

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo

Állisson Marllon Cássio Alves Barbosa

**Instalação Elétrica Predial:
Passado, Presente e Futuro
Estudo de Caso na Moradia Estudantil UNICAMP.**

Campinas

2022

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo

Állisson Marllon Cássio Alves Barbosa

Instalação Elétrica Predial:
Passado, Presente e Futuro
Estudo de Caso na Moradia Estudantil UNICAMP.

Trabalho Final de Curso apresentado como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil à Faculdade
de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo
da Universidade Estadual de Campinas.

Orientador: Alberto Luiz Francato.

Campinas

2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

B234i Barbosa, Állisson Marllon Cássio Alves, 1997-
 Instalação elétrica predial : passado, presente e futuro, estudo de caso na
 moradia estudantil UNICAMP / Állisson Marllon Cássio Alves Barbosa. –
 Campinas, SP : [s.n.], 2022.

 Orientador: Alberto Luiz Francato.
 Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de
 Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

 1. Automação residencial. 2. Sistemas de energia fotovoltaica. 3. Eficiência
 energética. 4. Moradia estudantil. I. Francato, Alberto Luiz, 1969-. II. Universidade
 Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.
 III. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Building electrical installation: past, present and future, case study at UNICAMP student housing

Palavras-chave em inglês:

Residential automation
Photovoltaic system
Energy Efficiency
Student housing

Titulação: Engenheiro Civil

Banca examinadora:

Alberto Luiz Francato [Orientador]
Tiago Zenker Gireli
Violeta Fonseca Lino
Vinícius de Carvalho Neiva Pinheiro

Data de entrega do trabalho definitivo: 12-06-2022

Instalação Elétrica Predial:
Passado, Presente e Futuro
Estudo de Caso na Moradia Estudantil UNICAMP.

Állisson Marllon Cássio Alves Barbosa

BANCA EXAMINADORA

.....
Prof(a). Alberto Luiz Francato
Orientador

.....
Prof(a). Nome

.....
Prof(a). Nome

Aprovado em: _____

DEDICATORIA

Aos meus pais, Donizeti Leite Barbosa e Adriana Alves da Silva, por terem tanto me incentivado, instruído e apoiado em todos os momentos para que este momento fosse possível. A todos que acreditaram e me apoiaram. E aos que utilizarem esta obra como fonte de estudo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho não poderia ser concluído sem o apoio de diversas pessoas queridas as quais preso minha homenagem:

Primeiramente agradeço à Deus e a Nossa senhora Aparecida por ajudar a enfrentar tantos obstáculos enfrentados nos últimos anos ao longo do curso e da vida pessoal, permitindo que esse momento fosse possível.

Aos meus pais Donizeti e Adriana, minha irmã Tathiany e avós que sempre me incentivaram e acreditaram em tornar tudo isso possível mesmo nos piores momentos.

Ao meu orientador, pesquisador e doutor Alberto Luiz Francato pela excelente orientação, compartilhando todo seu conhecimento sobre o tema e por toda ajuda ao longo desses doze meses de orientação.

A todos os professores da FECFAU e demais parentes e amigos que tanto ajudaram e acreditaram em mim ao longo desta longa caminhada até este momento, o que me proporcionou um imensurável crescimento e amadurecimento pessoal e profissional.

Um agradecimento em especial aos queridos amigos que tornaram este momento possível: Willian Mattos, Eduardo Mendes, Antônio Alves, Tiago Simões, Bibiana Oliveira, Marilene Silva, Eduardo Pires, Guilherme Shimada e aos queridos professores Tiago Zenker, Patricia Dalsoglio, Diógenes Cortijo, Creso Peixoto, Luiz Vieira, Philippe Devloo, Thomaz Buttignol, Andre Argollo, Paulo Albuquerque e Luana Mattos.

Engenharia Civil não é sobre
construir coisas, mas sim,
executar sonhos.

(Leonardo Alves)

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo propor melhorias por meio da elaboração de um projeto contemporâneo de instalações elétricas prediais de uma casa da Moradia Estudantil UNICAMP. Assim, procurou-se por formas de atualizar o projeto original instalado, implementando artifícios de automação a fim de aumentar o conforto aos usuários, contribuir para a eficiência energética e buscou-se possibilidades de integração com um projeto de TFC, já elaborado por um estudante de engenharia mecânica da FEM/UNICAMP, sobre uso de placas fotovoltaicas na moradia. Com isso vislumbra-se um possível aumento significativo da segurança nas instalações, uma potencial diminuição do consumo energético com adoção de tecnologias atuais, por exemplo a iluminação LED, tomadas USBs onde visou-se uma melhoria da eficiência energética das instalações com equipamentos modernos, proporcionando também maior conforto e requinte aos moradores, caracterizando assim um projeto mais sustentável e eficiente como um todo. Visando maximizar ainda mais a eficiência utilitária, foi realizada uma pesquisa com moradores para que fosse compreendido a situação atual das casas, e o que poderia ser feito para que as demandas dos moradores fossem atendidas. Assim, sendo possível elaborar um modelo “ideal” aos dias de hoje, e conforme a norma vigente, além da integração com o projeto de placas fotovoltaicas ter se mostrado extremamente eficaz e capaz de tornar as residências da Moradia Estudantil autossuficiente, sendo capaz de diminuir significativamente os gastos orçamentários da universidade com relação à moradia.

Palavras-Chave: Projeto Elétrico Predial, Automação Residencial, Sistema Fotovoltaico, Eficiência Energética, Energia Elétrica, Moradia Estudantil UNICAMP, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The present work aims to propose improvements through the elaboration of a contemporary project of building electrical installations of a house at UNICAMP Student Accommodation. Thus, looking for ways to update the original installed project, and implementing automation devices in order to increase the users' comfort, contribute to energy efficiency and sought for integration possibilities with a TFC project, which has already been developed by a mechanical engineering student from FEM/UNICAMP, on the use of photovoltaic panels in the student house. Though, it is possible to increase in a significant level facilities' safety, a potential decrease of energy consumption by adoption of current technologies, such as LED lighting, USB sockets, where aimed as well as an improvement of energy efficiency using modern devices, also providing greater confort and refinement to the residents, thus, characterizing a more sustainable and efficient project as a whole. In order to further maximize utilitarian efficiency, a survey was carried out with residents to understand the current situation of the houses, and what could be done to catch up the demands of the residents. Thus, it is possible to develop an "ideal" model for today, and according to the current norm, in addition to the integration with the photovoltaic plate project, it has proved to be extremely effective and capable of making the Student Housing residences selfsufficient, being able to reduce significantly the university's budgetary expenditures in relation to housing.

Keywords: Building Electrical Project, residential automation, Photovoltaic System, Energy Efficiency, Electrical energy, UNICAMP Student Housing, Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pesquisa sobre projeto elétrico. Fonte: “Raio X das Instalações elétricas residenciais brasileiras” – ABRACOPEL.....	8
Figura 2: Presença de adaptadores nas residências brasileiras. Fonte: “Raio X das Instalações elétricas residenciais brasileiras” – ABRACOPEL.....	9
Figura 3: Uso do chuveiro elétrico conforme pesquisa. Fonte: “Raio X das Instalações elétricas residenciais brasileiras” – ABRACOPEL.....	10
Figura 4: Comparação do consumo das lâmpadas - Imagem adaptada. Fonte: Folha de São Paulo.....	13
Figura 5: Fluxograma da escolha dos sensores. Fonte: Legrand, p. 19, 2011.....	15
Figura 6: Simbologia utilizada nos componentes do projeto elétrico. Fonte: Elaboração própria.....	18
Figura 7: Distância entre a Moradia Estudantil e o campus de Campinas da UNICAMP. Fonte: Google Mapas, 2022.....	20
Figura 8: Moradia Estudantil UNICAMP. Fonte: PGR 2022.....	20
Figura 9: Casa modelo G4-A selecionada para o estudo de caso. Fonte: Google Maps.....	21
Figura 10: Planta arquitetônica da residência modelo da Moradia Estudantil UNICAMP, com os pontos de tomadas atuais – elaboração própria.....	22
Figura 11: Vista da sala pelo fundo.....	23
Figura 12: Vista da sala pela frente.....	24
Figura 13: Vista do quarto pelo fundo.....	25
Figura 14: Vista do quarto pela frente.....	25

Figura 15: Vista da cozinha pelo fundo.....	26
Figura 16: Vista da área da pia da cozinha.....	26
Figura 17: Vista dos pontos de iluminação do banheiro.....	27
Figura 18: Vista do interruptor do banheiro (sem tomada) e de parte do hall.....	27
Figura 19: Foto do atual quadro de disjuntores da casa modelo.....	28
Figura 20: Planta elétrica atual da residência – elaboração própria.....	40
Figura 21: Planta elétrica atualizada da residência, conforme a norma NBR-5410.....	46
Figura 22: Corte representativo das distancias verticais dos componentes elétricos.....	47
Figura 23: Disjuntor e DPS do padrão.....	47
Figura 24: Quadro de circuitos atualizado (QCD).....	48
Figura 25: Planta modelo proposta da residência, com artifícios de automação visando uma maior eficiência energética.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatísticas referente as primeiras perguntas relacionadas às tomadas.....	29
Tabela 2: Estatísticas referente a presença de eletroeletrônicos nas residências.....	36
Tabela 3: Estatísticas referente a iluminação e utilização nas residências.....	37
Tabela 4: Levantamento da demanda energética da residência.....	41
Tabela 5: Dimensionamento energético da residência.....	42
Tabela 6: Dimensionamento pelo critério 1.....	43
Tabela 7: Relação do número de circuitos em um mesmo eletroduto com o coeficiente FN.....	43
Tabela 8: Dimensionamento pelo critério 2.....	44
Tabela 9: Balanceamento de fases.....	45
Tabela 10: Consumo de energia elétrica nos anos entre 2016 a 2020. Fonte: TFC de Nicolas Retamal – Engenharia Mecânica UNICAMP.....	53
Tabela 11: Respostas abertas dos entrevistados com relação aos eletrodomésticos.....	61
Tabela 12: Respostas abertas dos entrevistados com relação a iluminação.....	61
Tabela 13: Respostas abertas dos entrevistados com relação à pesquisa como um todo.....	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Matriz elétrica brasileira 2020 (BEN, 2021). Fonte EPE, 2022.....	2
Gráfico 2: Ranking de morte por choque elétrico no 1º semestre de 2021 - Fonte: ABRACOPEL, 2021.....	7
Gráfico 3: Índice da necessidade requerida de tomadas na cozinha pelos moradores.....	29
Gráfico 4: Índice da necessidade requerida de tomadas na sala pelos moradores....	30
Gráfico 5: Índice da necessidade requerida de tomadas no quarto pelos moradores.	30
Gráfico 6: Índice da necessidade requerida de tomadas no hall pelos moradores.....	31
Gráfico 7: Índice da necessidade requerida de tomadas 127V e 220V no banheiro pelos moradores.....	32
Gráfico 8: Índice da necessidade requerida de tomadas 220V em cada cômodo.....	33
Gráfico 9: Índice da presença de sanduicheira elétrica nas residências.....	34
Gráfico 10: Índice da presença de painéis elétricos nas residências.....	34
Gráfico 11: Potência do chuveiro das residências de acordo com os moradores.....	35
Gráfico 12: Índice da presença de ferro elétrico de passar roupas nas residências....	36

LISTAS DE SIGLAS / ABREVIATURA

NOS – Operador Nacional do Sistema Elétrico;

BEM – Balanço Energético Nacional;

EPE – Empresa de Pesquisa Energética;

NBR – Norma Brasileira;

TFC – Trabalho Final de Curso;

TUGs – Tomada de Uso Geral;

TUEs – Tomada de Uso Específico;

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas;

FECFAU – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Unicamp;

ABRACOPEL – Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade;

DR – Dispositivo Diferencial Residual;

DPS – Dispositivo de Proteção contra Surtos;

USB – Universal Serial Bus;

NEC – National Electrical Code;

IEC – Electral Instalation of Buildings;

EPI – Equipamento de Proteção Individual;

EPC – Equipamento de Proteção Coletiva;

mA – Miliampère;

A – Ampère;

V – Volt;

VA – Voltampere;

DC – Corrente Contínua;

AC – Corrente Alternada;

LED – Light Emitting Diode;

PIR – Raios Infravermelhos Passivos;

L Hor – Comprimento Horizontal;

L Ver – Comprimentos Vertical;

LTol – Comprimento Total;

PRP – Pró-Reitoria de Pesquisa da Unicamp;

PGR – Pró-Reitoria de Graduação da Unicamp.

SUMÁRIO

Capítulo 1

1.1 Introdução	1
1.2 Justificativa.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Problema da pesquisa	4

Capítulo 2

2.1 Revisão bibliográfica.....	4
--------------------------------	---

Capítulo 3

3.1 Método	17
3.2 Desenvolvimento.....	19
3.2.1 Perfil da moradia e da casa modelo.....	19
3.2.2 Situação atual (antes da atualização)	23
3.2.2.1 Fotos atuais da casa da Moradia	23
3.2.3 Dados de pesquisa com os moradores sobre a casa.....	28
3.2.4 Situação proposta.....	38
3.3 Modelo Antigo instalado atualmente nas residências da Moradia Estudantil UNICAMP.....	39
3.4 Modelo atualizado conforme normas atuais.....	41
3.5 Aprimoramento do sistema predial com base na automação para aumentar a eficiência energética.....	47
3.6 Interligação com o projeto de placas solares.....	51

Capítulo 4

4.1 Discussão e análise.....	54
------------------------------	----

Capítulo 5

5.1 Conclusões	56
5.2 Oportunidades futuras.....	57
Referências Bibliográficas	59
Anexo.....	62

Capítulo 1

1.1. INTRODUÇÃO

Atualmente, devido à forte e progressiva exploração de recursos naturais, dentre eles a água, tem-se aumentando cada vez mais a necessidade de aprimoramento de técnicas e processos antigos que já não são suficientes para atender a eficiência necessária para que haja um uso racional e inteligente de tais recursos finitos.

De acordo com dados do ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico (2021), os níveis de armazenamento dos reservatórios das hidrelétricas em relação ao índice de chuva dos últimos anos têm sido considerados críticos. Ainda de acordo com a ONS (2021), tem tentado mostrar que há uma tendência de diminuição da quantidade de chuvas necessárias para manter os reservatórios de hidrelétricas em níveis satisfatórios, e juntamente com o aumento progressivo no consumo de energia elétrica está fazendo com que as usinas hidrelétricas não sejam capazes de atender toda demanda ao longo do ano, e para compensar esta demanda, as usinas termelétricas estão cada vez sendo mais utilizadas. O grande problema é que além desta energia produzida não ser renovável tão quanto limpa, devido as grandes emissões de carbono provindos da queima de combustíveis para a geração da energia, também custa muito mais caro do que a energia produzida nas hidrelétricas ou de meios renováveis como energia solar ou eólica por exemplo.

O gráfico 1 apresentado a seguir mostra as principais fontes de geração de energia elétrica brasileira, onde pode-se notar que a principal vem de usinas hidrelétricas, representando 65,2% do total, e a geração provinda de combustíveis fósseis somadas equivalem a 13%.

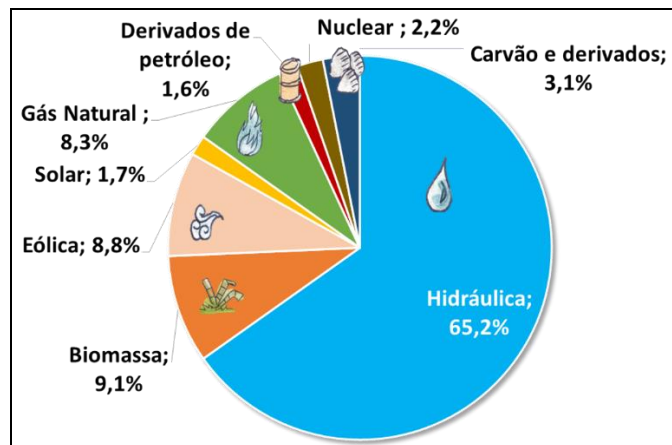


Gráfico 1: Matriz elétrica brasileira 2020 (BEN, 2021). Fonte EPE, 2022.

Com isso, é possível notar a importância de promover em caráter urgente, um aumento da utilização de geração de energia por meios renováveis, tendo em vista que os combustíveis fósseis além de poluírem demasiadamente o ambiente, eles também são finitos. No caso das usinas hidrelétricas, pode-se observar preocupações sobre os níveis operacionais se tornarem pouco eficientes ou mesmo com dificuldades operacionais devido à diminuição dos índices pluviométricos ao longo dos anos ou também devido às questões de diminuição necessária dos impactos socioambientais que a construção de usinas hidrelétricas pode causar. Juntamente a isto, é preciso tomar medidas que sejam capazes de aumentar a eficiência energética das edificações como um todo, a fim de reduzir o consumo exacerbado de energia elétrica.

Devido a isto, para se ter um menor impacto ao meio ambiente, além de reduzir custos nas despesas de energia elétrica, nos últimos anos tem-se desenvolvido muitos mecanismos com o intuito de aumentar a eficiência energética, além de dispositivos que promovem um uso mais racional através, por exemplo, da automação predial que por meio de recursos tecnológicos disponíveis é possível promover uma melhoria significativa tanto na eficiência energética, quanto no conforto dos moradores.

Com isto, se torna interessante o presente estudo de caso referente ao entendimento de como é atualmente a instalação elétrica predial das casas da Moradia Estudantil UNICAMP, como elas seriam, no caso de se considerar a norma

vigente atual NBR 5410:2004 e como poderiam ser considerando alguns artifícios de automação residencial juntamente interligada com um projeto fotovoltaico, visando assim, uma maior eficiência energética, sustentável e de maior conforto.

1.2. JUSTIFICATIVA

O presente estudo foi proposto diante das perspectivas de necessidades de aprimoramento e atualização dos sistemas elétricos da Moradia Estudantil da Unicamp. Devido as preocupações de possíveis não cumprimento de normas vigentes, podendo colocar pessoas em risco, além de ser necessário fazer uma atualização do sistema elétrico das casas como um todo, devido às necessidades dos dias atuais dos moradores e também visando uma maior eficiência energética e de sustentabilidade.

Na sequência procurou-se por estudos teóricos, análises e inspeções, possibilidade de avaliar as melhores formas de se elaborar um projeto de sistemas elétricos prediais, adicionando artifícios de automação e uso de placas fotovoltaicas, exclusivo para as casas da moradia estudantil, verificando quais formas apresentariam melhores resultados dadas as necessidades das edificações e dos moradores visando: qualidade, segurança, custo-benefício, eficiência e conforto.

1.3. OBJETIVOS

Os objetivos deste Trabalho Final de Curso (TFC), é a realização de análises das necessidades das residências da moradia estudantil no que tange às instalações elétricas prediais. Assim, elaborar um projeto de sistemas elétricos prediais de uma casa modelo, com o intuito de atualizar e aprimorar o antigo projeto de instalações elétricas, melhorando a eficiência energética, segurança, qualidade de vida e bem estar dos moradores, de tal forma a reduzir as perdas de energia por sistemas dimensionados com diferente cenário de demanda de eletricidade, que provavelmente não atendem à demanda atual, além de vislumbrar uma potencial implementação de alguns recursos de automação predial interligados com um projeto fotovoltaico. Tal

conjunto de ações espera-se que possa contribuir para um uso mais racional e eficiente da energia elétrica, colaborando assim para um modelo mais sustentável.

