



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

ANA BEATRIZ GOMES SISTE

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL NA ARQUITETURA DE INTERIORES: Um
Estudo de Caso sobre a Otimização do Consumo de Energia Elétrica.**

SÃO LUÍS – MA

2019

ANA BEATRIZ GOMES SISTE

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL NA ARQUITETURA DE INTERIORES: Um
Estudo de Caso sobre a Otimização do Consumo de Energia Elétrica.**

Trabalho Final de Graduação
apresentado ao curso de Arquitetura e
Urbanismo da Universidade Estadual do
Maranhão para obtenção de grau de
bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof^a. Me. Fabiana Aquino
de Moraes Rego.

SÃO LUÍS – MA

2019

ANA BEATRIZ GOMES SISTE

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL NA ARQUITETURA DE INTERIORES: Um
Estudo de Caso sobre a Otimização do Consumo de Energia Elétrica.**

Trabalho Final de Graduação
apresentado ao curso de Arquitetura e
Urbanismo da Universidade Estadual do
Maranhão para obtenção de grau de
bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof^a. Me. Fabiana Aquino
de Moraes Rego.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Me. Fabiana Aquino de Moraes Rego (Orientadora)

Universidade Estadual do Maranhão

Prof^a. Esp. Flávio Moraes Rêgo Salomão (Avaliador)

Universidade Estadual do Maranhão

Diogo Luís Figueiredo Nina (Avaliador Externo)

Engenheiro Mecatrônico

*Dedico essa conquista ao meu pai, José Roberto Siste
(in memoriam), pelo amor incondicional e apoio durante 4
anos e meio dessa jornada acadêmica, e há 8 meses como
um anjo, que guia e ilumina a minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, eu agradeço a Deus, por cada pessoa que Ele destinou na minha vida, por todos acontecimentos, conquistas, sacrifícios e perdas, que contribuíram para a minha formação como ser humano, e conseqüentemente, a formação dos meus sonhos, dentre eles, o de ser Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal do Maranhão. Toda minha honra à Deus por ter me permitido chegar até aqui, e com a bênção dEle, ir muito além nessa profissão que escolhi.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a concretização desse sonho.

A minha orientadora Fabiana Aquino de Moraes Rego, por aceitar a orientação e ter se disponibilizado de forma sempre atenciosa a atender minhas dúvidas; pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, dedicação e incansáveis incentivos.

Ao meu avaliador Flávio Moraes Rêgo Salomão, a qual sou grata pelos ensinamentos proporcionados em 3 semestres nos quais tive a honra de tê-lo como professor.

Ao meu avaliador externo, Diogo Luís Figueiredo Nina, proprietário da empresa HomeSet, o qual desde o princípio, mesmo sem me conhecer, sempre se mostrou muito receptivo, atencioso e dedicado a me orientar e conceder conhecimentos mais profundos sobre o tema principal do trabalho: Automação Residencial.

As amigas sinceras que conquistei nesses 5 anos dentro do curso de Arquitetura, que contribuíram para minha formação: foram grandes parceiros de trabalhos acadêmicos e com certeza, brilhantes colegas de profissão. Além disso, são de grande valor pessoal as amigas da escola que permaneceram intactas após esses 5 anos.

Ao meu namorado, Celso Henrique de Anchieta Almeida Filho, pelo carinho, compreensão, paciência e companheirismo durante esse processo de humor inconstante.

Aos meus pais, Ana Maria Vieira Gomes e José Roberto Siste (in memoriam) pela criação, educação e amor incondicional, a minha eterna gratidão em mais um sonho conquistado e proporcionado pelo apoio, incentivo e esforço deles por mim.

Por fim, ao meu irmão, José Roberto Siste Filho, minha maior inspiração pessoal e profissional. Formado em Engenharia Elétrica, me proporcionou o incentivo em trabalhar com o tema da Automação Residencial e a Otimização de Energia Elétrica. Agradeço pela paciência e dedicação sem igual especialmente nesse trabalho, mas também durante toda a vida.

