitetura, com o desempenho das edificações e com a localização das mesmas em franjas urbanas. Notadamente, a inovação das APO eletrônicas (MORAHABITAÇÃO, 2020) enfatizaram estas topofobia, porquanto os moradores puderam se colocar no resguardo da LGPD quanto a seus dados pessoais.

Este trabalho mostrou divergências sérias entre o teorizado no PMCMV/PCVA e os fatos levantados pelo mesmo PMCMV (2020) e outros autores (TUSCHUMI, 2013; ONO et al., 2018; VILLA et al., 2020 e SIENGE, 2022). De uma ineficiência da mão de obra alocada nos canteiros e de uma gestão de custos equivocada até condescendência dos órgãos de classe e do poder público fiscalizatório (SOUZA, 2005; 2006; HOPPE, 2020). E, não se trata de empreendimentos com seus parâmetros técnicos e financeiros, mas da personificação de anseios de uma fração da sociedade que necessita de moradia dentro de critérios objetivos mínimos de: salubridade, durabilidade, conforto e acesso aos equipamentos urbanos de segurança, escolaridade, mobilidade e saúde.

Foi demonstrado que um projeto de domótica para HIS deveria impactar a edificação ainda em sua fase construtiva, modificando o trajeto dos eletrodutos, expandindo o QDC para receber novos elementos e a rede elétrica para acomodar novos condutores, dispositivos e aterramento. Surgindo, então, um novo tipo de projeto elétrico, que ultrapassa até mesmo a revisão da NBR-5410 (2008) e defendido por autores (MURATORI e DAL BO, 2014; CHAMUSCA, 2006 e STATISTA, 2020 e AURESIDE, 2021).

A análise quantitativa procurou focar nas demandas de uma habitação de interesse social dito padrão, ou seja, inserida em loteamento horizontal, aberto, com área construída média de 42,00 m², entregue (PMCMV 2020), com lote nú, sem paisagismo, sem muros laterais, frontais e de fundos, não geminada e passível de ampliação futura por parte dos moradores. Unidade com dois dormitórios, banheiro, sala, cozinha e área de serviço. Não foi contabilizada a área destinada ao abrigo de automóvel, a ser construída pelo proprietário do imóvel.

Considerando o Custo Unitário Básico da construção (CUB-MG, 2023), para edificações residenciais R-1, em maio/2023, de R\$2.180,57, tal HIS teria custo final de aproximadamente R\$100.000,00 (cem mil reais), considerando as taxas cartorárias e documentais. Este valor inclusive leva em conta que os empreendimentos trabalham com milhares de unidades, o que traz redução do custo devido à mobilização e desmobilização de equipamentos.

Desta forma, as propostas de automatização da HISLA, desde o plano básico, repercutem menos de 10% (dez por cento) do custo do imóvel, ainda que o plano mais avançado contemple serviço de *home care* e vizinhança solidária. Em se tratando de milhares de unidades habitacionais edificadas, o custo com automação decresce sistematicamente. Considerando um empreendimento de 2.000 (duas mil unidades), em franja municipal, no prazo de cinco anos o custo seria amortizado pela diminuição de solicitações de intervenções agudas do Estado (segurança pública e saúde) e pela não dilapidação criminosa do patrimônio do proprietário.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O tema: Habitação de Interesse Social é envolvente porque nos traz aquela sensação de tentar se colocar no lugar do outro para resolução dos anseios e necessidades. Todos: Academia, poder público, conselhos de classe e recorte publicitário especializado, devem participar desta solução. Desde o advento do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R, 2007), proposto pelo governo federal e conceituadas instituições como o LabEEE./UFSC, muitas medidas foram propostas teoricamente, mas poucas tiveram adesão dentro da indústria da construção civil. Decorridos quinze anos o aparato tecnológico nas residências pouco modificou e a própria revisão da NBR-5410 (2008) foi atropelada pelo uso de normativas internacionais, face às inovações disruptivas que são acessíveis, simples e convenientes.

Isto sugere apontar uma resposta ao tema alvo desta pesquisa sobre domótica em habitações de cunho social. A resistência parece não ser somente institucional calcada nos quesitos de custo-benefício e violação de privacidade dos moradores. Ou estrutural, passando pelo alicerce do Sistema Financeiro da Habitação e seu

sustentáculo político-administrativo, bem como mercadológico em maximizar qualidades em um produto não possui.