1.4. PROBLEMA DA PESQUISA

As residências da Moradia Estudantil UNICAMP, foram inauguradas em 1992, com o intuito de abrigar estudantes da universidade. No entanto, devido à época em que foi construída, e também pelas pela manutenção das configurações originais ao longo dos últimos 30 anos de uso, juntamente com manutenções voltadas a manter a configuração original ao longo dos anos, a instalação elétrica atualmente se apresenta obsoleta e com problemas comuns aos de instalações elétricas de igual idade, que são: ocorrências de curtos-circuitos, quedas de tensão exageradas e provável fuga de energia em pontos de algumas casas e até mesmo no próprio relógio medidor do padrão de entrada como observado nas inspeções.

Os problemas não se limitam apenas na instalação em si, mas também com relação ao antigo projeto não ser mais capaz de atender às necessidades e demandas atuais dos moradores em diversos aspectos, como por exemplo a grande falta de pontos de tomadas e pontos de luzes pouco eficazes da residência tendo em vista sua utilização por estudantes que necessitam de uma maior quantidade de tomadas distribuídas por toda a casa devido ao uso de computadores, celulares, tablets etc, além da necessidade de uma boa iluminação para leitura de livros e apostilas.

CAPITULO 2

2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As instalações elétricas prediais devem atender à norma vigente que é a NBR5410:2004. Porém, LIMA (2017) afirma que surgiram novas tecnologias, produtos e discussões significativas como eficiência energética e sustentabilidade, pontos que ainda não eram englobados na versão de 2004 da NBR5410.

Alguns dos pontos que se pode destacar, com o avanço das tecnologias empregadas nas instalações elétricas prediais, pode-se citar a existência de tomadas USB que permitem o carregamento de aparelhos pela entrada USB, como celulares,

tablets, fones de ouvido sem fio, entre outros dispositivos que fazem uso deste tipo de conexão. Além das tomadas USB, para LIMA (2017) os sensores que já são uma realidade há um bom tempo, também permitem que se haja um uso mais racional e eficiente da energia elétrica, o que juntamente com a automação residencial permite ainda uma maior eficiência energética e também um maior conforto aos usuários.

Assim sendo, para o prosseguimento deste estudo, foram considerados como base os conhecimentos adquiridos principalmente na disciplina CV631 - Sistemas Elétricos Prediais da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – FECFAU - UNICAMP, além de estudos bibliográficos, normas vigentes, e por fim a interligação com um TFC de um estudante da engenharia mecânica também da Universidade Estadual de Campinas sobre a instalação de placas solares fotovoltaicas na Moradia Estudantil da UNICAMP.

Desta forma a revisão bibliográfica foi dividida em três partes, da seguinte forma:

- i) Levantamento histórico da norma de instalações elétricas de baixa tensão brasileira e de informações sobre a moradia estudantil;
- ii) A NBR 5410 em projetos elétricos na realidade brasileira e a relação com a segurança das instalações;
- iii) Levantamento de informações bibliográficas referentes a itens de automação residencial.

i) Levantamento histórico da norma de instalações elétricas de baixa tensão brasileira e de informações sobre a moradia estudantil.

A norma de instalações elétricas brasileira surgiu em primeira edição no ano de 1941, em que, de acordo com Livia Cunha (2010) havia sido baseada no Código de Instalações Elétricas de 1914 da antiga Inspetoria Geral de Iluminação, o que ainda era uma norma muito simples, onde na época a maioria da população brasileira ainda não possuía energia elétrica. Ainda conforme Livia (2010) era muito comum que profissionais da área utilizassem normas estrangeiras para poder se ter um maior embasamento para se projetar e executar as obras.

Em 1960, surgiu a NB-3, que era a segunda edição da norma brasileira de instalações elétricas e sendo a terceira norma da série NB (Norma Brasileira), que segundo Livia Cunha (2010), também era baseada no National Electrical Code (NEC), que define os padrões de segurança de instalação elétrica, fazendo parte dos Códigos Nacionais de Prevenção a Incêndios, do inglês National Fire Codes.

Apesar dessa atualização, ainda era uma norma muito pouco flexível e que não abordava diversas situações e variações existentes no Brasil e além de não abranger questões de segurança como a do aterramento, considerava situações extremamente específicas como a Tabela nº2 da página 35 da NB-3 que mostrava a capacidade de corrente dos cabos considerando o condutor instalado ao ar livre ou em eletrodutos apenas, fato que nem sempre ocorre, segundo o engenheiro eletricista José Carlos Passerini citado em Memória da eletricidade, por Livia Cunha (2010).

Posteriormente em 1980 surgiu o que seria a primeira edição da NBR 5410 propriamente dita, já baseada na norma internacional IEC 60364 - (Electral Instalation of Buildings), o que pode ser considerado um grande marco na área de Instalações elétricas de baixa tensão no Brasil, possibilitando que muitos profissionais da área pudessem começar a confiar e utilizar mais a norma brasileira e aos poucos deixar de utilizar normas americanas e canadenses como base em seus projetos. Foram realizadas outras revisões da NBR 5410, mais precisamente no ano de 1990, 1997, 2004 e a inserção de uma errata em 2008.

No caso da Moradia Estudantil UNICAMP, provavelmente a norma utilizada foi a versão de 1980, porém não se tem certeza, porque não foram encontradas informações referentes ao projeto dela, tão como a data exata do início da construção. De acordo com informações contidas no site de atualidades da própria UNICAMP, apenas se refere que as primeiras casas tiveram sua construção concluída entre 1989 e 1990, e a inauguração oficial da Moradia em 1992, apenas com essas informações, não é possível determinar se houve algum tipo de revisão do projeto elétrico atualizado conforme as normas mais recentes de 1990 até então, ou até mesmo quando foi realizado a execução em si do projeto elétrico na Moradia Estudantil.

ii) A NBR 5410 em projetos elétricos na realidade brasileira e a relação com a segurança das instalações.

Um dos principais pontos da importância em se haver uma norma bem fundamentada como a NBR 5410, é que ela promova condições que garantam a segurança dos usuários e bens, havendo um funcionamento eficiente, e que atenda às necessidades de cada projeto.

De acordo com a norma NBR 5410:2004, ela é capaz de abranger instalações e circuitos elétricos de edificações com tensão de até 1000 V em corrente alternada com frequência de até 400 Hz e tensões de até 1500V em correntes contínuas.

Ainda assim, no Brasil existe uma considerável incidência de choques elétricos, com uma alta incidência de mortes, segundo a ABRACOPEL – Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade, 2021. Ainda segundo a ABRACOPEL, apenas no 1º semestre do ano de 2020 houve 484 acidentes registrados que resultaram em 355 mortes.

De acordo com BORGES (2019) um dos grandes problemas nas instalações elétricas são justamente a falta de conhecimento dos profissionais da área, que ignoram aspectos de segurança, podendo por não só a vida de terceiros em risco, como sua própria vida. Em 2021, pode-se observar uma tendência de aumento de acidentes em relação a 2020, conforme a figura abaixo, que segundo o diretor executivo da ABRACOPEL, o Engenheiro Edson Martinho em uma entrevista para a própria empresa, menciona que tal fato teria relação com a retomada das atividades, mas o número de ocorrências de mortes ainda se mostra menor do que em 2019, devido a pandemia.

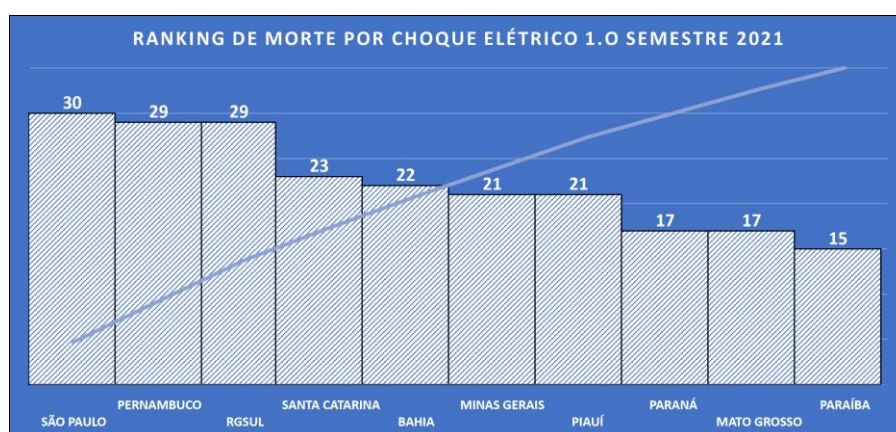


Gráfico 2: Ranking de morte por choque elétrico no 1º semestre de 2021 -
Fonte: ABRACOPEL, 2021.

Segundo a pesquisa da cartilha “Raio X das Instalações elétricas residenciais brasileiras” da ABRACOPEL, apenas 29% dos imóveis com idade média de 20 anos pesquisados por eles possuíam projeto elétrico, sendo que destes, 25% dos projetos haviam sido feitos por eletricitistas. Ainda de acordo com esta cartilha, com base em uma pesquisa de 2010 da Procobre, 53% das construções residenciais com uma idade média de 2 anos não possuíam projeto elétrico. Assim sendo, é possível observar os resultados da pesquisa da Procobre na Figura 1 apresentada a seguir, fornecida pela cartilha:



Figura 1: Pesquisa sobre projeto elétrico. Fonte: “Raio X das Instalações elétricas residenciais brasileiras” – ABRACOPEL.

Outro fator que evidencia a necessidade de um projeto elétrico feito por um profissional qualificado para tal, é que desde a NBR 5410 de 1997 a presença de alguns artifícios de proteção nas instalações elétricas é obrigatória, como é o caso do DR – Dispositivo Diferencial Residual, capaz de evitar o choque elétrico e salvar vidas. Porém, de acordo com a cartilha da ABRACOPEL, apenas 21% dos imóveis no geral possuíam o dispositivo, 29% para construção industrializada com idade menor de 10 anos, e 56,3% para imóveis com menos de 5 anos, porém nestes dois últimos casos foram construções realizadas por construtoras, o que se espera que seja cumprida todas as determinações da NBR 5410. Mas o que se torna assustador segundo a

ABRACOPEL, é que se for considerar a maioria dos casos do Brasil que são por autoconstrução, a presença do DR cai para 17,5%.

Um outro dispositivo que se tornou obrigatório já na versão mais recente da NBR 5410 em 2004, foi o DPS - Dispositivo de Proteção contra Surtos, que também é um importante aliado na proteção das instalações elétricas, uma vez que ele evita a queima de dispositivos conectados à tomada devido à queda de raios. Porém segundo a ABRACOPEL, apenas 12% dos imóveis haviam o dispositivo, e dentre os mais novos com menos de 5 anos apenas 26% possuíam DPS.

De acordo com a ABRACOPEL, outro agravante é o uso indiscriminado de benjamins, T's e extensões, onde a pesquisa apontou que 57% das residências utilizam tais artifícios. O principal motivo da necessidade da utilização desses componentes geralmente é a falta ou má distribuição de tomadas nas casas.

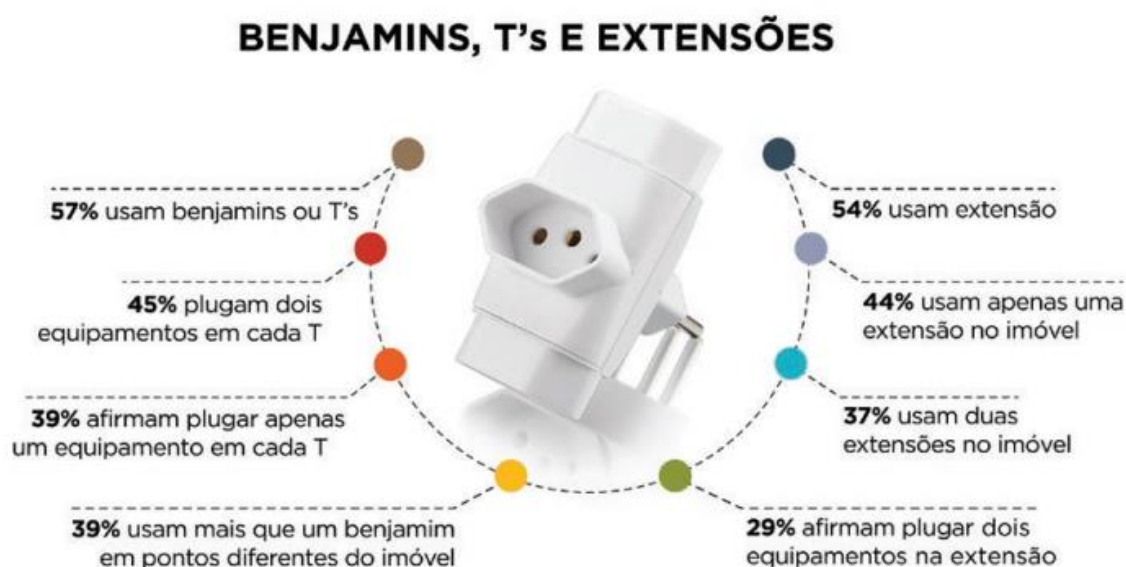


Figura 2: Presença de adaptadores nas residências brasileiras. Fonte: “Raio X das Instalações elétricas residenciais brasileiras” – ABRACOPEL.

Outro ponto fundamental para a segurança das instalações elétricas é a presença do condutor de proteção - fio terra, em que apesar de obrigatório por norma desde 1980, de acordo com a ABRACOPEL, em 2002 90% dos imóveis não possuíam o condutor de proteção, e em 2017 48% ainda não possuíam ele instalado. Além de que, especialmente no caso dos chuveiros elétricos, a pesquisa apontou que apenas

os imóveis com menos de 5 anos apresentavam um índice de 75% de presença do fio terra, enquanto imóveis de idade entre 6 e 10 anos apenas 52% apresentava o condutor no chuveiro, sendo que no geral, 55% das residências não possuem condutor de proteção para o chuveiro.

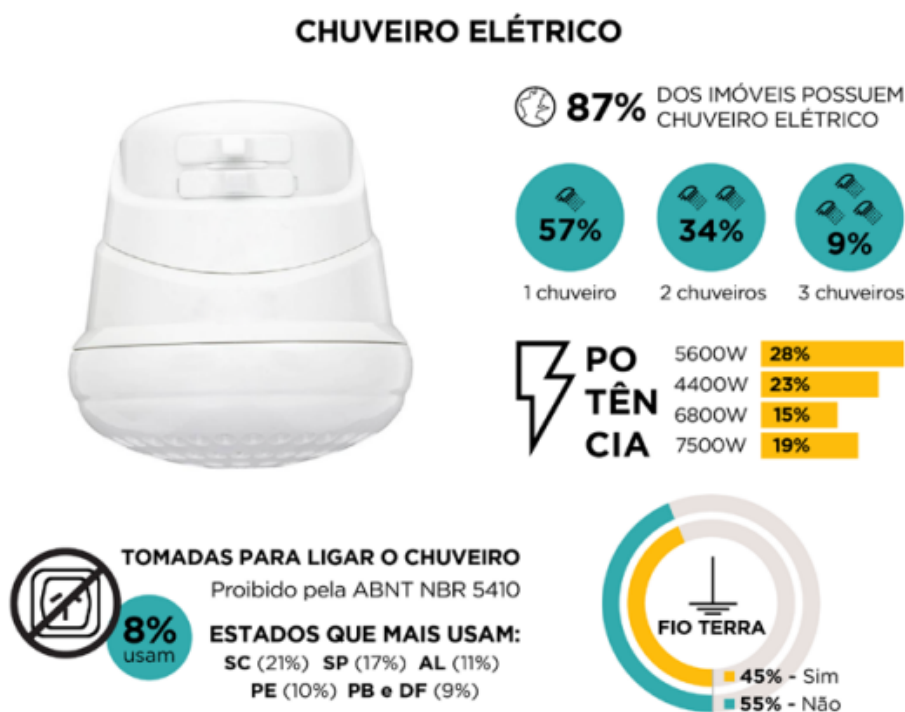


Figura 3: Uso do chuveiro elétrico conforme pesquisa. Fonte: “Raio X das Instalações elétricas residenciais brasileiras” – ABRACOPEL.

A importância do condutor de proteção, se dá principalmente por se evitar que as pessoas possam sofrer alguma descarga elétrica devido algum defeito ou falha de um dispositivo ou sistema elétrico, podendo assim evitar mortes.

De forma geral, é possível abstrair que as principais causas de acidentes e incêndios devido aos problemas com instalações elétricas de baixa tensão se dá pelo não atendimento a norma NBR 5410:2004. Se houvesse uma maior conscientização e por consequência cuidado por parte da população no geral em se realizar a reforma elétrica com um profissional qualificado, e cobrando a existência de um projeto elétrico. Os problemas que estão diretamente ligados a falta de algum componente obrigatório por norma seriam resolvidos, aumentando significativamente a segurança aos usuários. Ainda por parte do usuário, é necessário que também tenha consciência

que se deve ter muito cuidado ao utilizar extensões, benjamins ou T's, uma vez que muitos dos casos de incêndios provindos por questões elétricas se dá por sobrecarga geradas por tais adaptadores. Por parte dos profissionais da área, é fundamental que respeitem todas recomendações e exigências da norma vigente e que acompanhem toda execução do projeto, observando se a execução do projeto é feita corretamente, além de sempre zelar pelo uso de EPIs e EPCs necessários às atividades.

iii) Levantamento de informações bibliográficas referentes a itens de automação residencial.

No campo da automação residencial, é bem comum encontrar um grande número de itens na internet que costumam prometer tornar a casa “inteligente” ou completamente “automatizada” trazendo economias e confortos inovadores. No entanto, é notório que, muitas das tecnologias vistas em diversas propagandas e sites, são, geralmente super valorizadas, não passando de meras adaptações que, na maioria das vezes, uma pessoa com alguns conhecimentos técnicos conseguiria facilmente instalar e utilizá-las, além de visarem principalmente o conforto e o luxo na maioria das vezes, sendo que a eficiência energética acaba ficando para segundo plano.

Quando se pensa no conceito de se ter uma casa com artifícios de automação, uma das primeiras coisas que são necessárias é ter uma instalação confiável e segura para os usuários e para os eletrodomésticos e eletrônicos. Porém, para isto seria preciso que a casa possuísse um projeto de instalações elétricas feito por um profissional devidamente qualificado e que seguissem todas as exigências da norma vigente, a NBR 5410:2004. Assim, ser possível ter uma garantia de que as instalações da residência sejam de fato confiáveis, seguras e funcionem sem falhas para a realização de um aprimoramento como a automação residencial, que vise não apenas o conforto e luxo, mas sim algo fundamental como o uso racional da energia, baseada em conceitos de eficiência energética, assim podendo de fato reduzir significativamente os custos com energia elétrica, de forma segura e eficaz.

Fato é, que na NBR 5410:2004, devido à sua época de elaboração, praticamente ainda não englobava quesitos relacionados a automação residencial. Acredita-se que em sua próxima edição, seja inserido alguns itens na norma, como

por exemplo, que previsse ao menos uma tomada USB em cada dormitório. (LIMA, 2017)

As tomadas USB, possuem duas portas, com uma corrente de 1500mA capazes de carregar de forma mais rápida um dispositivo por vez ou até dois dispositivos ao mesmo tempo, porém com uma corrente de 750mA. (LIMA, 2017). Tomadas USB utilizam correntes DC, que são mais eficientes, além de não necessitar de adaptadores como os necessários em corrente AC, e como diversos aparelhos atualmente são carregados por tomadas USB, seria um grande avanço para uma maior eficiência e praticidade, solucionando problemas da necessidade de diversos adaptadores devido a quantidade insuficiente de tomadas para carregar tais dispositivos de forma simultânea sem que seja preciso haver uma quantidade grande de tomadas 127V ou 220V principalmente em salas e dormitórios.