*Se vocês permanecerem em mim, e as
minhas palavras permanecerem em vocês,
pedirão o que quiserem, e será concedido.*

JOÃO 15:7

Este trabalho abordará o conceito de Automação Residencial, relatando como se deu primeiramente o desenvolvimento da tecnologia no cotidiano das pessoas, e posteriormente contextualizando temas como a Interação Humano-Computador e Internet das Coisas. Além disso, será apresentado como se deu o desenvolvimento da automação progressivamente nos diferentes ramos: Industrial, comercial e predial, resultando por fim, na Automação Residencial, onde serão enaltecidos os benefícios desse sistema aliado a Arquitetura de Interiores nos dias de hoje. Por fim, foi desenvolvido um estudo de caso acerca da otimização do consumo de energia elétrica através dos recursos e configurações de um sistema de automação, o qual foi possível concluir que essa é uma tecnologia que, além de garantir conforto, praticidade e segurança, pode ser um grande aliado na redução de desperdícios e, conseqüentemente, resultar em uma conta de energia mais baixa.

Palavras-chave: Automação Residencial; Otimização; Energia Elétrica.

This work will address the concept of Residential Automation, reporting how technology was first developed in people's daily lives, and later contextualizing topics such as Human-Computer Interaction and Internet of Things. It will be presented as the development of the automation has progressively developed in the different branches: Industrial, commercial and building, resulting finally in the Residential Automation, where the benefits of this system allied to Interior Architecture will be extolled nowadays. Finally, a case study on the optimization of electric energy consumption through the resources and configurations of an automation system was developed, which concluded that this is a technology that, besides guaranteeing comfort, practicality and safety, can be a great ally in reducing waste and, as a result, result in a lower energy bill.

Keywords: Residential Automation; Optimization; Electricity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Tecnologias de Comunicação e Informação.....	15
Figura 02	Interação Humano-Computador.....	20
Figura 03	Evolução dos Computadores.....	21
Figura 04	Internet Of Things.....	24
Figura 05	Domínios de Aplicações da IoT.....	25
Figura 06	Potencial Econômico da IoT até 2025.....	26
Figura 07	Volume de pesquisas no Google Trends sobre WSN e IoT...	27
Figura 08	Ciclo de Adoção de Novos Produtos pelos Consumidores.....	37
Figura 09	Recursos da Automação Residencial.....	39
Figura 10	Gráfico da Eficiência Luminosa para diferentes tipos de lâmpadas.....	45
Figura 11	Gráfico da Vida Útil para diferentes tipos de lâmpadas.....	46
Figura 12	Relação entre nível de luminosidade, potência consumida e a vida útil da lâmpada.....	46
Figura 13	Comparativo entre a Tarifa Branca e a Tarifa Convencional..	49
Figura 14	Planta Baixa Original.....	52
Figura 15	Planta Baixa de Layout.....	52
Figura 16	Planta Baixa de Luminotécnica.....	53
Figura 17	Planta Baixa de Pontos de Ar condicionado.....	53
Figura 18	Central de Automação Touchlight Smart.....	57
Figura 19	Teclado Touchlight 4x2 de 3 botões.....	57
Figura 20	Extensor Touchlight Smart.....	58
Figura 21	Diagrama Esquemático de Funcionamento da rede de Automação Touchlight.....	58
Figura 22	Planta Baixa de Setorização.....	60
Figura 23	Planta de Circuito da Sala de Estar/Jantar e Garagem.....	62
Figura 24	Planta de Circuito do Quarto 01.....	64
Figura 25	Planta de Circuito do Quarto 02.....	65
Figura 26	Planta de Circuito da Suíte 01.....	66
Figura 27	Planta de Circuito do Hall.....	66
Figura 28	Planta de Circuito da Varanda Gourmet.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Potência Equipamentos Elétricos.....	55
Quadro 02	Potência das Luminárias.....	56
Quadro 03	Estimação de Consumo Equipamentos Elétricos antes da Automação.....	68
Quadro 04	Estimação de Consumo de Iluminação antes da Automação...	69
Quadro 05	Tarifa da CEMAR	70
Quadro 06	Estimação de Consumo Equipamentos Elétricos após a Automação.....	71
Quadro 07	Consumo em horas e dimerização da Sala de Estar e Jantar...	72
Quadro 08	Estimação de Consumo de Iluminação após a Automação.....	72
Quadro 09	Quadro Comparativo de Dados	74

LISTA DE SIGLAS

TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
IHC	Interação Humano Computador
SIGCHI	Special Interest Group In Computer Human Interaction
IoT	Internet Of Things
RSSFs	Redes de Sensores Sem Fio
WSN	Wireless Sensor Network
DVR	Digital Vídeo Recorder