Os objetivos propostos foram completados, visto ter demonstrado que a tecnologia se tornou mais acessível nos últimos anos ao mercado consumidor. A mão de obra, por sua vez, com os impactos do COVID-19 nunca teve tanto acesso à escolarização e melhoria na qualificação. Por último houve um aporte facilitado de linhas de crédito voltadas ao mercado da construção civil. Tudo isso justifica uma expansão do mercado de casas conexas, linha que muitos países têm tomado nos últimos anos (STATISTA, 2020; AURESIDE, 2020; SIENGE, 2022).

Uma fase posterior deste trabalho, focando-se nestas novas tecnologias e confrontando-o, como pesquisa de campo, em trabalho acadêmico, ao estudar as necessidades dos moradores e as avaliações pós-ocupacionais elevaria a qualidade do mesmo. Composições técnicas físicas e financeiras desmitificariam o quesito custo-benefício, enquanto que a inclusão da moradia, primeiro na vizinhança lindeira, depois na territorialidade em que está inserida (VIZINHANÇA SOLIDÁRIA, 2020), elevaria o senso de pertencimento e inclusão, sem ter ruptura de privacidade.

O bem estar colhido pelos moradores seria a semente desta expansão.

REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABIKO, A. K. **Introdução à Gestão Habitacional**. São Paulo: EPUSP, 1995. 31p. (Texto Técnico / Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/12). Disponível em: < http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/TT_00012.pdf >. Acesso em: 20 dez. 2021.

ABIKO, A. K; ORNSTEIN, S. W. **Inserção Urbana e Avaliação Pós Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social**. Coletânea Habitare / FINEP. V. 1. São Paulo: FAUUSP, 2002.

ALMEIDA, R. S. **Repensando a questão do habitat no Brasil**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro: IBGE, v. 57, n. 4, p.105-118, out./ dez. 1995. Disponível em: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100643.pdf> >. Acesso em: 22 dez. 2021.

ARIOLI, A. **Fundamentos de Sistema de Controle**. (notas de aula) Disciplina de especialização (MBE) em Gestão da Automação Industrial, UNINTER. 2018-2019. Curitiba: Uninter, 2018. 156p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA ILUMINAÇÃO. **ABILUX**. INMETRO informa sobre tecnologia de iluminação e guia de uso em LED. Disponível em: < https://abilux.com.br/noticia/inmetro_lanca_guia_sobre_uso_de_lampadas_led/ >. Acesso: 20 mar. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E PREDIAL. **AURESIDE**. Temas técnicos: Sistemas de segurança cada vez mais se integram aos de automação residencial in *Herald Democrat*. Disponível em: < [Automação - Temas Técnicos: Resultados da pesquisa Segurança, Sistemas de Segurança \(aureside.blogspot.com\)](#) >. Acesso em: 01 nov. 2021.

_____. **AURESIDE**. Temas técnicos: Envelhecimento conectado in *Z-wavealliance.org*. Disponível em: < [Automação - Temas Técnicos: Envelhecimento conectado \(aureside.blogspot.com\)](#) >. Acesso em: 08 nov. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Atualizada em 17.03.2008, 217p. Disponível em: < https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5810747/mod_resource/content/1/NBR5410%20-%20Instala%C3%A7%C3%B5es%20el%C3%A9tricas%20de%20baixa%20tens%C3%A3o.pdf >. Acesso em: 03 mar. 2021.

_____. **NBR-5419-1**: Proteção contra descargas atmosféricas – Princípios gerais. Rio de Janeiro, 2015. 36p. Disponível em < <http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/NBR-05419-01-Prote%C3%A7%C3%A3o-de-Estruturas-Contra-Descargas-Atmosf%C3%A9ricas.pdf> >. Acesso em: 03 mar. 2021.

_____. **NBR-5462**. Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994. 37p. Disponível em: < <https://idoc.pub/queue/nbr-5462-tb-116-confiabilidade-e-mantenabilidade-qvnd08z3rg4x> >. Acesso em: 20 mar. 2022.

_____. **NBR-13.206**. Tubo de cobre leve, médio e pesado, sem costura, para condução de fluídos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2010. 9p.

_____. Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação: **NBR-13.969**. Rio de Janeiro, 1997. 60p. Disponível em: < https://www.academia.edu/4313638/NBR_13969_1 >. Acesso em 25 abr. 2022.