Visando ainda uma maior eficiência energética, não poderia ser deixado de mencionar a maior eficiência de lâmpadas Leds em relação às fluorescentes e principalmente em relação as antigas incandescentes. Segundo um levantamento encomendado pela Folha de São Paulo à centros universitários, uma lâmpada LED pode durar até 50 vezes mais do que uma lâmpada incandescente, além de consumirem quase 9 vezes menos do que a lâmpada do antigo modelo.

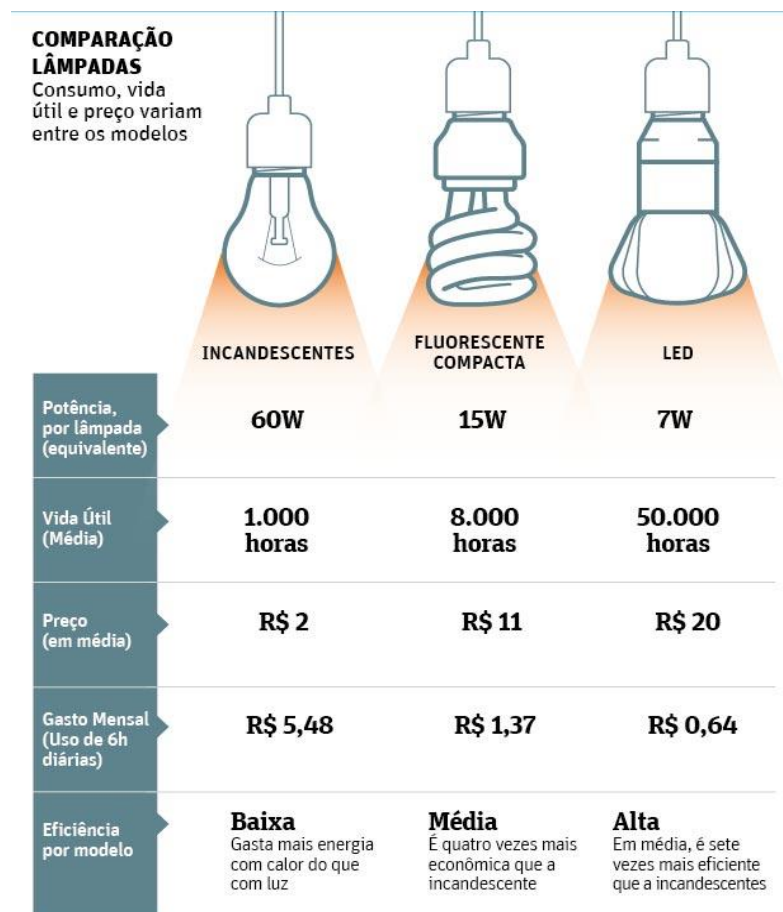


Figura 4: Comparação do consumo das lâmpadas - Imagem adaptada. Fonte: Folha de São Paulo.

Apesar do maior custo na aquisição de uma lâmpada LED, é possível abstrair que em menos de quatro meses o gasto que se teria com uma lâmpada incandescente poderia ultrapassar o custo de uma lâmpada LED, que além de mais econômica, é muito mais durável.

Ao se pensar em maximizar a eficiência energética, fazendo um uso mais racional da energia, surge a aplicação de sensores capazes de evitar gastos desnecessários, como por exemplo para acionar lâmpadas, ventiladores, climatizadores, escadas rolantes, portas, janelas automatizadas dentre outros dispositivos. (LIMA, 2017)

Segundo Lima (2017), existem vários tipos de sensores, como os com tecnologia de raios infravermelhos passivos – PIR (do inglês) capaz de identificar um objeto ou corpo através da diferença de calor entre o ambiente e o objeto, também há

o Ultrassônico capaz de identificar um objeto através de ondas sonoras, o do tipo DUAL que utilizam as tecnologias de raios infravermelhos passivos juntamente com a frequência sonora emitida, e também existem os chamados de sensores por Fotocélulas que identificam a diminuição da luz, assim acionando o sistema. Sendo estes os principais sensores utilizados para a automação residencial.

Ainda segundo Lima (2017), a escolha dos sensores se deve principalmente pelas características de cada ambiente em relação ao que se deseja que seja realizado pelos dispositivos, uma vez que há diferentes soluções possíveis para o gerenciamento de cargas, e características como formato do ambiente, área, altura, localização de portas, janelas e paredes ou a presença de equipamentos ou móveis grandes influencia na escolha e locais de fixação dos sensores.

Uma forma de simplificar a escolha de qual tecnologia ser utilizada nos sensores, pode-se seguir o fluxograma abaixo:

automação residencial permitindo o controle de processos, câmeras de segurança, motores de portões, cortinas, alarmes por exemplo.

Para que os processos sejam controlados e funcionem remotamente são fundamentais os atuadores elétricos, que segundo o site KALATEC (2021), basicamente são dispositivos capazes de converter energia elétrica para energia mecânica, assim sendo possível automatizar: portões, poltronas, irrigação de jardins, cortinas por exemplo.

Dessa forma, de acordo com Lima, (2017), atualmente no Brasil existe uma demanda por profissionais “integradores de residência” que são qualificados para instalar e programar esses equipamentos que ainda não são facilmente instalados e projetados sem conhecimentos técnicos específicos. Tais profissionais são capazes de verificar as melhores técnicas, materiais e programações necessárias para cada caso, permitindo que tudo funcione corretamente e de forma segura e eficaz.

Com isto, tem-se propriamente dito a automação residencial que basicamente é formada por um conjunto de técnicas, tecnologias e sistemas interligadas que juntas são capazes de proporcionar não apenas um uso mais racional e eficiente da energia, mas também promovendo toda uma gestão energética da casa como até mesmo o controle de gastos de água, energia e gás por exemplo, o que acaba por resultar em mais conforto, sofisticação, segurança e maior sustentabilidade.

No Brasil, uma instalação residencial automatizada completa como a mencionada, ainda costuma custar muito caro, em casos de imóveis de luxo se tornou uma forma de valorizar ainda mais o imóvel, mas visando na maioria das vezes mais questões de luxo e de comodidade ao invés de ser visado uma maior eficiência energética. Porém, é possível utilizar alguns dos artifícios mencionados a fim de aumentar a eficiência energética colaborando para uma maior sustentabilidade e praticidade sem que se torne algo extremamente oneroso, e permitindo assim que a médio ou longo prazo o investimento seja pago pela própria economia gerada.

CAPÍTULO 3

3.1. MÉTODO

A metodologia empregada no presente Trabalho, se deu por uma abordagem analítica de levantamento de dados e da elaboração de um projeto de sistemas elétricos predial de um modelo de casa da Moradia Estudantil UNICAMP.

A casa modelo utilizada foi a G4-A, e como as residências da moradia são espelhadas, com exceção dos “Estúdios” que não contém o quarto, é possível replicar o projeto do presente estudo de caso para as demais residências da moradia.

Para o desenvolvimento do presente estudo de caso, foram separados em quatro (4) partes:

- i) Levantamento de dados através de visitas técnicas a Moradia Estudantil UNICAMP, inspeções visuais da casa modelo, questionamento de alguns moradores sobre itens e características da casa, fotografias para descrição detalhada e medições de dimensões da residência modelo. Com isso elaborar uma planta preliminar de como é atualmente a residência.
- ii) Estudo bibliográfico referente aos temas abordados no estudo de caso, pesquisas referentes às normas vigentes de Instalações Elétricas de Baixa Tensão – NBR 5410:2004 e seu contexto histórico, questões relacionadas a segurança das instalações elétricas das casas e por fim sobre os principais artifícios de automação residencial existentes.
- iii) Elaboração de uma pesquisa online com moradores da moradia Estudantil UNICAMP, para se ter como base também as necessidades reais apontadas por eles com relação a demanda elétrica, e também com relação a quantitativos e qualitativos referentes às tomadas e iluminação da residência.
- iv) Elaboração do projeto elétrico predial com base nos itens anteriores. Posteriormente feito um aprimoramento do projeto englobando alguns elementos de automação residencial e de painéis fotovoltaicos, a fim de aumentar ainda mais a eficiência energética da casa.

Na etapa (i) foram realizadas visitas técnicas para levantamentos de detalhes técnicos referente a parte elétrica e da casa modelo em si, como as dimensões dos cômodos para a realização preliminar de uma planta arquitetônica com os pontos de tomadas (TUGs) e pontos de iluminação. Os dados foram levantados com medições por trenas, réguas, e inspeção visual, já a localização provável dos eletrodutos foram estabelecidas com base em relatos de moradores e raciocínio lógico, uma vez que não foi encontrado o projeto original da residência, tão como houve a disponibilidade de equipamentos mais aprimorados como um escâner de paredes.

Após a etapa (i) foi possível elaborar uma situação preliminar de como é a casa atualmente, uma vez que não foram encontradas as plantas arquitetônicas originais, tão quanto o projeto elétrico de quando foi construída a moradia. Com isso, foi possível iniciar a etapa (ii) referente a um estudo mais específico da residência, onde com base em estudos bibliográficos da norma NBR 5410:2004 e seu contexto histórico foi possível elaborar um croqui do projeto elétrico da residência.

Vale ressaltar que para uma melhor interpretação dos componentes do projeto elétrico, foram adotados os seguintes símbolos:

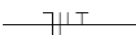
Legenda:			
	- Arandela		- Tomada 2P+T h=110cm
	- Incandescente 100W		- Tomada 2P+T h=190cm
	- Incandescente 100W no piso para cima		- Tomada 2P+T h=30cm
	- Incandescente 200W		- Tomada de banheiro com aquecedor
	- Interruptor 2 paralelos		- Tomada de lavadora de pratos
	- Interruptor 3 paralelos		- Tomada de lavadora de roupas
	- Interruptor duplo		- Tomada de microondas
	- Interruptor Intermediário		- Tomada de secadora de roupas
	- Interruptor paralelo		- Neutro, Fase, Retorno, Terra
	- Interruptor simples		- Caixa de Distribuição
	- Interruptor simples e paralelo		- Caixa de Passagem
	- Interruptor triplo		

Figura 6: Simbologia utilizada nos componentes do projeto elétrico. Fonte: Elaboração própria.

Porém, a fim de atender de fato a demanda atual e as necessidades dos moradores, antes de se iniciar de fato o projeto elétrico, foi realizado a etapa (iii), referente a uma pesquisa online com moradores sobre equipamentos e eletrônicos que utilizam ou possuem, além de abordar valores quantitativos e qualitativos no sentido de satisfação com relação a tomadas e iluminação dos cômodos de suas casas.

Por fim, tendo em mãos todas as informações coletadas nos itens (i), (ii) e (iii), foi possível de fato iniciar a etapa (iv) referente a elaboração do projeto elétrico predial da casa modelo propriamente dito, corrigindo todos os erros do antigo e readequando para a situação de uso e demanda atual, permitindo uma maior segurança e funcionalidade.

Tendo-se então o projeto elétrico atualizado da residência, pôde-se em seguida realizar os aprimoramentos necessários para englobar artifícios de automação residencial juntamente com um projeto fotovoltaico, a fim de poder maximizar a eficiência energética, contribuindo com a sustentabilidade e permitindo um ambiente mais seguro e confortável aos moradores.

3.2. DESENVOLVIMENTO

3.2.1. Perfil da moradia e da casa modelo

A Moradia Estudantil da UNICAMP, localizada a aproximadamente 2,5 km do campus de Campinas, possui, de acordo com PRP UNICAMP (2018), um terreno de 55000 m², tendo 28000 m² de área construída e concentra 253 casas de 64 m² (com cerca de 4 estudantes em cada) e 27 estúdios (casas para casados com filhos), além de 13 salas de estudos, quatro centros de vivência e um campo de futebol, mantidas pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP - que abrigam cerca de 1000 pessoas. Seu intuito é abrigar estudantes, em maioria de baixa renda, intercambistas, ou estudantes como hóspedes enquanto ainda não possuem um local fixo para morar.



Figura 7: Distância entre a Moradia Estudantil e o campus de Campinas da UNICAMP. Fonte: Google Mapas, 2022.

Devido a isto, o perfil das casas é voltado para o uso de universitários, além de serem de instalações de baixo custo, sendo muito comum a utilização de diversos eletrônicos como computadores, celulares e tablets ao mesmo tempo por todos os integrantes da casa, sendo este um ponto em se atentar, para que haja quantidade suficiente e bem distribuída de tomadas, para tal uso por toda a casa.



Figura 8: Moradia Estudantil UNICAMP. Fonte: PGR 2022.

Quanto à casa modelo (G4-A) escolhida, em si, possui 64 metros quadrados de área total, e engloba um quarto médio para quatro pessoas, uma sala, uma cozinha pequena, um hall e um banheiro pequeno.



Figura 9: Casa modelo G4-A selecionada para o estudo de caso. Fonte: Google Maps.

Com isso, foi elaborada a planta arquitetônica conforme a Figura 10 que precisou ser realizada exclusivamente para este projeto, tendo em vista que não foi encontrado a planta arquitetônica original das residências da moradia estudantil.

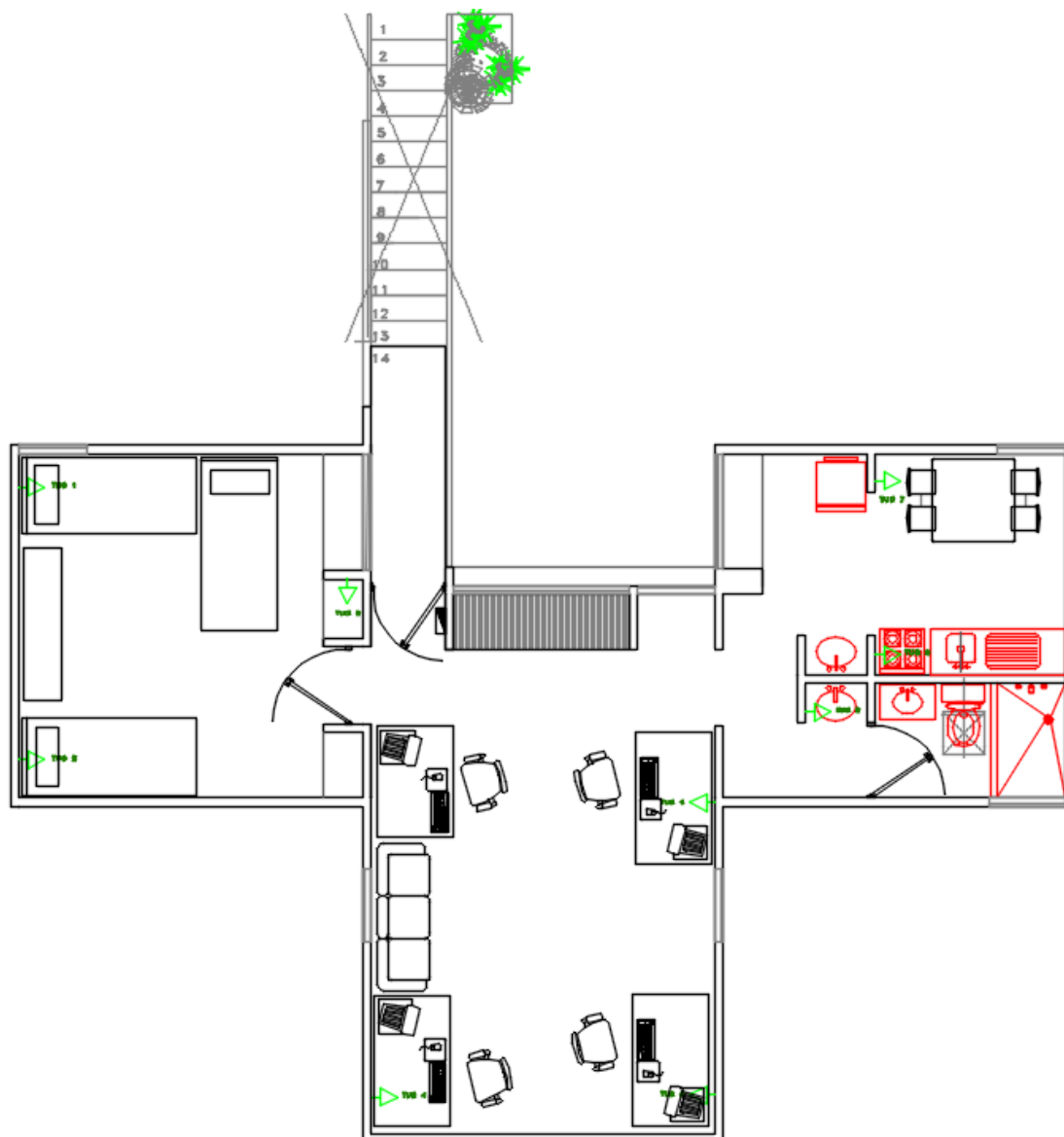


Figura 10: Planta arquitetônica da residência modelo da Moradia Estudantil UNICAMP, com os pontos de tomadas atuais – elaboração própria.

3.2.2. Situação atual (antes da atualização)

É notado por muitos moradores limitações do sistema elétrico da moradia como um todo, que acredita-se não ter passado por reformas ou readequações ao longo de sua existência. Sendo motivo de solicitações dos moradores em diversas assembleias.

Comumente é encontrado casas com tomadas do padrão antigo, com sinais de desgaste de uso, muitas vezes devido a sobrecargas da demanda atual, uma vez que as tomadas presentes são muito escassas, sendo necessárias um uso demasiado de adaptadores e extensões para tentar atender à demanda por pontos.

Além da manutenção insuficiente e do número reduzido de tomadas, a iluminação não é eficiente, uma vez que seria ideal haver mais pontos de iluminação, ou até mesmo haver um programa de substituição por lâmpadas LED. Outro detalhe importante é que muitos moradores não sabem escolher a melhor lâmpada para que atenda aos requisitos luminotécnicos dos cômodos da casa. Evitando a aquisição equivocada na opção mais barata, que muitas vezes acabam por serem lâmpadas incandescentes ou fluorescentes, em que ambos casos possuem uma eficiência significativamente menor do ponto de vista energético.

3.2.2.1. Fotos atuais da casa da Moradia



Figura 11: Vista da sala pelo fundo.



Figura 12: Vista da sala pela frente.

Nas Figuras 11 e 12, pode-se ter uma melhor noção de como é a sala, e também dos dois pontos de luz existentes e apenas três tomadas. A sala como pode ser vista costuma ser um dos cômodos mais utilizados ativamente pelos moradores, uma vez que é a mais utilizada para estudos e desenvolvimento de trabalhos, contendo geralmente ao menos quatro mesas, sendo uma para cada morador da residência.

Com isso, torna-se fundamental haver uma boa iluminação não apenas centralizada, mas também nos quatro cantos, uma vez que durante a noite, os moradores relataram a formação de penumbras e sombras que atrapalham a iluminação das mesas principalmente as que estão encostadas nas paredes. Outro ponto fundamental é haver um número suficiente de tomadas para os dispositivos de todos moradores utilizando ao mesmo tempo o ambiente.

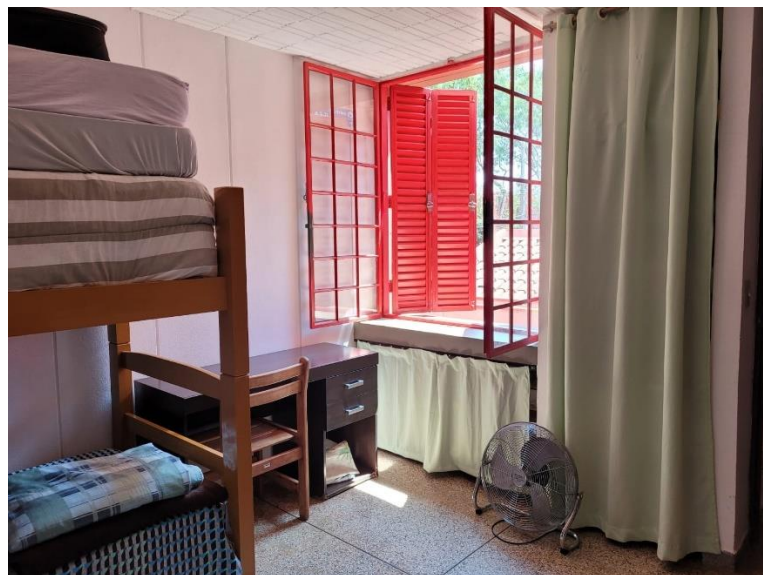


Figura 13: Vista do quarto pelo fundo.