INTRODUÇÃO	1
1. TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	4
2. INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR	8
3. A INTERNET DAS COISAS	11
4. SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO	16
4.1 Automação Industrial	19
4.2 Automação Comercial.....	20
4.3 Automação Predial.....	21
4.4 Automação Residencial	23
4.4.1 Recursos da Automação Residencial	27
4.4.2 Pilares da Automação Residencial	30
4.4.3 Automação Residencial e a Eficiência Energética	32
5. ESTUDO DE CASO	39
5.1 Definição do Perfil Familiar	39
5.1.1 Definição do Plano de Rotina	42
5.1.2 Definição de Equipamentos Elétricos	43
5.2 Proposta de Automação	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS	66
APÊNDICE A – Planta Baixa de Layout	
APÊNDICE B – Planta Baixa de Luminotécnica	
APÊNDICE C – Planta Baixa de Pontos de Ar Condicionado	

INTRODUÇÃO

A Automação Residencial é o uso da tecnologia para facilitar e tornar automática algumas tarefas habituais que em uma casa ficaria a cargo de seus moradores, ou seja, é mais um artifício tecnológico que tem por finalidade principal a praticidade, conforto, segurança e economia ao ser humano.

Com base nisso, o presente trabalho trata da relação entre a Automação Residencial e a Arquitetura de Interiores, com o objetivo de exemplificar através de um estudo de caso como utilizar esse sistema a fim de otimizar o consumo de energia elétrica de uma residência.

As metodologias usadas para desenvolver esse trabalho consistiram em leitura de livros, artigos, sites e teses, assim como levantamento de dados através de pesquisas de campo com profissionais da área. Além disso, por se tratar de um estudo de caso, foi desenvolvido um projeto residencial e suas respectivas plantas baixas de Layout, Luminotécnica e Pontos de Ar Condicionado, a fim de obter as premissas necessárias para compor o estudo de caso.

O trabalho está dividido em 5 capítulos, nos quais os 4 primeiros tratam de conceitos teóricos relevantes para o tema do projeto, e o último consiste no estudo de caso.

O primeiro capítulo fala sobre as “Tecnologias de Informação e Comunicação”, exemplificando em atividades rotineiras a importância que a tecnologia adquiriu na vida das pessoas, e apresentando embasamento teórico para o assunto principal do trabalho, já que a internet é um software de Informação e comunicação.

O segundo capítulo discorre a respeito do conceito “Interação Humano-Computador”, que é um estudo relacionado a toda interação existente entre os usuários e a máquina, apresentando um conteúdo profundo relacionado com questões de diversas outras áreas, como design, ergonomia, psicologia,

sociologia, antropologia, e entre outros cursos. Se torna ainda mais expressivo no contexto que está sendo abordada a importância da tecnologia no cotidiano das pessoas, por que ele traz o conhecimento pelo lado mais relevante: o humano, e conhecer as características de cada usuário permite aproveitar suas capacidades e respeitar as limitações com a “máquina”.

O terceiro capítulo abrange o conceito de “Internet Of Things” ou “Internet das coisas”, que consiste em objetos que adquirem funcionalidade ao se conectarem com a internet. O conceito tem relação direta com a Automação Residencial, por apresentar em resumo, a mesma funcionalidade. Ambos assuntos são resultado dos conceitos mencionados nos capítulos anteriores, visto que a “Internet das Coisas” surgiu em função da proporção em que se desenvolveu a internet (que é uma tecnologia de informação e comunicação) e da ideia cada vez mais abrangente da interação entre as pessoas e as máquinas.

O quarto capítulo diz respeito a abordagem central do trabalho: a Automação. Nesse capítulo é possível achar uma breve conceituação da funcionalidade da automação em cada ramo, iniciando de forma progressiva pela Industrial, em seguida a comercial, a predial, e por fim, a Automação Residencial.

Por ser o tema central do trabalho, o conceito de Automação Residencial é apresentado de forma mais ampla, especificando cada recurso utilizado nos sistemas de automação, os benefícios de um projeto de automação, a situação no mercado, e os três pilares da automação: Conforto, Segurança e Economia.

O quinto e último capítulo é o estudo de caso. Nesse capítulo constam todas as atividades desenvolvidas para dar subsídio ao projeto de automação proposto, como as plantas baixas, a criação de um perfil familiar e tabelas de equipamentos elétricos e de iluminação presentes na casa. Em seguida, foram criadas as tabelas após a proposta de automação, nas quais constam valores de consumo em kWh para a comparação dos dados e conclusão do estudo de caso, tendo em vista a possibilidade de se otimizar o consumo de energia elétrica de uma residência através de simples configurações e recursos presentes em um sistema de Automação Residencial.