_____. **NBR-15.526**. Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais. Rio de Janeiro, 2016. 52p. Disponível em: < https://www.academia.edu/42235619/ABNT_NBR_15526_2016_Atualizada >. Acesso em: 25 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da Economia. Relatório de Avaliação: Programa Minha Casa Minha Vida. Dezembro 2020. 85p. Disponível em: < <https://www.gov.br/cgu/pt-br/assuntos/noticias/2021/04/cgu-divulga-prestacao-de-contas-do-presidente-da-republica-de-2020/relatorio-de-avaliacao-pmcmv.pdf> >. Acesso em: 25 abr. 2022.

_____. ANEEL. Mapa Brasileiro de Tensões Nominais do Sistema Interligado Nacional. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/tensoes-nominais> >. Acesso: 15 dez. 2021.

_____. Lei nº 11.124 de 16 de junho de 2005: Dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social - SNHIS, cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social - FNHIS e institui o Conselho Gestor do FNHIS. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/11124.htm >. Acesso em: 15 dez. 2021.

_____. Lei 11.888, de 24 de dezembro de 2008. Assegura às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social e altera a Lei nº. 11.124, de 16 de junho de 2005. DF, 2008. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/11888.htm >. Acesso em: 15 dez. 2021.

_____. Lei Nº 11.977, de 7 de julho de 2009. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a Regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas e dá outras providências. DF, 2009. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/11977.htm >. Acesso em: 18 dez. 2021.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. Programa Casa Verde e Amarela. Disponível em:

< <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/casa-verde-e-amarela>>. Acesso em: 18 dez. 2021.

_____. Ministério do Meio Ambiente; CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável; PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas. Subsídios para a promoção da construção civil sustentável. Versão 1. Novembro 2014. Disponível em: <

http://www.cbcs.org.br/_5dotsystem/userfiles/mma-pnuma/aspectos%20da%20construcao%20sustentavel%20no%20brasil%20e%20promocao%20de%20politicas%20publicas.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2021.

_____. Ministério das Cidades. Programa Casa Verde e Amarela. Portaria n. 660. Disponível em: < https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/50484132/do1-2018-11-16-portaria-n-660-de-14-de-novembro-de-2018-50483803>. Acesso em: 20 abr. 2022.

CATÁLOGO de produtos – Documento técnico. **Cabolider**. Disponível em: < <https://cabolider.com.br/#produtos/cabo-manga>>. Acesso em: 18 mar. 2021.

CATÁLOGO de produtos – Documento técnico. **Eluma - Paranapanema**. Tubos para construção civil. Disponível em: < <https://www.paranapanema.com.br>> Acesso em: 28 mar. 2022.

CATÁLOGO de produtos – Documento técnico. **Intelbrás**. Sensores de fumaça endereçável DFE-521 e Sensores de temperatura endereçável DTE-521. Disponível em: < https://backend.intelbras.com/sites/default/files/2021-08/Manual_DFE%20521_DTE%20521_02-21_site.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.

CHAMUSCA. A. **Domótica e Segurança Eletrônica**: A Inteligência que se instala. Lisboa: Ordem dos Engenheiros, 2006. 224p.

DISTEFANO III, J.J.; STUBBERUD, A.R; WILLIANS, I. J. **Sistemas de Controle**: Coleção Schaum. 2ª. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 512p.

ELOY, C.M.; HERNANDEZ, F.J.R.; ESPINOSA, J.A.G.; BAUTISTA, J.J.C.; AMERO, L.I.J.T.; NARDONI, R. **Habituação de Interesse Social no Brasil. V.1**. Construindo novas oportunidades: panorama 2020 e foco em desafios prioritários. [Notas técnicas n°. IDB-TN-2098]. Brasília: Banco Interamericano de Desenvolvimento. 2021, 231p. Disponível em: < <https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Habitacao-de-interesse-social-no-Brasil-construindo-novas-oportunidades-panorama-2020-e-foco-em-desafios-prioritarios.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2022.

_____. **Habituação de Interesse Social no Brasil. V.2**. Propostas sobre sistema de registro da demanda e seleção de beneficiários. [Notas técnicas n°. IDB-TN-2175]. V.2. Brasília: Banco Interamericano de Desenvolvimento. 2021, 119p. Disponível em: < <https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Habitacao-de-interesse-social-no-Brasil-propostas-sobre-sistema-de-registro-da-demanda-e-selecao-de-beneficiarios.pdf>>. Acesso em 05 nov. 2022.