Figura 14: Vista do quarto pela frente.

Já aqui, tem-se duas fotos que permitem visualizar o quarto, o qual possui apenas um ponto de iluminação central e três tomadas. É comum em algumas residências da moradia possuir ao menos uma mesa de estudos no quarto, que apesar do layout da disposição dos móveis ser variável, em geral o quarto costuma ter uma iluminação inferior à da sala para a realização de estudos, além de também possuir poucas tomadas para a demanda dos dias atuais.

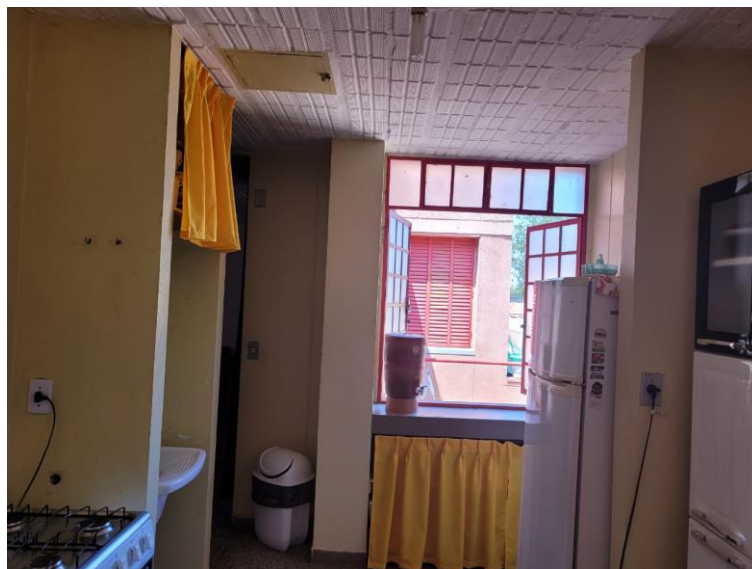


Figura 15: Vista da cozinha pelo fundo.



Figura 16: Vista da área da pia da cozinha.

Tem-se aqui a vista da cozinha, que possui um ponto de luz central e apenas duas tomadas, sendo uma destinada ao refrigerador e outra que conecta o acionamento do fogão. Não possui nenhuma tomada na parede da pia como é possível verificar na Figura 16, sendo utilizado pelos moradores uma extensão com três tomadas para poder energizar algum eletroeletrônico na pia e também utilizar um “Tê” na tomada do fogão para que possa conectar a extensão e o fogão. Vale notar também, que a presença do botijão de gás dentro da edificação conforme disposto na foto, é algo completamente irregular e perigoso.



Figura 17: Vista dos pontos de iluminação do banheiro.



Figura 18: Vista do interruptor do banheiro (sem tomada) e de parte do hall.

Com relação ao banheiro tem-se dois pontos de iluminação, sendo um no centro do teto e um segundo na parede logo acima da pia. Outra problemática logo de início é o fato de não haver nenhuma tomada dentro do banheiro, impossibilitando o uso de secadores de cabelo e máquinas de barbear sem que seja preciso puxar uma extensão da tomada do hall em que se pode notar a máquina de lavar roupas conectada conforme a Figura 18.



Figura 19: Foto do atual quadro de disjuntores da casa modelo.

Por fim tem-se a foto do quadro de disjuntores da casa modelo, o qual é metálico e com disjuntores no padrão NEMA. É possível notar que existe a presença de poucos disjuntores, sendo o primeiro superior um do tipo bipolar geral da casa de 50A, logo abaixo um bipolar para o chuveiro (220V), seguido abaixo por um monopolar (127V) referentes à todas tomadas da residência e por fim o último também um disjuntor monopolar referente a iluminação (127V).

3.2.3. Dados da pesquisa realizada com moradores sobre suas casas

Foi realizada uma pesquisa online com residentes da Moradia Estudantil UNICAMP, através de um formulário Google. A pesquisa realizada foi separada em 3 subtópicos sendo o primeiro relacionados a tomadas, o segundo relacionado a eletrodomésticos e o terceiro sobre iluminação, a fim de poder elaborar uma base das principais características de eletrodomésticos utilizados e dos principais problemas que afetam os moradores. Com isto, sendo também possível fazer um melhor dimensionamento do projeto modelo considerando as necessidades reais apontadas pelos próprios moradores com relação a demanda elétrica.

Dessa forma, foram obtidos os seguintes resultados abaixo:

Grupo 1 - Tomadas		
Você acredita que a quantidade de tomadas na cozinha atualmente supri as necessidades dos moradores? (sem a utilização benjamins, extensões, plugs e adaptadores).	Sim	2,90%
	Não	97,10%
Você acredita que a quantidade de tomadas na sala atualmente supri as necessidades dos moradores? (sem a utilização benjamins, extensões, plugs e adaptadores).	Sim	0,00%
	Não	100,00%
Você acredita que a quantidade de tomadas no quarto atualmente supri as necessidades dos moradores? (sem a utilização benjamins, extensões, plugs e adaptadores).	Sim	5,90%
	Não	94,10%
Você acredita que a quantidade de tomadas no Hall (espaço que liga a sala à cozinha e ao banheiro) de sua casa supre as necessidades? (sem a utilização benjamins, extensões, plugs e adaptadores).	Sim	50,00%
	Não	50,00%
Você acredita que seria necessário ter ao menos uma tomada no banheiro? (para um possível uso por exemplo de secador de cabelo, barbeador elétrico, ou algo do gênero).	Sim	91,20%
	Não	8,80%

Tabela 1: Estatísticas referente as primeiras perguntas relacionadas às tomadas.

Com relação aos resultados obtidos na Tabela 1, fica nítido que as tomadas presentes atualmente em todos os cômodos da casa são insuficientes para a demanda atual, sendo difícil não se utilizar de artifícios como adaptadores e extensões para tentar minimizar os problemas.

Sabendo que o uso de extensões, benjamins, adaptadores e "Ts", não são adequados em instalações elétricas prediais, devido a um alto risco de sobrecarga que podem acarretar em incêndios, qual a quantidade de tomadas que você acredita ser ideal para a cozinha de sua casa para que não fosse necessário utilizar os adaptadores mencionados?

33 respostas

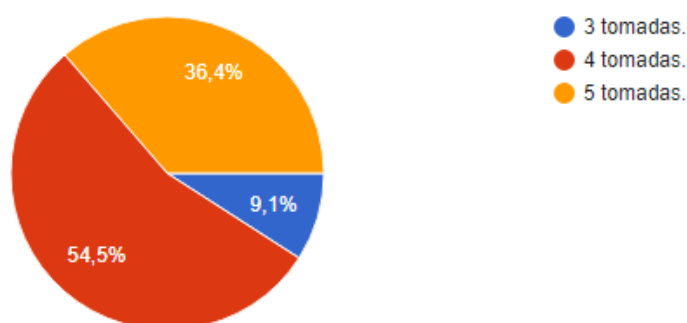


Gráfico 3: Índice da necessidade requerida de tomadas na cozinha pelos moradores.

No gráfico acima, pode-se notar que a grande maioria, com 90,9% dos entrevistados, mencionou a necessidade de haver ao menos quatro tomadas na cozinha, sendo que atualmente existem apenas duas.

Qual a quantidade de tomadas que você acredita ser ideal para a sala de sua casa? (sem a utilização benjamins, extensões, plugs e adaptadores).

34 respostas

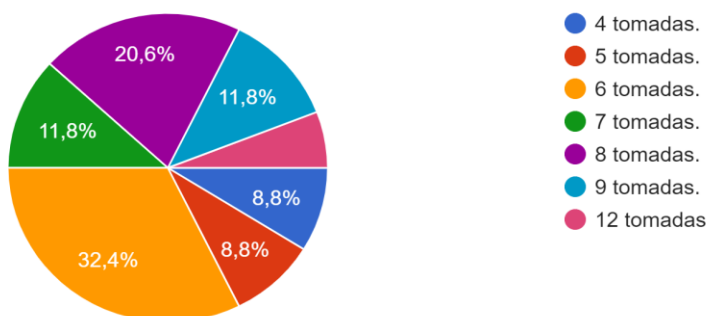


Gráfico 4: Índice da necessidade requerida de tomadas na sala pelos moradores.

Atualmente existem apenas três tomadas na sala, onde costuma ser o local de maior concentração ativa de moradores, uma vez é local que a maioria costuma possuir mesas de estudos individualizadas com a presença de computadores, celulares, tablets e ventiladores. Considerando que a casa é para ao menos quatro pessoas, o grande problema é a falta de tomadas. Referente a isto, verifica-se tal necessidade por 82,5% do total sentirem a necessidade de haver, ao menos, seis tomadas na sala, o que representa o dobro da quantidade atual.

Qual a quantidade de tomadas que você acredita ser ideal para o quarto de sua casa? (sem a utilização benjamins, extensões, plugs e adaptadores).

34 respostas

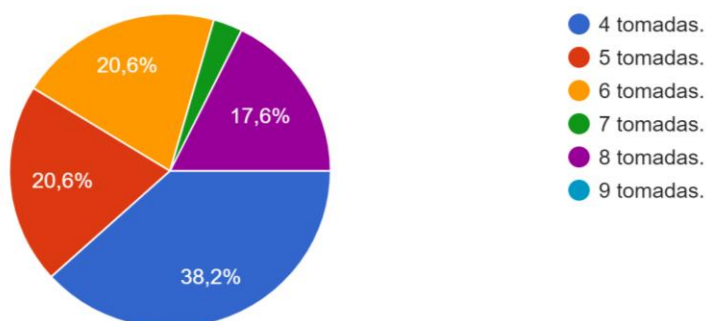


Gráfico 5: Índice da necessidade requerida de tomadas no quarto pelos moradores.

Neste gráfico tem-se que 38,2% dos moradores sentem a necessidade de quatro tomadas e 20,6% cinco tomadas, em que somadas representam 58,8% do total, o que pode retratar que há no geral um índice consideravelmente menor de pessoas que utilizam o quarto para estudar, uma vez que necessitam de menos tomadas que na sala. Ainda assim, o número é quase o dobro da quantidade atual de tomadas no quarto que são de apenas três.

Quantas tomadas você acredita ser ideal ter no Hall (espaço que liga a sala à cozinha e ao banheiro) de sua casa? (sem a utilização benjamins, extensões, plugs e adaptadores).

33 respostas

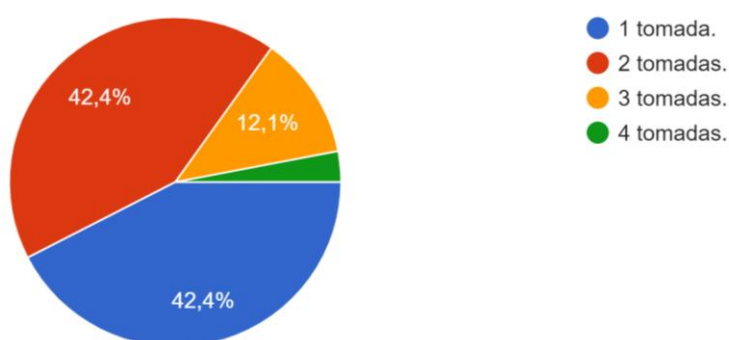


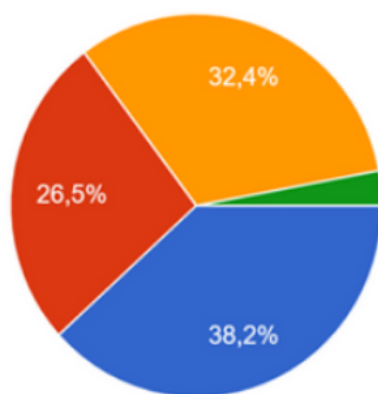
Gráfico 6: Índice da necessidade requerida de tomadas no hall pelos moradores.

No gráfico supracitado, pode-se observar que um pouco mais da metade do total dos entrevistados (57,6%) acreditam que deveria haver ao menos duas tomadas no espaço do hall, que apesar de pequeno, é um espaço que pode ser usado estrategicamente como um local para máquina de lavar roupa, tanquinho ou para se colocar um rádio que fique mais centralizado na casa.

Você acredita que seria necessário ter 1 tomada no banheiro com a tensão de 127V e 1 tomada 220V?

34 respostas

Tendo em vista que a moradia possui pessoas de todo o país, e que a pessoa pode vir de uma região em que a tensão é apenas 220V, consequentemente alguns de seus eletrodomésticos pessoais (os não bivolt) se tornariam inutilizáveis caso não haja tomadas 220V.



- Sim, seria necessário pois tenho algum eletrodomésticos que funciona apenas com 220V.
- Sim, seria necessário, mas não tenho nenhum eletrodomésticos que funcione apenas com 220V, mas conheço pessoas que possuem e necessitam de uma tomada 220V.
- Não, pois não possuo nenhum equipamento que necessita apenas 220V e também não conheço ninguém que possua equipamentos que necessitem apenas de 220V na moradia.
- Em nossa casa não temos aparelhos 220V, nem pretendemos ter.

Gráfico 7: Índice da necessidade requerida de tomadas 127V e 220V no banheiro pelos moradores.

Já com relação ao gráfico acima, foi feito um questionamento com relação a necessidade de se ter ao menos alguma tomada no banheiro, uma vez que atualmente não existe. Juntamente a isto, foi questionado a necessidade de haver uma segunda tomada com tensão de 220V também no banheiro, pois pode haver a necessidade de uso de secadores de cabelo ou de máquinas de barbear na tensão de 220V, uma vez que em muitos dos casos a moradia engloba pessoas de cidades que possuem majoritariamente a tensão 220V, e nesses casos é muito raro as pessoas desses locais possuírem eletroeletrônicos em 127V, sendo necessário ao se mudar para moradia, comprar um outro na tensão da casa ou comprar um transformador para poder utilizá-lo.

Pode-se notar também 38,2% das pessoas tem a necessidade que se tenha uma tomada 220V no banheiro, uma vez que possuem de fato algum equipamento

com essa tensão. Juntamente a isso, tem o caso do grupo de 26,5% dos entrevistados que apesar de não possuir um equipamento 220V, conhece pessoas da moradia que necessitam da tensão.

Já no gráfico a seguir, foi questionado quais dos ambientes da casa seria útil ao ver dos moradores possuir alguma tomada 220V.

Você necessita de alguma tomada 220V em algum desses ambientes?

20 respostas

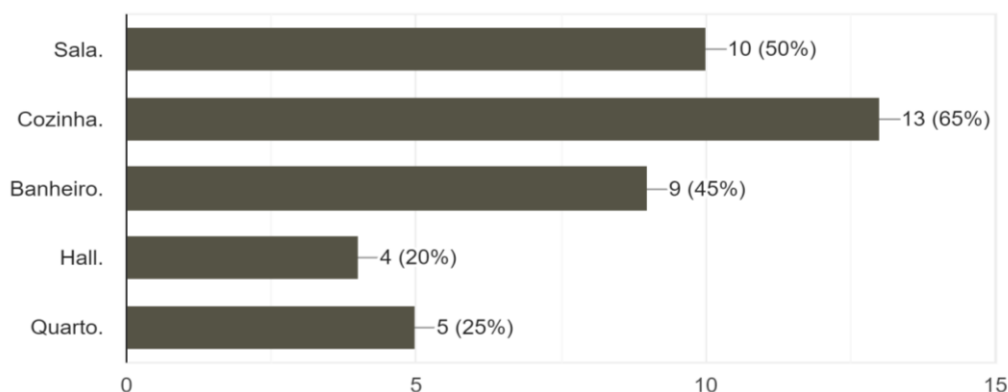


Gráfico 8: Índice da necessidade requerida de tomadas 220V em cada cômodo.

Desta forma, é possível inferir que a sala, cozinha, banheiro, hall e quarto, respectivamente tiveram: 50%, 65%, 45%, 20% e 25% de votos em relação ao total, no índice favorável em se ter ao menos alguma tomada 220V em cada um destes ambientes.

O próximo grupo de pesquisa foi com relação aos eletrodomésticos que os moradores possuem, e qual a densidade em suas residências. Com isto, seria possível realizar um melhor dimensionamento do balanceamento de cargas, uma vez que, em muitos dos equipamentos perguntados costumam ter uma potência relativamente alta, principalmente os que contém algum tipo de resistência para aquecimento. Assim sendo, segue-se:

Possui Sanduicheira elétrica?

34 respostas

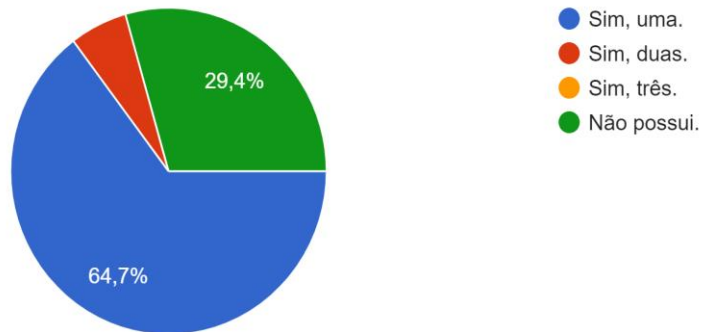


Gráfico 9: Índice da presença de sanduicheira elétrica nas residências.

No gráfico acima, pode-se notar que majoritariamente (70,6%) dos entrevistados possuem ao menos uma sanduicheira elétrica e que apenas 29,4% não possui. Apesar de um pouco mais de um quarto atualmente ainda não possuir o equipamento, é de se esperar que ainda em um futuro próximo este número diminua significativamente, tendo em vista que é um artigo barato e que permite uma grande praticidade no preparo de alimentos, principalmente tendo em vista a rotina de um universitário.

Possui panelas elétricas (ou do tipo "airfryer")?

34 respostas

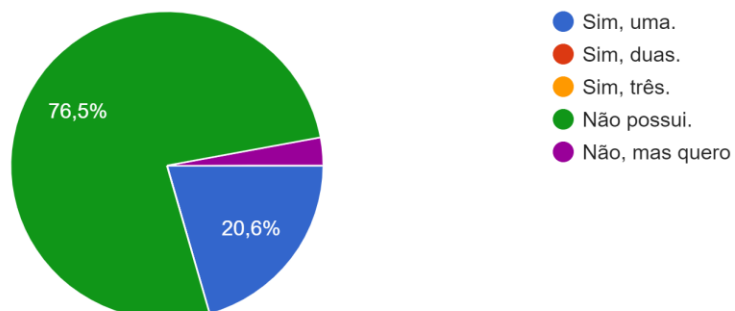


Gráfico 10: Índice da presença de panelas elétrica nas residências.

Com o gráfico anterior pode-se abstrair que apesar de uma maioria de 76,5% dos entrevistados não possuírem panelas elétricas, é de se esperar que em um futuro

próximo esse número diminua significativamente pelo mesmo motivo da sanduicheira elétrica, uma vez que promove uma maior praticidade no preparo de alimentos e se encaixando muito bem na rotina de universitários.

Você saberia dizer qual o valor da potência do chuveiro elétrico de sua casa? (A potência costuma estar escrita na frente do chuveiro, próximo ao local do botão que muda a temperatura).

34 respostas

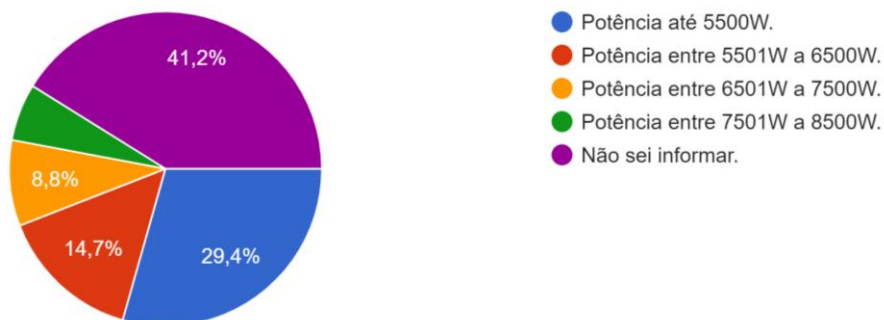


Gráfico 11: Potência do chuveiro das residências de acordo com os moradores.

A questão referente ao gráfico anterior é de grande importância, uma vez que não existe uma padronização dos chuveiros nas residências da moradia estudantil, e isso acaba sendo um grave problema para o sistema elétrico da casa, principalmente se tratando de um projeto antigo, o que por vezes pode acarretar em derretimento de fios, queda de energia e incêndios.

Com base nas respostas obtidas anteriormente, dos que souberam informar a potência do chuveiro, os resultados foram relativamente dentro do esperado, uma vez que a maioria dos chuveiros econômicos comuns se encontram em potências de até 6500 Watts. No entanto, o que se torna preocupante é haver 14,7% dos que responderam, afirmando que o chuveiro possui uma potência superior a 6501 Watts, que apesar de ser uma minoria, devido a idade do projeto elétrico da casa e a falta de manutenções, pode se tornar perigoso, uma vez que o circuito pode simplesmente não suportar tanta potência e super aquecer, derretendo os fios gerando curtos-circuitos, choques elétricos e até mesmo incêndios.

Sua casa possui ferro de passar roupas?

34 respostas

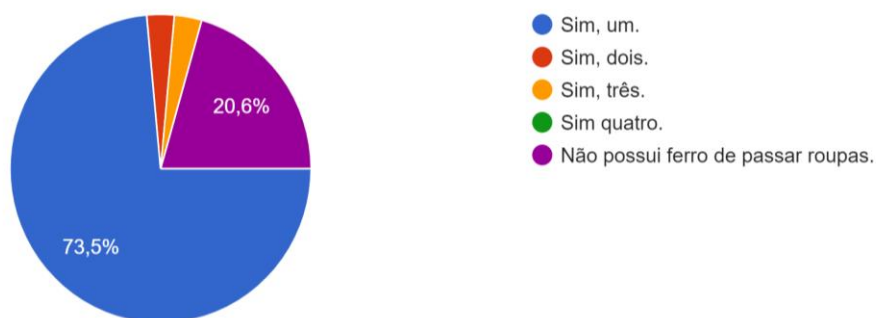


Gráfico 12: Índice da presença de ferro elétrico de passar roupas nas residências.

Assim como era de se imaginar, 73,5% das casas possuem ao menos um ferro de passar, havendo apenas uma minoria de 5,8% que possuem dois ou três.

Por fim, tem-se a tabela de resultados abaixo com perguntas objetivas referente a presença ou não de alguns equipamentos elétricos, que costumam ser comum de se encontrar em residências. Assim sendo, segue-se:

Possui micro-ondas em sua casa?		
Não	Sim	
41,20%	58,80%	
Possui secador de cabelo?		
Não	Sim	
50,00%	50,00%	
Possui máquina de lavar roupa em sua casa?		
Não	Sim	
11,80%	88,20%	
Possui lavadora de roupa do tipo "tanquinho" em sua casa?		
Não	Sim	
79,40%	20,60%	
Possui televisão em sua casa?		
Não, nenhuma.	Sim, apenas uma.	Possui mais de uma
79,40%	20,60%	0,00%
Sua casa possui forno elétrico? (desconsiderando o micro-ondas).		
Não	Sim	
82,40%	17,60%	
Sua casa possui alguma torneira com aquecedor elétrico?		
Não	Sim	
100,00%	0,00%	
Possui churrasqueira elétrica?		
Não	Sim	Possui mais de uma
82,40%	17,60%	0,00%

Tabela 2: Estatísticas referente a presença de eletroeletrônicos nas residências.

Com base na tabela anterior, é possível abstrair de forma geral os eletrodomésticos que os estudantes costumam ter em suas residências. Como era de se esperar, o índice de presença de tais itens se difere um pouco do que comumente é observado em residências comuns, por exemplo a baixa presença de televisão, sendo de apenas 20,6% do total.

No entanto, pode-se prever um aumento de itens que envolvem a praticidade como panelas, churrasqueiras, sanduicheiras elétricas, micro-ondas e secador de cabelo. Desta forma, tem-se um importante ponto de partida para a atualização do projeto elétrico da residência, que é justamente considerar tais eletrodomésticos na demanda energética da casa.

Referente a última etapa da pesquisa, tem-se o grupo 3 abaixo, referente a iluminação das casas, com relação a isto, tem-se a relação objetiva (Sim ou Não) de resultados obtidos por questão, conforme segue-se:

Grupo 3 - Iluminação	
Você acredita que a iluminação da sala é ideal para estudar?	
Não 64,60%	Sim 35,30%
Você acredita que a iluminação do quarto é ideal para estudar?	
Não 72,70%	Sim 27,30%
Na sua casa o dormitório também é utilizado para estudar?	
Não 61,80%	Sim 38,20%
Você acredita que a iluminação da cozinha é ideal para fazer os afazeres?	
Não 41,20%	Sim 58,80%
De forma geral, a iluminação da casa você acredita ser adequada e confortável para os usos?	
Não 61,80%	Sim 38,20%

Tabela 3: Estatísticas referente a iluminação e utilização nas residências.

Com relação a tabela de índices de satisfação com a iluminação anterior, pode-se confirmar o dormitório em 38,2% dos casos também é utilizado para estudos além da sala. No entanto, a iluminação do quarto tem uma insatisfação de 72,7% enquanto

a da sala é de 64,6% de insatisfação, o que pode prejudicar consideravelmente uma das principais atividades realizadas por estudantes como o estudo e leitura especificamente. De forma geral, nota-se uma insatisfação considerável com os principais cômodos da residência quanto ao quesito de iluminação.

Ainda conforme a pesquisa referente a iluminação, também foram apontadas em comentários abertos aos entrevistados (vide no item: “7. Anexos”) que devido aos poucos pontos de iluminação, é por vezes mal distribuído a iluminação, e acabam tornando a execução de atividades noturnas dificultadas.

3.2.4. Situação proposta

Tendo em mão todos os dados e a pesquisa anterior, foi proposto primeiramente a elaboração de um projeto elétrico simplificado da situação atual da residência. Com isso, foi possível posteriormente elaborar uma atualização do projeto antigo conforme a NBR 5410:2004, assim garantindo um bom funcionamento de forma segura e que atendesse a demanda atual da residência estudantil.

Foi proposto também que fosse incrementado alguns artifícios de automação residencial visando aumentar principalmente a eficiência energética da instalação, incluindo pontos de iluminação inteligente extras melhorando a iluminação principalmente da sala e do quarto com sensores, e também o desligamento automático por sensores de todas as luzes da residência quando todos moradores estiverem ausentes e por ventura esquecerem alguma lâmpada acesa. Juntamente a isto, foi englobado por fim placas fotovoltaicas conforme um estudo já realizado em um outro TFC, a fim de não apenas promover uma maior eficiência, mas também possibilitar a geração de uma energia limpa, podendo assim contribuir ainda mais para a sustentabilidade e economia de energia elétrica.

3.3. Modelo Antigo instalado atualmente nas residências da Moradia Estudantil UNICAMP

Inicialmente foi realizado um levantamento sobre a planta elétrica da Moradia Estudantil UNICAMP, e de suas residências, no entanto, não foram encontradas muitas informações, tão como sobre o projeto que havia sido feito na época de sua construção.

Devido a isto, foram necessárias algumas visitas a residência utilizada como modelo, a casa G4-A, para poder fazer do zero toda a planta da residência e posteriormente foi realizado o levantamento dos pontos de tomadas e medidas necessárias. Vale ressaltar que o local exato da passagem dos eletrodutos presentes atualmente na casa é desconhecido, uma vez que não foi encontrado o projeto antigo, e o telhado da casa é de difícil acesso, além de haver limitações em equipamentos, como não ter tido a disponibilidade de um scanner de parede para uma melhor precisão. Devido a isto foi realizado uma estimativa do local de passagem dos eletrodutos com base em relatos dos moradores e dos locais de pontos de tomadas e iluminação.

Ademais, foi realizado o desenho de reconstituição básica conforme abaixo, da planta elétrica da casa modelo, utilizando o software de desenho técnico *AutoCAD*. Vale ressaltar também que não consta nesse desenho prévio informações como tipo da fiação passada em cada eletroduto, tão quanto a carga de iluminação ou de tomadas, justamente por ser desconhecido o projeto original construído.

Ademais, o desenho reconstituído do projeto elétrico atual da moradia foi conforme apresentado na Figura 20 a seguir:

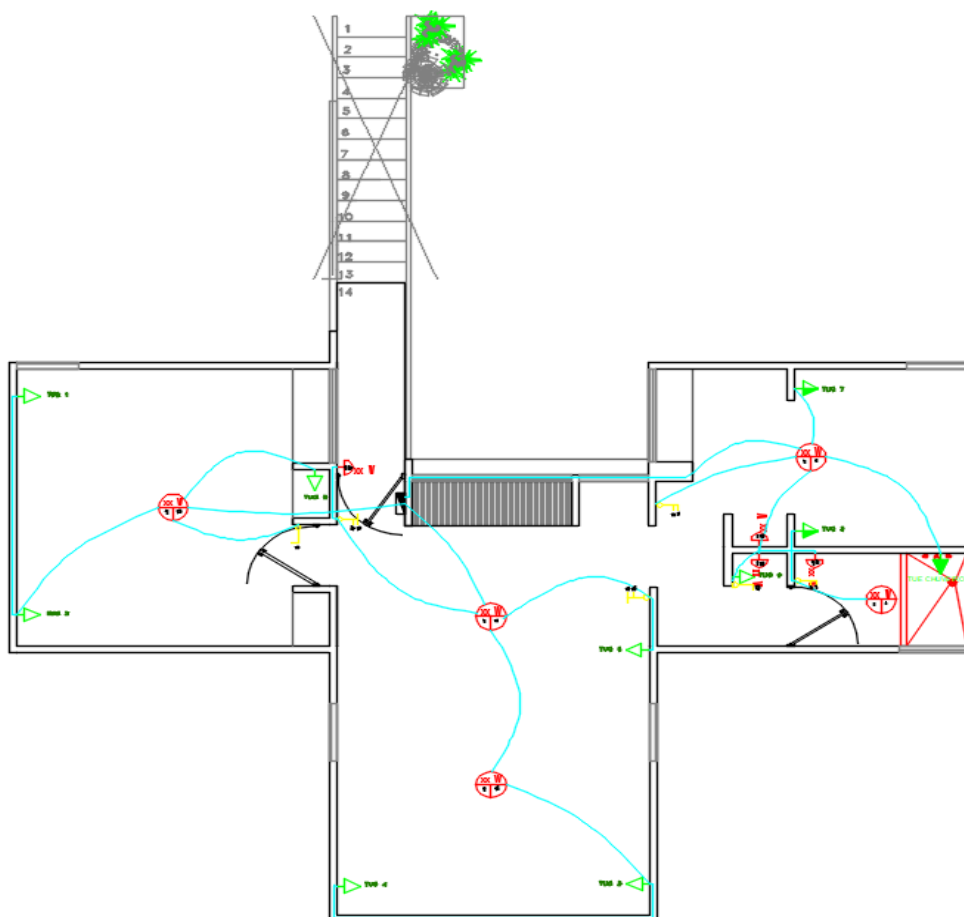


Figura 20: Planta elétrica atual da residência – elaboração própria.

Com base na Figura 20 é possível notar os pontos de tomadas (TUGs e TUEs), pontos de iluminação, traçado hipotético dos eletrodutos e também os pontos de interruptores.

O desenho inicial do projeto elétrico atual é importante, uma vez que foi utilizado como base para o projeto de atualização conforme as normas atuais e também atendendo alguns dos principais pontos apontados pela pesquisa de moradores, e a fim de minimizar possíveis obras mais invasivas e trabalhosas, que poderiam acarretar em maior tempo de execução, custos e transtornos aos moradores, tornando-se assim mais exequível em caso de realização conforme o presente estudo de caso.

3.4. Modelo atualizado conforme normas atuais

De acordo com as normas vigentes de instalações elétricas prediais de baixa tensão, a NBR 5410:2004 e também considerando alguns aspectos levantados na pesquisa com moradores da Moradia Estudantil UNICAMP, juntamente com a aplicação de boas práticas construtivas e de projetos, foi então realizada inicialmente uma atualização do antigo projeto antigo instalado, com base em na casa modelo G4-A.

Assim sendo, deu-se início aos dimensionamentos técnicos do projeto elétrico da residência, tendo-se então:

Tabela 4: Levantamento da demanda energética da residência.

Pavimento único								
Demanda								
QUADRO DE CARGAS DO PAVIMENTO								
Local	Dimensões (m)	Área (m²)	Perímetro (m)	Carga de iluminação (VA)	Número de TUGs	Potência TUG (VA)	TUEs	PotênciaTUE (VA)
Quarto	4,05 x 4,05	16,4025	16,2	220	8	8 x 100 (110V)	-	-
Sala	4,05 x 6,35	25,7175	20,8	340	8	8 x 100 (110V)	-	-
Hall	1,4 x 1,7	2,38	6,2	100	2	2x 600 (110V)	-	-
Cozinha	4,04 x 2,6	10,504	13,28	160	8	3 x 600 (110V) + 4 x 100 (110V) + 1 x 600 (220V)	1 Microondas	2000
Banheiro	2,24 x 1,35	3,024	7,18	100	2	1 x 600 (110V) 1 x 600 (220V)	1 x Chuveiro 1	8500
Varandinha externa	2,8 x 1,87	5,236	9,34	100	0	0	-	-

Conforme a Tabela 4 foi separado cada um dos cômodos a fim de se obter de forma individualizada a área e o perímetro para que com isso fosse possível realizar os primeiros dimensionamentos básicos com relação a iluminação e ao número mínimo de tomadas de acordo com a norma.

Com relação a iluminação, é considerado que até 6 m² adota-se 100VA de carga de iluminação, acima desta metragem quadrada deve-se somar 60VA à carga inicial a cada 4 m² inteiros adicionais.

Já para Tomadas de Uso Geral (TUG), conforme o item 9.5.2.2.1 da norma NBR 5410:2004, o número mínimo de tomadas para cozinhas, lavanderias e lugares equivalentes, precisa haver ao menos uma TUG a cada 3,5 metros ou fração do perímetro do ambiente, sendo necessário ao menos dois pontos acima da bancada da pia, e as três primeiras TUGs ter 600VA em projeto e as demais se houver podendo ser com 100VA. Em banheiros deve haver ao menos um ponto de tomada, e em salas e dormitórios é preciso haver ao menos 1 ponto de tomada a cada 5 metros ou fração

de perímetro do ambiente. Para varandas é previsto ao menos um ponto, podendo ser instalado próximo a ela. Para os demais cômodos é previsto uma TUG até 6 m², ou uma TUG para cada 5 metros ou fração do perímetro do cômodo se ele tiver mais que 6 m².

As TUEs também mencionada na Tabela 4 são Tomadas de Uso Específico, que são geralmente destinadas a equipamentos estacionários e de alta potência, como é o caso por exemplo de micro-ondas e ares-condicionados.

Já a Tabela 5 refere-se ao dimensionamento com relação à potência de cada circuito, tem-se então a separação dos ambientes por circuitos, adotando-se à critério de boas práticas potências máximas de 1100VA para cada circuito de iluminação, 1800VA para circuitos de TUGs, e 2500VA para TUGs de cozinha e lavanderia. Com isso obtendo-se os valores de potência aparente e potência ativa para cada um dos circuitos conforme disposto acima.

Tabela 5: Dimensionamento energético da residência.

Dimensionamento						
Circuito	Descrição	Tensão (V)	Potência aparente (VA)	COS (Φ)	Potência ativa (W)	
1	Iluminação1	127	1020	1	1020	Iluminação - 110V
2	Quarto, Sala	127	1600	0,8	1280	TUGs - 110V
3	Cozinha	127	2200	0,8	1760	TUGs - 110V
4	Cozinha, banheiro (220V)	220	1200	0,8	960	TUGs - 220V
5	Hall, banheiro (110V)	127	1800	0,8	1440	TUGs - 110V
6	TUE Chuveiro	220	8500	1	8500	TUE - 220V
7	TUE Microondas	127	2000	0,9	1800	TUGs - 110V

Com relação ao cos (Φ), é adotado comumente um valor de cos (Φ) = 1,0 para circuitos extremamente resistivos como o de lâmpadas e do chuveiro, cos (Φ) = 0,9 para equipamentos como o micro-ondas, e por fim cos (Φ) = 0,8 para demais circuitos. Vale ressaltar que, foi adotado o coeficiente 0,9 para a TUE do “micro-ondas/churrasqueira elétrica”, pois de acordo com a pesquisa grande maioria não possui churrasqueira elétrica, pressupondo então que possivelmente esta TUE será usado apenas no micro-ondas o qual costuma se considerar cos (Φ) = 0,9 para o mesmo.

Realizado a distribuição de potências por circuitos, pode ser dimensionado conforme o 1º critério abaixo:

Tabela 6: Dimensionamento pelo critério 1.

Dimensionamento critério 1											
				Temperatura: 30° C							
Circuito	Pot (VA)	Tensão (V)	I _B (A)	F _T	N° Circuitos	F _N	Bitola (mm ²)	I _N (A)	I _Z (A)	I _C (A)	Obs.
1	1020	127	8,03	1,00	4	0,65	1,5	10	17,5	11,375	OK!
2	1600	127	12,60	1,00	2	0,8	2,5	16	24	19,2	OK!
3	2200	127	17,32	1,00	4	0,65	4	20	32	20,8	OK!
4	1200	220	5,45	1,00	4	0,65	2,5	10	24	15,6	OK!
5	1800	127	14,17	1,00	4	0,65	2,5	16	32	20,8	OK!
6	8500	220	38,64	1,00	2	0,8	10	40	57	45,6	OK!
7	2000	127	15,75	1,00	2	0,8	2,5	16	24	19,2	OK!

Conforme apresentado na Tabela 6, tem-se o dimensionamento da capacidade limite de conduzir corrente (critério 1), e conforme a tabela tem-se as seguintes simbologias com seus respectivos significados:

- Pot = Potência aparente;
- IB (A) = É a corrente requerida no circuito, que é Pot (VA)/Tensão (V);
- IN (A) = É a corrente máxima que o disjuntor permite passar sem que desarme;
- IZ (A) = É a corrente máxima que o fio suporta sem considerar as perdas (fatores externos ao fio);
- Ic (A) = É a corrente máxima que o fio suporta considerando todos os coeficientes do “critério 1”.
- Ft = É um coeficiente relacionado a temperatura, na qual para a temperatura considerada de 30°C, o coeficiente é igual a 1,00.
- Fn = É um coeficiente relacionado a quantidade de circuitos que passam por um mesmo eletroduto, onde:

Tabela 7: Relação do número de circuitos em um mesmo eletroduto com o coeficiente FN.