_____. **Habituação de Interesse Social no Brasil. V.3**. Propostas para melhorias ao Sistema de Financiamento Habitacional. [Notas técnicas n°. IDB-TN-2238]. Brasília: Banco Interamericano de Desenvolvimento. 2021, 161p. Disponível em: < <https://publications.iadb.org/pt/habitacao-de-interesse-social-no-brasil-propostas-para-melhorias-ao-sistema-de-financiamento-habitacional.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2022.

_____. **Habituação de Interesse Social no Brasil. V.4**. Propostas sobre melhorias habitacionais. [Notas técnicas n°. IDB-TN-2178]. V.4. Brasília: Banco Interamericano de Desenvolvimento. 2021, 125p. Disponível em: < <https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Habitacao-de-interesse-social-no-Brasil-propostas-sobre-melhorias-habitacionais.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2022.

_____. **Habituação de Interesse Social no Brasil. V.5**. Propostas sobre Locação Social. [Notas técnicas n°. IDB-TN-2179]. V.4. Brasília: Banco Interamericano de Desenvolvimento. 2021, 95p. Disponível em: < <https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Habitacao-de->

[interesse-social-no-Brasil-propostas-sobre-locacao-social.pdf](#) >. Acesso em: 05 nov. 2022.

_____. **Habituação de Interesse Social no Brasil. V.6.** Propostas sobre Referencial Nacional de Preços de Imóveis. [Notas técnicas nº. IDB-TN-2180]. Brasília: Banco Interamericano de Desenvolvimento. 2021, 51p. Disponível em: <

<https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Habitacao-de-interesse-social-no-Brasil-propostas-sobre-referencial-nacional-de-precos-de-imoveis.pdf> >. Acesso em 05 nov. 2022.

_____. **Habituação de Interesse Social no Brasil. V.7.** Propostas sobre a Sustentabilidade Socioambiental. [Notas técnicas nº. IDB-TN-2181]. Brasília: Banco Interamericano de Desenvolvimento. 2021, 115p. Disponível em: <

<https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Habitacao-de-interesse-social-no-Brasil-propostas-para-a-sustentabilidade-socioambiental.pdf> >. Acesso em 05 nov. 2022.

FERREIRA, V.Z.G. **A Domótica como instrumento para melhoria da qualidade de vida dos portadores de deficiência.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia da Automação Industrial) – Instituto Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010, 41p.

FRANCO, A. C. B. **Sistemas supervisórios:** Disciplina de especialização (MBE) em Gestão da Automação Industrial, UNINTER. 2018-2019. Notas de Aula. Curitiba: Uninter, 2018. 178p.

HOPPE, M. F. F. **Inovações tecnológicas na construção civil.** (notas de aula). Disciplina de especialização em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos, Escola de Arquitetura. UFMG. 2020-2022. Belo Horizonte: UFMG. 230p.

LOURENÇO, F. G. **Modelo de um dispositivo de segurança para detecção do vazamento do gás de cozinha com bloqueio do circuito elétrico.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro, 2018. 54p.

MASSOLA, G. **GUSTAVO MASSOLA FALA SOBRE PSICOLOGIA AMBIENTAL NO 4º SEMINÁRIO NACIONAL DE MOBILIDADE URBANA.** Seminário de Psicologia Ambiental. Disponível em: <
<https://www.youtube.com/watch?v=QILAn7WNuIQ> >. Acesso em: 18 set. 2021.

MEDEIROS, H. **Casa do futuro:** Soluções que permitem o monitoramento à distância das instalações da casa, visando redução de consumo e alto desempenho. Revista Técnica. n. 143, p. 126-131, março/2020. Disponível em: < www.aurside.org.br/antigo/artigos/techne.pdf >. Acesso em: 05 jan. 2021.

MESQUITA, A. P. **Dos Fragmentos à Totalidade?** Mobilidade e Legibilidade Urbana de Uberlândia. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: UFU, 2008. 294p.

MURATORI, J. R.; DAL BO, P. H. **Automação Residencial:** Conceitos e aplicações. 2ª. Ed. Belo Horizonte: Editora Educere Ltda., 2014. 206p.

ONO, R.; ORNSTEIN, S. W.; VILLA, S. B.; FRANÇA, A. J. G. L. (Org.) **Avaliação Pós-Ocupação (APO) na Arquitetura, no Urbanismo e no Design:** da Teoria à Prática. 1ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018. 312p. ISBN: 978.85.7975.306.0

PINHEIRO, A. C. F. B; CRIVELATO, M. **Tecnologia de Obras e Infraestrutura.** 1ª Ed. São Paulo: Érica, 2014. 128p.