Número de circuitos	F _N
1 circuito	1,00
2 circuitos	0,80
3 circuitos	0,70
4 circuitos	0,65

A Tabela 6 representa o dimensionamento pelo critério 1, que é um dimensionamento que usa como base a capacidade máxima que a fiação de cada circuito suporta de corrente de forma segura com base nos fatores listados anteriormente. Vale frisar que a relação $I_c > I_N > I_B$ deve ser sempre seguida, para

que o circuito funcione de forma eficiente e segura, com isso, I_c poderá ser calculado conforme a expressão:

$$I_c (A) = Ft * Fn * Iz (A)$$

Dessa forma, pode-se dar início ao dimensionamento pelo critério 2, que é um dimensionamento que leva em consideração a queda de tensão máxima, tendo como base o comprimento dos trechos do circuito e fatores como corrente (A), $\cos (\Phi)$ do circuito e a bitola escolhida para o circuito. Assim obtendo-se a Tabela 8:

Tabela 8: Dimensionamento pelo critério 2.

Dimensionamento critério 2													
Circuito	Trecho	Comprimento Horizontal	Comprimento Vertical	Soma dos comprimentos horizontais e verticais	Potência	Tensão (V)	IB (A)	Cosseno ϕ	Bitola (mm ²)	Não deve ser superior a 4%	Não deve ser superior a 4%	ΔV ACUMULADO (%)	Obs.
		LHOR (m)	LVER (m)	LTOT (m)	Pot (VA)					ΔV TRECHO (V)	ΔV ACUMULADO (V)		
1	QD - último ponto	9,2	4,5	13,7	1020	127	8,03149606	1	1,5	2,619797525	2,619797525	1	Ok
2	QD - último ponto	12,3	3,2	15,5	1600	127	12,5984252	0,8	2,5	2,231721035	2,231721035	1	Ok
3	QD - último ponto	11,2	4,7	15,9	2200	127	17,3228346	0,8	4	1,967379078	1,967379078	1	Ok
4	QD - último ponto	8,1	2,4	10,5	1200	220	5,454545455	0,8	2,5	0,654545455	0,654545455	1	Ok
5	QD - último ponto	8,1	2,4	10,5	1800	127	14,1732283	0,8	4	1,062992126	1,062992126	1	Ok
6	QD - último ponto	7,9	1,5	9,4	8500	220	38,6363636	1	10	1,297077922	1,297077922	1	Ok
7	QD - último ponto	8,9	2,3	11,2	2000	127	15,7480315	0,9	2,5	2,267716535	2,267716535	1	Ok

Desta forma, com base no projeto elaborado, foi mensurado os comprimentos horizontais (LHor) e verticais (LVer) de cada trecho, sendo assim possível somá-los e se obter o comprimento total do trecho (LTot). Com relação a corrente (A) requerida do circuito é obtida da mesma forma que no critério 1, através da divisão da potência (VA) pela tensão (V).

Os valores do $\cos (\Phi)$ e das bitolas são mantidos os mesmos, podendo haver alteração apenas na bitola escolhida, caso neste critério os valores de queda de tensão sejam superiores ao valor de 4% estabelecidos como limite para instalações alimentadas diretamente pela rede de distribuição pública de baixa tensão, conforme a NBR 5410:2004.

Para a simplificação dos cálculos, foram considerados apenas os maiores trechos com toda a potência do circuito na máxima extremidade dele, assim se no caso mais extremo a perda não ultrapassasse o limite de 4% estabelecido pela norma, significa que todos os outros trechos menores, esse limite também não seria ultrapassado, no caso deste dimensionamento o ΔV Trecho é igual ao ΔV Acumulado justamente por este motivo. Desta forma, o ΔV Trecho pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$\Delta V \text{ Trecho} = \frac{2 * L \text{ Total (m)} * IB(A) * \cos(\Phi)}{56 * \text{Bitola (mm}^2\text{)}}$$

No dimensionamento do critério 2, todos os sete circuitos tiveram uma perda menor que 4% logo de início, desta forma todas as bitolas de fio foram mantidas as mesmas do critério 1.

Com isso, foi possível elaborar o balanceamento de fases conforme Tabela 9.

Tabela 9: Balanceamento de fases.

Demanda								Balanceamento de Fases	
Circuito	Tensão (V)	Potência aparente (VA)	COS (φ)	Potência ativa (W)	Fator de Demanda	Demanda do circuito	Fase	Fase A	Fase B
1	127	1020	1	1020	0,75	765	A		1020
2	127	1600	0,8	1280	0,75	1200	A	1600	
3	127	2200	0,8	1760	1,00	2200	A	2200	
4	220	1200	0,8	960	0,75	900	A-B	600	600
5	127	1800	0,8	1440	0,75	1350	A		1800
6	220	8500	1	8500	1,00	8500	A-B	4250	4250
7	127	2000	0,9	1800	1,00	2000	A		2000
				Pot. instalada =	16,76 KW	Demanda (KVA) =	16,915	Total =	8650
									9670

O balanceamento de fases por sua vez, considerado alguns dos fatores já mencionados nas tabelas anteriores, com grande diferença que foram adicionadas as colunas de fator demanda, demanda do circuito e as três últimas colunas referente ao balanceamento propriamente dito.

Com relação ao fator demanda, ele foi obtido através de índices e classificações disponibilizadas pela concessionária de energia local a CPFL. Este fator estima a demanda energética de uso por circuito conforme a quantidade de itens iguais presente na casa, onde se houver por exemplo apenas um chuveiro na residência, este fator será igual a 1,00, porém se houver mais, esse valor vai diminuindo, pois é esperado que não serão utilizados todos os chuveiros ao mesmo tempo. Assim é possível estimar com mais precisão o valor real da potência demandada em cada circuito, e também da casa como um todo, com isso sendo possível por exemplo, economizar com fios de menor bitola do poste até os quadros de distribuição da casa, tão quanto no medidor de energia do padrão que poderá ser um modelo, por vezes mais simples e com apenas duas fases ao invés de três fases, evitando que o projeto fique superdimensionado.

Por fim o balanceamento de fases visa “equilibrar” a potência em cada uma das fases existentes na residência, no caso deste estudo de caso, possui duas fases a A e a B, conforme apresentado na Tabela 9, e após o balanceamento de fases ficou disposto 8650 W instalada na fase A e 9170 W instalada na fase B.

Com isso, foi possível elaborar o desenho do projeto elétrico através do software de desenho técnico *AutoCAD* da Autodesk, o seguinte projeto modelo da Figura 21, atualizado conforme NBR 5410:2004 e também considerado algumas das demandas relatadas na pesquisa com moradores e o perfil estudantil dos residentes.

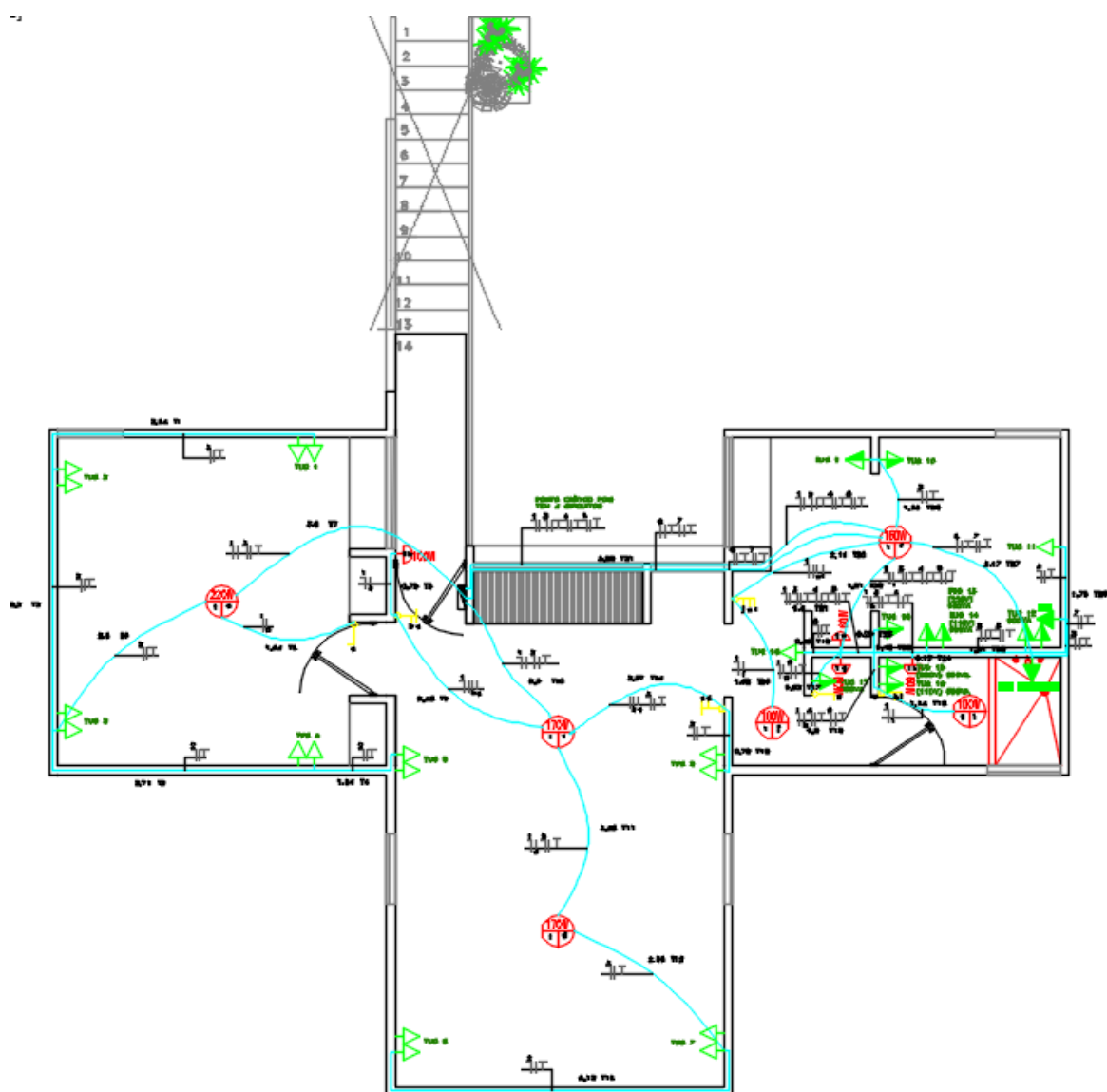


Figura 21: Planta elétrica atualizada da residência, conforme a norma NBR-5410 e pesquisa com moradores.

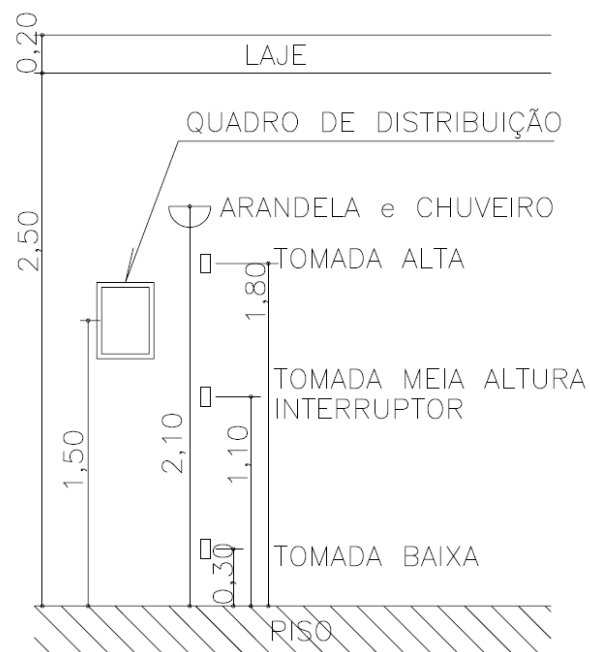


Figura 22: Corte representativo das distancias verticais dos componentes elétricos.

Juntamente a isto, foi possível elaborar uma representação da distribuição de disjuntores, DRs e DPS conforme a seguir:

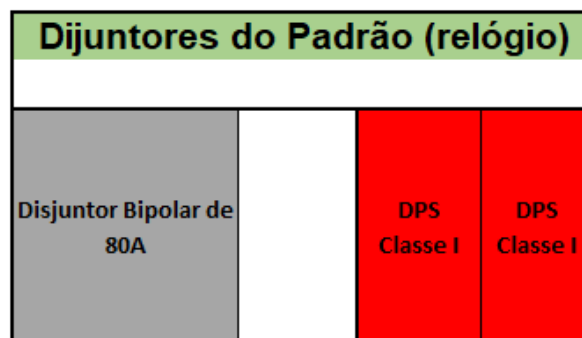


Figura 23: Disjuntor e DPS do padrão.

Quadro de disjuntores da residência					
Quadro de circuitos (QCD)					
DPS Classe II	DPS Classe II	DR 30mA - Tripolar		Iluminação 127V - Circuito 1	TUGs 127V - Quarto e Sala - Circuito 2
TUGs 127V - Cozinha - Circuito 3	TUGs 220V - Disjuntor Bipolar - Cozinha e Banheiro - Circuito 4	TUGs 127V - Hall, banheiro - Circuito 5	TUE 220V - Disjuntor Bipolar Chuveiro - Circuito 6	TUE 127V - Microondas - Circuito 7	

Figura 24: Quadro de circuitos atualizado (QCD).

3.5. Aprimoramento do sistema predial com base na automação para aumentar a eficiência energética

Neste estudo de caso propõem-se também, pontuar alguns artifícios de automação que poderiam ser implementados nas residências estudantis a fim de visar principalmente uma maior sustentabilidade e eficiência energética.

Como é possível notar o desenvolvimento da tecnologia vem crescendo cada vez mais, a fim de melhorar ainda mais a eficiência energética e dar mais conforto aos moradores. Com este intuito, alguns dos artifícios propostos a serem implementados no projeto da casa modelo são:

- Tomadas USB espalhadas pela casa;
- Sensores acionadores das lâmpadas da entrada da casa e do hall;
- Sensor de movimento para acionamento das lâmpadas na bancada da pia da cozinha;
- Lâmpadas inteligentes direcionais que funcionam apenas se o seu interruptor estiver ligado e o sensor identificar que há a presença de alguém embaixo delas.
- Desligamento de todas as lâmpadas da casa quando todos saíssem (sensores de calor em todos os cômodos)

Desta forma, a fim de minimizar a sobrecarga de uso das tomadas convencionais 127V e 220V, e assim incentivando a inibição do uso de adaptadores “Ts”, e benjamins, foi proposto haver pontos espalhados pela sala, quarto e cozinha de tomadas USB, capaz de carregar aparelhos eletrônicos como: celulares, fones sem fio, tablets, GPS, entre outros. Vale ressaltar que os eletrodutos da fiação de tensão de 12V das tomadas USB, não são os mesmos da fiação de tensão 127V e 220V a fim de se evitar danos na fiação 12V ao se fazer manutenção da rede de maior tensão, uma vez que a fiação 12V são significativamente mais finos e sensíveis que as demais fiação, além de que, é sabido que existe interferência do campo magnético da corrente alternada (127V e 220V) com o campo magnético da corrente contínua devido a frequências diferentes.

Com relação a carga de iluminação dos pontos de lâmpadas centrais, foram mantidos os mesmos do projeto atualizado, conforme o item 3.4, uma vez que os pontos de luz direcionais adicionais não tem o intuito de iluminar o ambiente em si, e sim permitir que haja um foco de iluminação direcionada em um ponto desejado pelo usuário, a fim de facilitar por exemplo a leitura de livros ou de escrita.

Outro fator importante para diminuir o consumo energético é a substituição de todas as lâmpadas das residências para lâmpadas do tipo LED comum, com isso além de aumentar a vida útil das lâmpadas estaria aumentando significativamente a eficiência energética. Vale ressaltar também que para se manter a padronização e eficiência neste quesito, é preciso que seja fornecido tais lâmpadas pela própria instituição que é proprietária da Moradia Estudantil, a UNICAMP, o que atualmente não ocorre.

Afim de maximizar ainda mais a eficiência energética, foi englobado neste modelo sensores com tecnologia de raios infravermelhos passivos – PIR (do inglês) capazes de acionar e apagar automaticamente as lâmpadas do Hall e da porta de entrada da residência, além de haver também três lâmpadas LEDs do tipo Mini Dicroica LED instalada na região da bancada da pia da cozinha e do fogão, também com acionamento e desligamento automático, assim propiciando uma maior iluminação na pia quando estiver sendo utilizada.

Por fim, também é proposto que neste layout seja englobado um conjunto de sensores também com a tecnologia de raios infravermelhos passivos – PIR (do inglês) porém do tipo 360°, em todos os cômodos capazes de identificar quando não houver a presença de ninguém na casa e apagar todos as lâmpadas que possam ter sido esquecidas ligadas pelos moradores. Assim podendo evitar o desperdício desnecessário de energia elétrica na residência.

Com isso pode ser elaborado um modelo base que representasse a implementação dos artifícios mencionados, conforme a Figura 23:

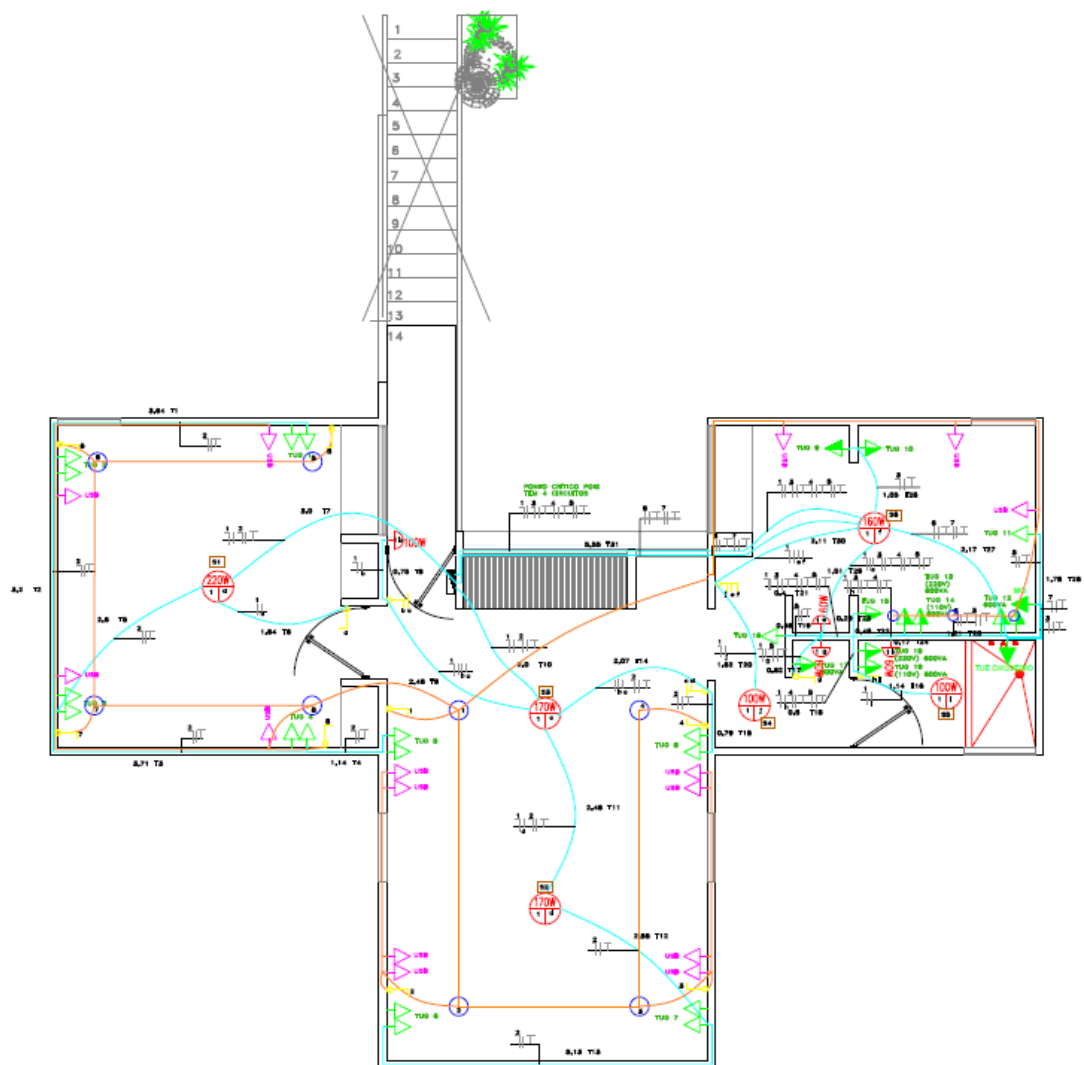


Figura 25: Planta modelo proposta da residência, com artifícios de automação visando uma maior eficiência energética.

Com isso pode-se observar na Figura 23 os pontos de iluminação centrais dos cômodos em 127V na cor vermelha. Já os pontos de iluminação direcional na cor azul escuro para o caso de haver mesas de estudos na sala ou no quarto, em que tais pontos de iluminação só são acionados se o interruptor referente a lâmpada em questão estiver acionado e o sensor presente juntamente a lâmpada identificar a presença de alguma pessoa em baixo através do infravermelho, caso contrário a lâmpada permanecerá apagada.

Ainda sobre os pontos de iluminação, os interruptores estão representados em amarelo, onde os interruptores acompanhados de alguma letra referem-se a interruptores das lâmpadas centrais 127V da residência, enquanto os interruptores acompanhados de numeração de 1 a 4 refere-se as lâmpadas direcionais 12V da sala e a de numeração de 5 a 8 refere-se as lâmpadas do direcionais do quarto.

Com relação as tomadas USB estão representadas na cor roxa, sendo em verde as tomadas em 127V ou 220V. Em relação aos eletrodutos da cor laranja também se referindo ao circuito 12V que abastece as tomadas USB e lâmpadas direcionais com sensores também em 12V, e os eletrodutos na cor azul clara se refere ao circuito na tensão de 127V e 220V da casa.

Os sensores 12V do tipo PIR comum estão representados na cor azul, vale ressaltar que estes sensores são referentes ao acionamento das lâmpadas direcionais 12V e são integradas às lâmpadas, e que eles precisam possuir entrada 12V, pois serão abastecidos pelo mesmo circuito 12V presente na casa. Já com relação aos sensores tipo PIR 360° representados na cor marrom (S1 a S6), são os responsáveis pelo desligamento de todas as lâmpadas 127V da residência, e a fim de simplificação do circuito será utilizado a versão mais comercial de 127V do sensor. Vale frisar, que a utilização do sensor PIR 12V no caso das lâmpadas direcionais, possuem uma maior eficiência energética uma vez que não necessitam de um transformador de tensão embutido para a conversão da tensão de operação nativo do sensor, evitando a perda desnecessária de energia em forma de calor gerado pelo próprio transformador.

Por fim, tem-se um modelo de como poderia ser implementado alguns artifícios de automação a fim de maximizar a eficiência energética nas residências da Moradia Estudantil UNICAMP.

3.6. Interligação com o projeto de placas solares

Aqui será realizado a interligação de um estudo já realizado no TFC de um estudante da engenharia mecânica, Nicolas Retamal (2021), utilizando os valores e conclusões já encontradas no estudo dele sobre placas fotovoltaicas nas residências da Moradia Estudantil UNICAMP, para assim poder realizar uma conexão entre ambos os Trabalhos Finais de Curso.

Sabe-se também que já existe uma iniciativa da própria UNICAMP de realizar um campus mais sustentável e autossuficiente do ponto de vista energético, incluindo-se a Moradia Estudantil. Devido a isso, uma ótima forma de tornar suas instalações mais eficientes e autossuficientes do ponto de vista energético, é a instalação de placas fotovoltaicas. Com relação a isto, existem duas modalidades de instalações fotovoltaicas: sistemas autônomos “*Off Grid*” que são desconectados da rede de distribuição ou sistemas conectados a rede de distribuição “*On Grid*”. Os sistemas *Off Grid* são mais indicados em regiões isoladas e de difícil acesso. Já os sistemas *On Grid* são os mais indicados para instalações em locais urbanos, e funcionam paralelos com a rede de distribuição de energia elétrica.

Os sistemas do tipo *On Grid* são regidos pela resolução da ANEEL nº482 de 17 de abril de 2012, que regulamenta a microgeração e sistemas de compensação de energia elétrica. Sendo este o sistema utilizado para o presente estudo de caso.

De acordo com o estudo feito no TFC de Nicolas Retamal, a área disponível para instalação de placas fotovoltaicas nos telhados de cada residência da moradia é de 40 m², porém as residências com números pares possuem dois níveis, isto é, possui uma casa com mesma planta no térreo e uma no primeiro andar a cada 3 casas, assim sendo, a cada 3 casas, 1 não possui o telhado disponível para instalação das placas fotovoltaicas, então a área de 40m² de cada unidade deve ser multiplicada por 2/3, e multiplicadas também pelo total de 253 residências, assim obtém-se a área total de 6746 m² disponíveis para instalação das placas fotovoltaicas.

Ainda de acordo com Nicolas, a média anual de radiação solar em Campinas é de 1939,68 KWh/m²/ano. E que a eficiência de placas do tipo policristalino (poli-Si) é de 14,5%, assim conforme a equação apresentada por ele tem-se:

$$Ep = Es \times Am \times \eta m$$

Sendo:

$Es = 5,388$ kWh/m²/dia, a radiação solar diária;

$Am = 6746$ m² a área da superfície do módulo;

$\eta m = 0,145$ a eficiência do módulo;

Com isso, foi obtido a energia produzida diariamente pelo módulo, $Ep = 5.270$ KWh/dia, e considerando 12 meses de 30 dias cada, obtém-se 1.897.336,79 KWh/ano.

Considerando o consumo de energia elétrica da Moradia Estudantil UNICAMP no período de 2016 a 2020 levantado no TFC de Nicolas, tem-se:

Tabela 10: Consumo de energia elétrica nos anos entre 2016 a 2020. Fonte: TFC de Nicolas Retamal – Engenharia Mecânica UNICAMP.

	2016		2017		2018		2019		2020	
Mês	kWh	R\$	kWh	R\$	kWh	R\$	kWh	R\$	kWh	R\$
Janeiro	30.001,00	20.462,15	35.164,00	22.570,18	33.034,00	19.658,00	35.513,00	23.414,00	33.405,00	27.175,96
Fevereiro	30.096,00	22.978,95	37.116,00	23.647,19	35.078,00	20.775,02	35.094,00	25.669,95	34.140,00	29.318,63
Março	41.756,00	25.854,14	43.062,00	28.112,04	46.278,00	26.178,71	41.051,00	28.600,23	40.459,00	31.750,09
Abril	49.685,00	29.728,06	48.388,00	29.555,87	45.561,00	29.458,87	43.622,00	32.169,63	38.826,00	31.034,26
Mai	46.773,00	29.895,08	50.476,00	29.158,06	44.570,00	32.067,24	45.687,00	37.010,57	35.556,00	29.449,86
Junho	48.918,00	31.259,02	48.165,00	30.097,23	47.388,00	35.115,76	46.067,00	36.000,34	32.394,00	28.168,12
Julho	47.958,00	30.450,49	48.657,00	28.929,38	46.230,00	36.073,85	42.743,00	33.231,97	35.671,00	31.742,17
Agosto	47.147,00	29.790,56	42.447,00	26.114,63	41.798,00	31.940,40	41.209,00	33.798,05	34.642,00	31.719,23
Setembro	52.733,00	33.293,58	51.526,00	31.503,75	52.300,00	40.991,70	45.426,00	37.404,03	36.195,00	32.290,39
Outubro	48.895,00	31.003,26	45.214,00	28.190,57	45.270,00	34.979,10	46.898,00	38.903,67	38.783,00	34.077,82
Novembro	48.991,00	30.223,55	44.650,00	28.647,63	45.343,00	34.552,74	47.763,00	39.319,67	34.847,00	30.090,61
Dezembro	48.295,00	31.143,39	46.805,00	29.752,85	42.870,00	30.190,77	42.065,00	33.990,74	38.435,00	34.305,86
Total Anual	541.248,00	346.082,23	541.670,00	336.279,38	525.720,00	371.982,16	513.138,00	399.512,85	433.353,00	371.123,00

Com isso é possível observar que a média de consumo anual entre 2016 e 2020 é de 511025,8 KWh/ano, sendo que a estimativa de geração de energia anual através das placas fotovoltaicas dispostas conforme apresentando por Nicolas (2021), é possível obter 1.897.336,79 KWh/ano, o que representa cerca de 3,71 vezes a demanda atual de consumo elétrico da Moradia Estudantil UNICAMP.

Desta forma, seria possível não só aumentar a eficiência energética, mas também tornar a moradia um ambiente totalmente autossuficiente no sentido energético, considerando o balanço de déficit do consumo demandado versus o potencial total que poderá ser gerado de energia, além de ser capaz de comportar um possível aumento no consumo energético ao longo dos próximos anos devido ao surgimento de novas tecnologias que necessitam de energia e o grande aumento de adesão de cada vez mais eletrodomésticos pelos moradores. Além é claro, de ser possível a geração de créditos energia elétrica através acordos com a concessionária de energia local para poder, por exemplo, descontar total ou parte do excedente de energia depositado na rede da geração das placas fotovoltaicas da moradia para outros locais do campus da UNICAMP que ainda não forem autossuficientes do ponto de vista energético.

Por fim, vale ressaltar que no estudo realizado no TFC de Nicolas, não foram encontradas informações adicionais sobre o estado dos sistemas de medição, tão como outras informações que já não houvessem sido apresentadas pelo presente estudo.

CAPÍTULO 4

4.1. DISCUSSÃO E ANÁLISE

Após a realização dos levantamentos sobre a estrutura da residência modelo e da elaboração da pesquisa com os moradores sobre as instalações elétricas de suas casas, foi possível analisar as principais situações problemáticas que as casas apresentavam.

Com isto, foi elaborado um modelo de projeto elétrico atualizado da residência modelo conforme a norma vigente NBR 5410:2004, atendendo as necessidades do perfil estudantil da residência, e que também fossem englobadas as principais demandas observadas na pesquisa com moradores, assim obtendo a planta da Figura 21, que demonstra uma maior quantidade de tomadas distribuídas pelos cômodos da residência, além de fiação de proteção (fio terra) presente nos circuitos de todas as tomadas, inclusão de dispositivos exigidos por norma que aumentam a segurança

como a presença de DR, e DPS, além de que foram realizadas o aumento da bitola da fiação de acordo com a demanda atual energética das casas.

Com isso, pode-se observar uma significativa melhora na segurança elétrica tanto aos moradores diretamente, quanto para a própria instalação, uma vez que para um uso que comum da instalação não há mais riscos de derretimento de fios e curtos circuitos como relatado por moradores. Vale notar também que a simples atualização do projeto já é capaz de tornar a instalação mais eficiente não apenas ao uso, mas também do ponto de vista energético, uma vez que a fiação tenderá a não esquentar mais devido à sobrecarga da demanda atual, gerando neste ponto uma pequena economia.

Visando uma eficiência energética mais efetiva, foi considerado o aprimoramento do sistema predial com base na automação residencial. Sendo então englobados tomadas USBs que diminuem a demanda por uso de tomadas convencionais para o carregamento de eletrônicos como celulares, tablets etc. Juntamente a isto foram adicionados sensores capazes de acionar e desligar lâmpadas da entrada da casa, hall, bancada da pia da cozinha, além da desativação automática de toda iluminação da casa, quando todos moradores se ausentassem. Também foram implementadas lâmpadas nos quatro cantos da sala e do quarto, a fim de atender a alta demanda retratada na pesquisa com moradores, sobre a iluminação deficiente nestes cômodos para a realização de leitura, e que inclusive, tais lâmpadas só funcionam se o seu respectivo interruptor estiver acionado e for identificado pelo seu sensor individualizado que há alguém presente abaixo dela.

Assim seria possível fazer um uso mais racional da energia elétrica e que aumentasse sua eficiência referente ao uso, porém vale ressaltar que para que de fato houvesse uma eficiência energética, a universidade deveria ser a responsável por fornecer e realizar a substituição de lâmpadas do tipo LED e de chuveiros, para que com isso seja padronizado e seja garantido tanto a segurança aos moradores, quanto a instalação, e que se tenha a garantia de que os componentes elétricos básicos da casa sejam eficientes, o que atualmente não ocorre, fazendo com que muitos moradores por vezes leigos no assunto comprem lâmpadas de baixa eficiência, ou realizem a substituição do chuveiro por modelos com potência superior ao suportado

pelo projeto elétrico, o que além de gerar um maior consumo elétrico pode pôr em risco os moradores e as instalações.

Após a elaboração do modelo com alguns artifícios de automação residencial, foi realizado a conexão com um outro TFC que abordava o dimensionamento de placas fotovoltaicas para as residências da Moradia Estudantil, onde foi possível não só aumenta a eficiência energética como foi possível tornar a casa modelo totalmente autossuficiente em relação ao balanço de energia gasta e produzida, e no caso do projeto ser replicado para todas as 253 casas da Moradia Estudantil, toda a moradia seria capaz de gerar até 3,71 vezes o valor total consumido de energia atualmente se for considerado o estudo inicial realizado no TFC de Nicolas Retamal.

Com isso seria possível alcançar uma economia média anual de R\$ 364.995,00 desconsiderando os gastos com taxas mínimas da concessionária de energia local, podendo inclusive reverter o excedente energético gerado em crédito através de acordos com a concessionária de energia, para destinar estes créditos por exemplo a outras instalações da UNICAMP que ainda não são autossuficientes, gerando assim uma maior economia no orçamento da universidade.

CAPÍTULO 5

5.1. CONCLUSÕES

O objetivo do trabalho em se realizar um panorama sobre o passado, presente e futuro da instalação elétrica predial da Moradia Estudantil UNICAMP, foi atingido ao se realizar desde o levantamento histórico, da situação atual, e de possíveis demandas futuras de uso das residências. Em que, com isso foi possível através de uma casa modelo a elaboração inicialmente de um modelo de como se encontra a residência, para assim poder elaborar um modelo “ideal” aos dias de hoje conforme a norma vigente juntamente com dados levantados através de pesquisas com moradores, até a inclusão de melhorias e aprimoramentos com alguns itens de automação residencial, que foi englobando por fim a um modelo de residência com placas fotovoltaicas nos telhados.

Graças aos artifícios de automação residencial alinhados a eletroeletrônicos mais eficientes, foi possível haver um uso mais racional de energia elétrica, sendo possível gerar uma economia com gastos de energia elétrica, além de promover um maior conforto aos moradores.

A geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos, se mostrou extremamente eficaz e capaz de tornar as residências da Moradia Estudantil autossuficiente, sendo capaz de diminuir significativamente o orçamento da universidade despendido para custos com energia da moradia. Ao se alinhar o modelo com automação residencial à presença de placas fotovoltaicas, permitiu se alcançar um modelo extremamente eficiente devido a um uso racional e inteligente da energia, além da produção da mesma, de forma a ser capaz de não apenas gerar a energia gasta em média anual, como sendo capaz de gerar até 3,71 vezes o consumo médio atual.

Sendo assim possível uma potencial geração de energia limpa através de meios renováveis contribuindo para a diminuição de carbono lançado na atmosfera devido as termoelétricas dos meios convencionais, podendo também reduzir os impactos causados ao meio ambiente devido a construção de futuras usinas hidrelétricas, além de poder reduzir os custos com despesas energéticas em médio e longo prazo. Assim atingindo e superando as expectativas potenciais traçadas inicialmente.

5.2. Oportunidades futuras

Observa-se que existem melhorias que podem ser implementadas para aumentar ainda mais a eficiência energética das residências. Com relação as placas fotovoltaicas poderiam ser realizados estudos que aprimorariam sua instalação com ângulos específicos em direção aos vários ângulos do sol ao longo de um dia a fim de maximizar a absorção de energia solar. Verificar assim, área mínima necessária de placas fotovoltaicas para suprir a demanda energética atual, a fim de minimizar os gastos com a instalação evitando que a instalação fique superdimensionada.

Outro ponto ainda sobre as placas fotovoltaicas, seria a realização de um estudo da incidência de radiação solar dentro da Moradia Estudantil, uma vez que

existem muitas árvores de grande porte em torno da maioria das residências, podendo tornar a média de incidência solar do município como um todo utilizada no estudo, ineficaz para um projeto na moradia em específico. Sendo também necessário a realização de um estudo estrutural das residências, para verificar se suportariam as cargas adicionais vindas das placas fotovoltaicas e seus componentes instalados no telhado.

O fornecimento de lâmpadas e chuveiros por parte da UNICAMP para a substituição quando necessário é fundamental, não devendo ser deixando sob responsabilidade dos moradores, o que também é um ponto que precisa ser estudado e revisto, uma vez que, isto permitiria uma garantia maior tanto da eficiência energética, quanto da boa funcionalidade prevista em projeto para o empreendimento em questão, quanto principalmente relacionado a capacidade com que o projeto foi desenvolvido para suportar especialmente no caso do chuveiro, que conforme a entrevista com moradores ficou claro que não existe nenhum tipo de padronização, podendo pôr em risco não apenas o circuito, mas todos os moradores.

O desenvolvimento de um projeto de automação residencial propriamente dito com os itens propostos neste TFC conforme o item 3.5 é fundamental para que seja exequível o modelo apresentado. Com isto, podendo ser possível a implementação real futuramente na Moradia Estudantil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACOPEL. Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade. Revista: Raio X das Instalações Elétricas Brasileiras. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://abracopel.org/wp-content/uploads/2020/07/Raio-X-das-Instala%C3%A7%C3%B5es-El%C3%A9tricas-Residenciais-Brasileiras.pdf>. Acesso: 8/3/2022.

ABRACOPEL. Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade. Disponível em: Poucas tomadas: o que fazer? São Paulo, 3, março de 2012. Disponível em: <https://abracopel.org/download/poucas-tomadas-o-que-fazer/>. Acesso: 8/3/2022.

ABRACOPEL. Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade. Abracopel publica uma prévia dos dados de acidentes de origem elétrica em 2021, 26 de julho de 2021. Disponível em: <https://abracopel.org/blog/abracopel-publica-uma-previa-dos-dados-de-acidentes-de-origem-eletrica-em-2021/#:~:text=Os%20n%C3%BAmeros%20sempre%20se%20mostram,primeiro%20semestre%20por%20choque%20el%C3%A9trico>. Acesso: 15/2/2022.

ABRACOPEL. Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade. Revista: Raio X das Instalações elétricas residenciais brasileiras, São Paulo, março de 2017. Disponível em: <https://abracopel.org/wp-content/uploads/2020/07/Raio-X-das-Instala%C3%A7%C3%B5es-El%C3%A9tricas-Residenciais-Brasileiras.pdf>. Acesso em: dezembro de 2021.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Geração Distribuída. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida#:~:text=Desde%2017%20de%20abril%20de,de%20distribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20sua%20localidade>. Acesso em: 17/3/2022.

BORGES, Leandro Francisco Pereira. Instalações Elétricas: construção de uma rede elétrica dimensionada. 2019, TFC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/1263>. Acesso em: 24/3/2022.