POPLADE, S. L. **Segurança Eletrônica.** Curitiba: CREA-PR. 2016. 82p.

PRUDENTE, F. **Automação Industrial – PLC:** Programação e Instalação. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2011. 347 p.

REDES de comunicação industrial – Documento técnico n. 2. **Schneider Electric.** Disponível em: <
https://www.schneider-eletric.pt/documents/product-services/doctecnico_redes.pdf >. Acesso em: 10 mar. 2021.

SIENGE-MG. **Habitação de interesse social**: o que é e quais as características. Disponível em: < <https://www.sienge.com.br/blog/habitacao-de-interesse-social/> >. Acesso em: 20 mai. 2021.

SOUZA, U.E.L. **Como reduzir perdas nos canteiros**: Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: PINI, 2005, 128p.

SOUZA, U.E.L. **Como Aumentar a Eficiência da Mão-de-Obra**: Manual de Gestão da Produtividade na Construção Civil. São Paulo: PINI, 2006, 98p.

TSCHUMI, B. **Teoria do Prazer na Arquitetura**. Slideshare. Comentários de Bárbara Castro. Disponível em: < https://pt.slideshare.net/barbaracastr0/brbara-castro-arquitetura-do-prazer?next_slideshow=36114289 >. Acesso em: 20 jan. 2022.

UFMG. **Diretrizes para Normalização de Trabalhos Acadêmicos da UFMG**: [recurso eletrônico]. Trabalhos de conclusão de curso, monografias de especialização, dissertações e teses / Izabel Antonina de Araújo... [et al]. -- Belo Horizonte: RI-UFMG, 2020. Recurso on-line (32p: il., pdf). Disponível em: < <https://www.repositorio.ufmg.br/static/politica/diretrizes-para-normalizacao-de-trabalhos-academicos-da-ufmg.pdf> >. Acesso em: 26 fev. 2021.

VILLA, S.B.; BRUNO, D.C.; SANTOS, A.L.T. **Avaliação pós-ocupação de qualidade na habitação por meio do aplicativo “Como você mora?”**: estudo de caso na cidade de Uberlândia. Scielo Brasil. Simpósio brasileiro do Programa do Ambiente Construído. 20 (3). jul./set. 2020. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/ac/a/LfVXrvsdJyJrdflPgbxtBH/?lang=pt#ModalFig4> >. Acesso em: 22 jan. 2022.

VILLA, S. B.; BRUNO, D. C.; SANTOS, A. L. T. **Avaliação pós-ocupação da qualidade na habitação por meio do aplicativo – “Como você mora?”**: estudo de caso na cidade de Uberlândia. Revista Ambiente Construído (Online), v. 20, p. 225-247, 2020. Disponível em: < <https://morahabitacao.files.wordpress.com/2020/07/1678-8621-ac-20-03-0225.pdf> >. Acesso em 13 jun. 2022.

VILLA, S.B.; SARAMAGO, R.C.P.; BORTOLI, K.C.R.; PEDROSA, M.C.P. **A ineficiência de um modelo de morar mínimo**: Análise Pós-Ocupacional em habitação de interesse social em Uberlândia-MG. Observatório: Revista Eletrônica de Geografia, v.5, n.14, p. 121-147, out. 2013. Disponível em: < <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/5edicao/n14/07.pdf> >. Acesso em: 22 jan. 2022.

VILLA, S. B.; BRUNO, D. C.; SANTOS, A. L. T.; LEÃO, C. R. **Como você mora**: Sistema interativo de avaliação pós-ocupação em meios digitais. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, 2020, 15(2) p.33-51. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v15i2.164344org/10.11606/gtp.v15i2.164344> >. Acesso em: 13 jun. 2022.

YOUTUBE. Reflexões do canal: Quebrando a Caixa, no videotexto: Van Gogh, Sentimentos e Emoções: Um ensaio sobre as cores ft. Antídoto. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=FB-ZM1Y8yfw> >. Acesso em: 10 mar. 2021.

35 Modelos de Planta Baixa Para Minha Casa Minha Vida. Disponível em: < <https://www.tudoconstrucao.com/35-modelos-de-planta-baixa-para-minha-casa-minha-vida/> >. Acesso em: 25 abr. 2022.