CUNHA, Livia. Memória da eletricidade: a evolução das instalações. Revista: O Setor Elétrico, Rio de Janeiro, abril de 2010. Disponível em: https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/memoria_abril_10.pdf. Acesso em: dezembro de 2021.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética, Matriz Energética e Elétrica, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcedenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso: 7/1/2022.

GUIA EM DA NBR 5410, Revista eletricidade Moderna – p. 8 - 9. Disponível em: https://www.coisarada.net/assets/uploads/d5cc3-guia_em_da_nbr_5410.pdf. Acesso em: janeiro de 2022.

ISAMI, Alessandra Meiko, BIS, Edivaldo. A importância da norma ABNT NBR 5410 nas instalações elétricas. Revista eletrônica das Engenharias do UniSALESIANO - Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Vol.9. no. 1, 2020. Disponível em: https://unisalesiano.com.br/aracatuba/wp-content/uploads/2021/03/09_A-importancia-da-norma_160_171.pdf. Acesso: 7/3/2022.

KALATEC AUTOMAÇÃO. Atuador elétrico: o que é, vantagens, tipos e funções, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://blog.kalatec.com.br/atuador-eletrico/>. Acesso: 9/3/2022.

LEGRAND. Sensores interruptores. Guia de aplicações, projeto e instalações, São Paulo, 2011. Disponível em: https://www.hdl.com.br/sites/pialleggrand.com.br/files/downloads/catalogo_sensores_interruptores_0.pdf. Acesso: 21/11/2021.

LIMA, Welch Maria Martiniano de. Sugestões para atualização da norma abnt nbr 5410. Dissertação (TFC). Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/18825>. Acesso em: dezembro de 2021.

PROCOBRE. Instituto Brasileiro do Cobre. 2022. Disponível em: <http://abccobre.org.br/artigos/>. Acesso: 8/3/2022.

RETAMAL, Nicolas Henrique dos Santos, *Moradia Estudantil da UNICAMP Descarbonizada: Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa por meio da Conservação e Geração de Energia*, Dissertação de Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

ONS. Operador Nacional do Sistema Elétrico, Ons Apresenta o Relatório Anual de 2021, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <http://www.ons.org.br/Paginas/Noticias/20220324-ONS-apresenta-o-Relatorio-Anual-de-2021.aspx>. Acesso em: março de 2022.

PRG UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas. Programa de Moradia Estudantil. Disponível em: <https://www.prg.unicamp.br/moradia/>. Acesso em: fev. 2022.

PRP UNICAMP. Ato Deliberativo do Programa Moradia Estudantil nº 01/2018, REGRAS DE VIVÊNCIA NA MORADIA ESTUDANTIL DA UNICAMP, Disponível em: <https://www.sae.unicamp.br/portal/pt/3200-vigencia-deliberacao-estabelece-regras-para-estudantes-residentes-na-moradia-estudantil-da-unicamp> – Acesso em: fevereiro de 2022.

UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas. Atualidades: Moradia Estudantil terá equipe própria para conservação e aguarda laudo estrutural, Campinas, 2021. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2021/01/20/moradia-estudantil-tera-equipe-propria-para-conservacao-e-aguarda-laudo#:~:text=A%20Moradia%20Estudantil%20da%20Unicamp,equipe%20da%20Pr-efeitura%20do%20Campus>. Acesso em: 8/3/2022.

UNICAMP. Prefeitura da Cidade Universitária Zeferino Vaz, Diretoria Executiva de Administração, 2021. Disponível em: <https://www.prefeitura.unicamp.br/>. Acesso em: fevereiro de 2022.

UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas. Atualidades: Moradia Estudantil terá equipe própria para conservação e aguarda laudo estrutural. Campinas, 20, janeiro de 2021. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2021/01/20/moradia-estudantil-tera-equipe-propria-para-conservacao-e-aguarda-laudo#:~:text=A%20Moradia%20Estudantil%20da%20Unicamp,equipe%20da%20Prefeitura%20do%20Campus>. Acesso: janeiro, 2022.

ANEXO

Com relação às respostas abertas ao tópico **referente aos eletrodomésticos**, em que se perguntou: “Acredita possuir algum outro equipamento não listado acima, e que possui alta potência e acha interessante mencionar? (Exemplo: aquecedor, ar-condicionado etc)” teve-se como respostas:

Resposta 1:	Secador 110v não suporta na tomada da moras com T. Ele pega fogo e derrete e não tem tomada que comporta pino mais grosso.
Resposta 2:	Ventiladores, computador, notebooks, liquidificador, roteador.
Resposta 3:	Umidificador.
Resposta 4:	Nenhum, mas gostaria de comprar um.
Resposta 5:	Ar-condicionado portátil.
Resposta 6:	Máquinas de costura bivolt pois não estou nas casa e sim no ateliê bloco G, H.
Resposta 7:	Aquecedor, chapinha ou modeladores de cabelo.

Tabela 11: Respostas abertas dos entrevistados com relação aos eletrodomésticos.

Referente às respostas abertas ao tópico 3 de iluminação, em que se perguntou: “Você tem alguma sugestão no que tange a parte de iluminação da casa como um todo ou referente a algum cômodo específico?”, foram obtidas as seguintes respostas:

Resposta 1:	Há casas que dividem a sala para fazer um quarto. A disposição atual não permite isso com boa iluminação.
Resposta 2:	Todas as lâmpadas deveriam estar num nível bem mais baixo, ou em quantidade bem maior.
Resposta 3:	A cozinha é bastante escura, o que faz com que seja difícil lavar os pratos a noite ou até cozinhar. Acho que o problema principal é porque uma parte do pé direito é rebaixado, o que corta a iluminação em cima da pia.
Resposta 4:	Lâmpadas LED mais intensas.
Resposta 5:	As localizações das lâmpadas na sala e na cozinha não são boas.
Resposta 6:	Algumas casas dividem a sala para quartos. Então isso poderia ser considerado também nas tomadas que precisa.
Resposta 7:	Na sala é necessário que as lâmpadas sejam com luminescência >1000 e é necessário duas lâmpadas. caso contrário a sala fica mal iluminada. o mesmo na cozinha. no banheiro há presença de duas lâmpadas para um cômodo pequeno, o que é desnecessário.
Resposta 8:	Eu acho que deveria haver uma lâmpada adicional no hall entre o banheiro e a sala/cozinha, pois faz falta em minha casa. Também acho que duas lâmpadas são pouco para a sala da moradia, que considero escura mesmo com lâmpadas que iluminam muito bem.
Resposta 9:	Duas lâmpadas na cozinha
Resposta 10:	Acredito que possam ter mais iluminação , algumas direcionadas e com baixo custo.
Resposta 11:	No tanque e lavabo, onde as luzes estão, há geralmente prateleiras, então a luz deveria estar em outro ponto.

Tabela 12: Respostas abertas dos entrevistados com relação a iluminação.

Referente às respostas abertas com relação à pesquisa como um todo, foi questionado: “Você tem alguma sugestão sobre a parte elétrica (tomadas, iluminação etc) da casa como um todo ou referente a algum cômodo específico que gostaria de comentar ou sugerir alguma melhoria?” com isso, foram obtidas as seguintes respostas:

Resposta 1:	Acho que as tomadas tinham que ser mais estáveis. Já queimei diversos aparelhos por conta da instabilidade das tomadas
Resposta 2:	Opção de tomada 3 pinos
Resposta 3:	seria ótimo poder haver tomadas 220 em outros cômodos, como no quarto e na sala.
Resposta 4:	O número de tomadas é insuficiente e a posição onde elas se encontram, principalmente, na cozinha e no quarto são ruins
Resposta 5:	Acredito que possamos construir um projeto de grande impacto e benefício para a melhoria da vida dos alunos, com baixo custo e bastante iluminação , as x luz direcionada , as x uma iluminação que consiga atender as necessidades das pessoas, sem ser sucateada como foi feita aqui na moradia.
Resposta 6:	A sala e o problema de divisões já citado.

Tabela 13: Respostas abertas dos entrevistados com relação à pesquisa como um todo.

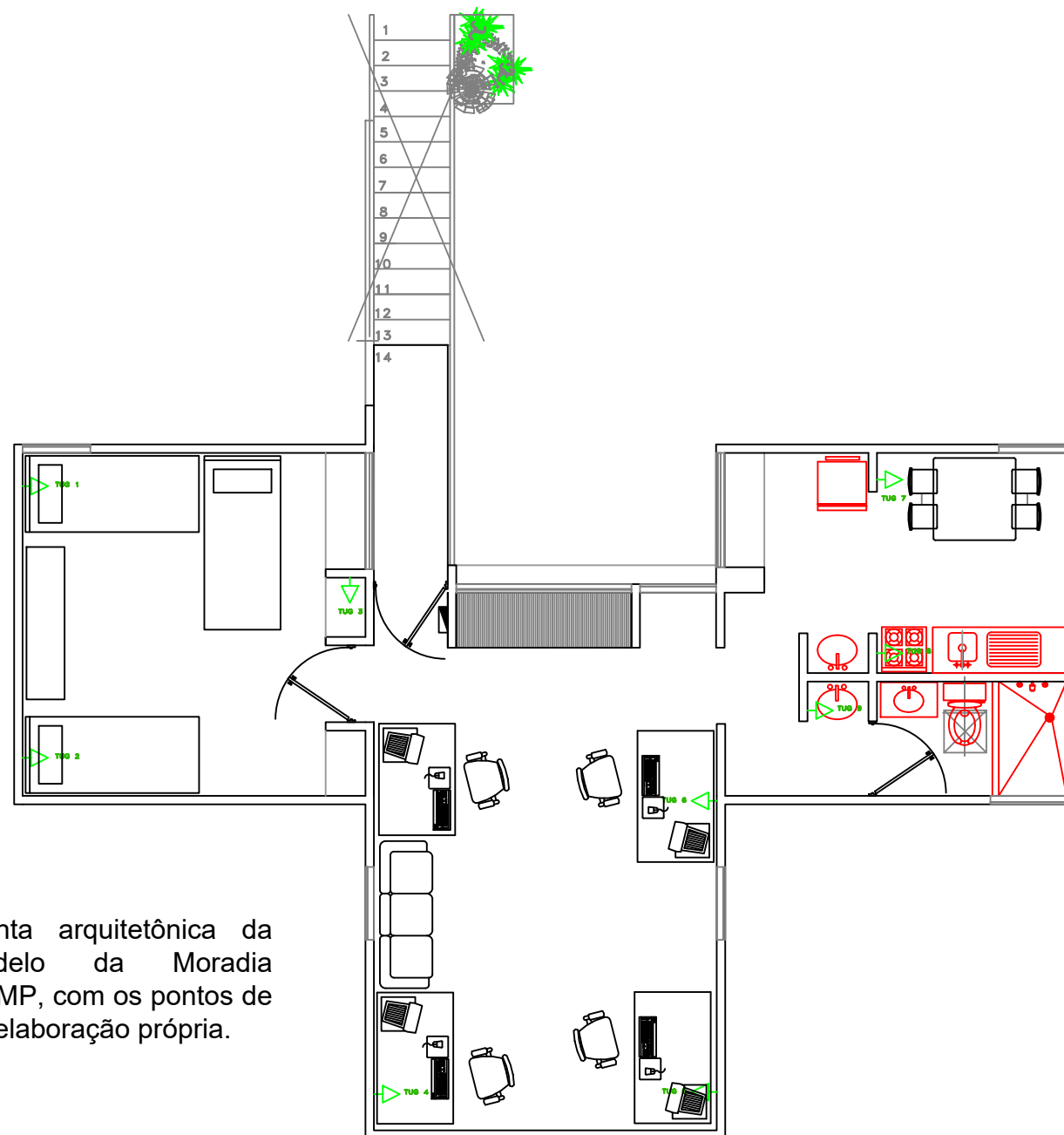


Figura 10: Planta arquitetônica da residência modelo da Moradia Estudantil UNICAMP, com os pontos de tomadas atuais - elaboração própria.

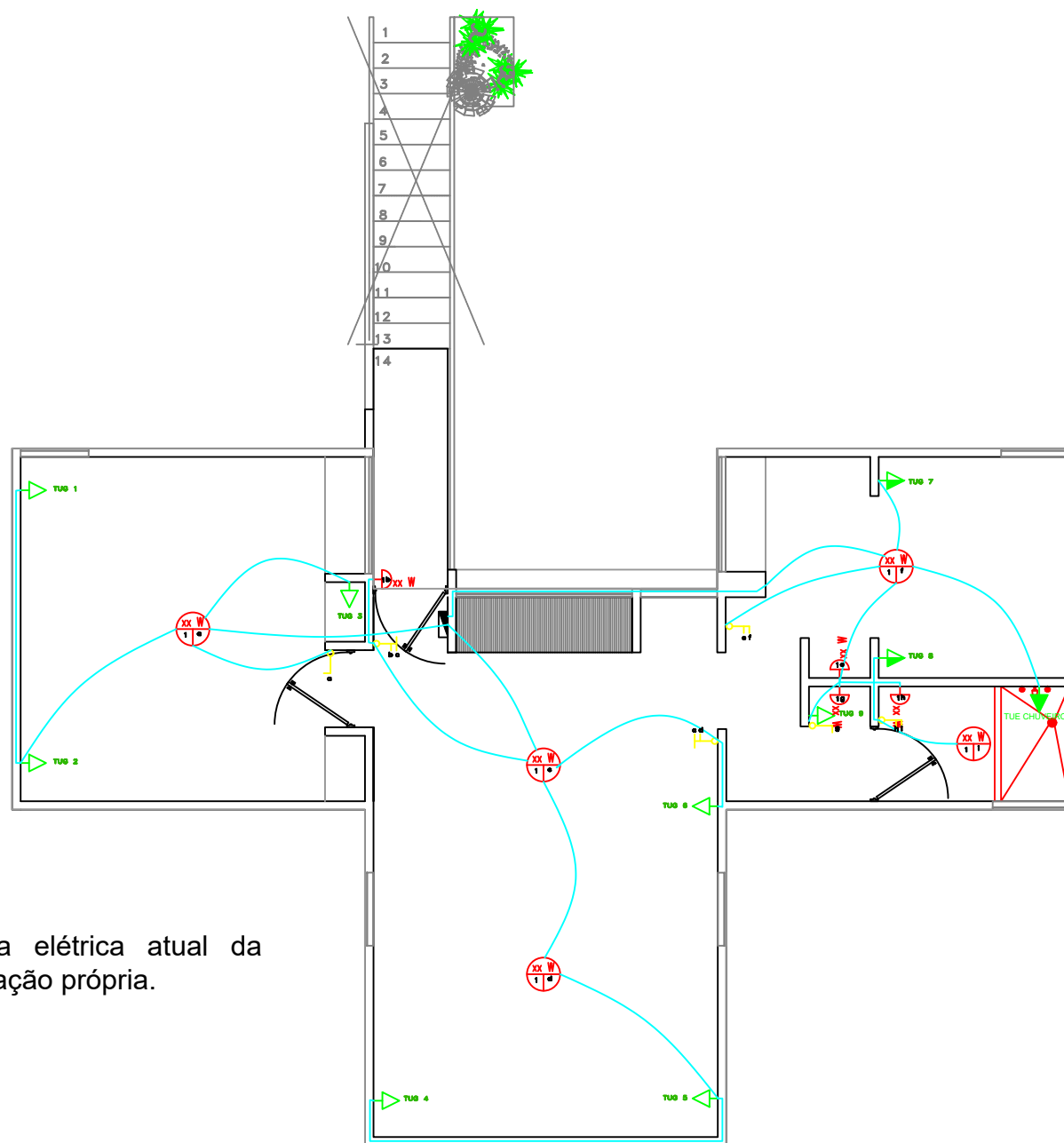


Figura 20: Planta elétrica atual da residência - elaboração própria.

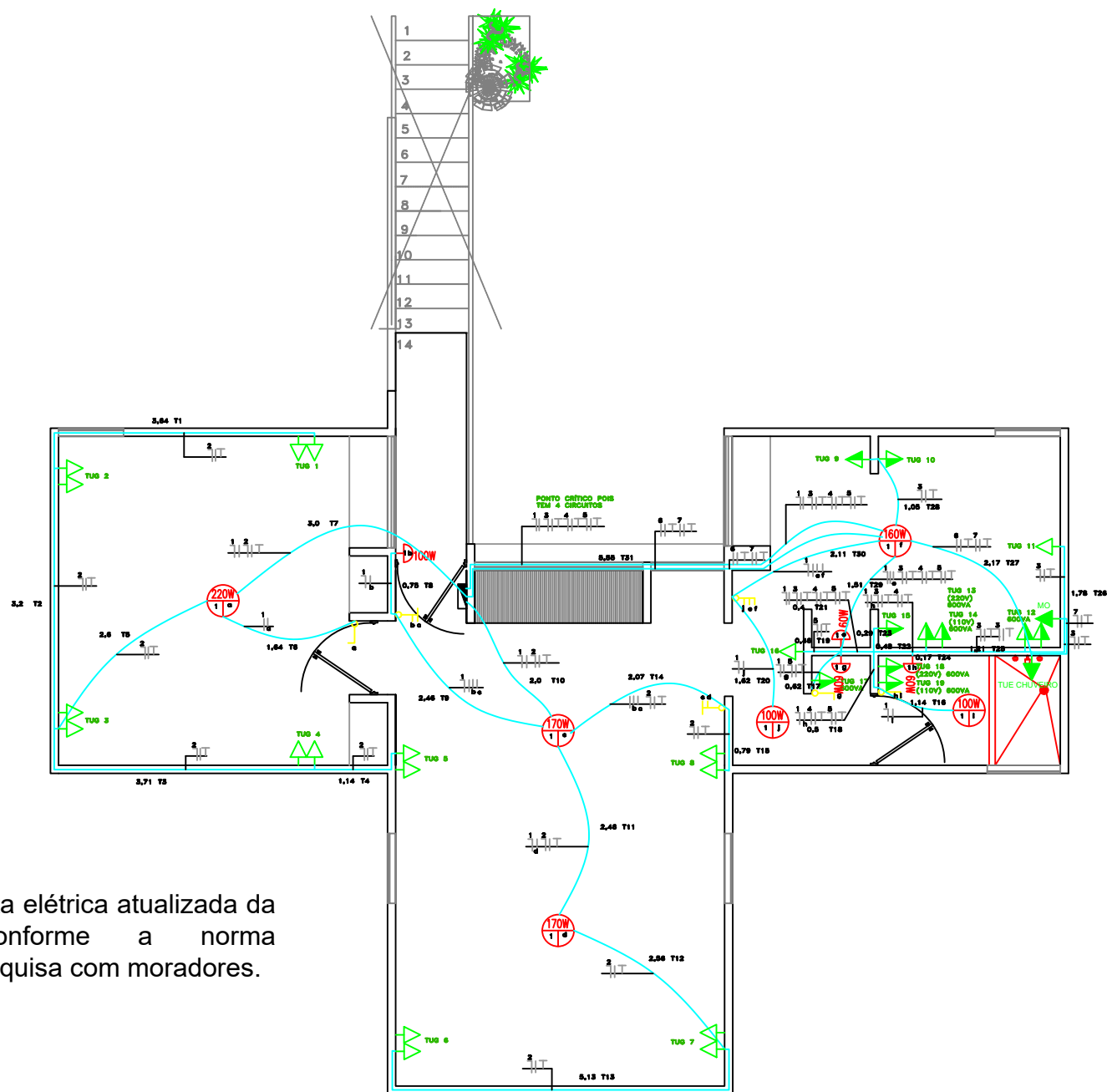


Figura 21: Planta elétrica atualizada da residência, conforme a norma NBR-5410 e pesquisa com moradores.