Esse projeto se justifica por gerar conhecimento e experiência em uma área que crescerá muito nos próximos anos e que tem muito conteúdo a ser explorado, principalmente se tratando da redução de desperdícios e utilização inteligente dos recursos, que é uma realidade que está em alta nos dias de hoje. Além disso, o arquiteto tem papel importante no mercado da automação residencial, e por isso é de extrema relevância o conhecimento sobre as suas utilizações e suas finalidades, para valorização do projeto tanto no aspecto funcional, como estético e sustentável.

1. TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

O termo “Tecnologias de Informação e Comunicação” (TICs) é associado a forma como se deu o desenvolvimento da tecnologia no cotidiano das pessoas, visto que os meios de comunicação e informação foram os aspectos que mais impulsionaram o aprimoramento dessa inovação, e que posteriormente se tornou elemento imprescindível no dia-a-dia da maioria das pessoas. Tendo isso em vista, é importante fazer referência a esse tema abordando os principais usos e a usabilidade¹ desse artifício em algumas áreas da vida.



Figura 01: Tecnologias de Comunicação e Informação

Fonte: Reliable It

Segundo Barbosa (2010), as Tecnologias de Informação de Comunicação (TICs) transformaram noções de distância e tempo entre as pessoas. *E-mail*, programas de trocas de mensagens, como *MSN*, comunidades virtuais, como *Orkut* e *Facebook*, permitem que pessoas espalhadas geograficamente possam se comunicar através de textos, vídeos e som, de forma síncrona ou assíncrona.

¹ Usabilidade: Facilidade com a qual um equipamento ou programa pode ser usado. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/usabilidade/>>. Acessado em: 19 de Nov. de 2018

Nos últimos anos, muitos dos mecanismos mencionados acima pelo autor foram substituídos por novos meios de comunicação, como *WhatsApp*, *Instagram*, *Tinder*, e entre outros programas, que também passam por constantes adaptações e desenvolvimento de acordo com as necessidades das pessoas e as novidades tecnológicas de cada época.

No aspecto da informação, os benefícios provenientes da tecnologia foram de grande importância para a educação. Através da internet é possível obter inúmeras fontes de pesquisas acerca de diversos temas, que podem ser acessados a qualquer momento. Sendo assim, professores e livros não são mais as únicas fontes de conhecimento. Além disso, a didática das aulas tem se aperfeiçoado através de programas de apresentação, como *Slides* do *PowerPoint*, que otimizam o tempo de aula do professor assim como proporcionam dinâmica aos alunos, motivando o aprendizado.

Outro fator a ser considerado são os cursos de nível superior em faculdade de ensino a distância, que permitem que um maior número de pessoas tenha acesso a educação de qualidade e formação acadêmica.

No âmbito da política, que também está diretamente relacionada aos meios de comunicação e informação não foi diferente. A internet oferece diversos canais de comunicação que possibilitam maior interação do eleitor com os candidatos, e conseqüentemente, maior conhecimento sobre suas propostas. O próprio ato de votar nas urnas eletrônicas, garantindo que os resultados possam ser apurados em poucas horas, foi uma inovação de grande relevância para este cenário.

Outras relações com o estado também mudaram com a adesão das TICs. Barbosa (2010) já descrevia algumas novas configurações no cenário de 8 anos atrás, como as declarações de imposto de renda entregues pela internet, consultas de informações sobre processos jurídicos pela rede, uso de sistemas de informações geográficas para consultar irregularidades de vias, construções, e fluxo de veículos, e entre outras funções. Hoje em dia a maioria dessas atividades são consideradas comuns, mas ainda de extrema importância e necessidade para o acesso às informações.

Grande parte do transporte atual é controlado com ajuda das Tecnologias de Informação e Comunicação: controle de tráfego aéreo, metrô, trens urbanos, o fluxo de ônibus em cada linha, e assim por diante. Até o próprio carro possui muita tecnologia embutida para evitar acidentes, usar o combustível de forma eficiente, ajudar a estacionar, por exemplo. As TICs já são capazes de conduzir veículos sem ajuda do ser humano no modo de piloto automático, em aviões e carros (BARBOSA, 2010).

Muitos desses recursos tecnológicos de carros de 8 anos atrás, podem ser encontrados hoje em dia em carros populares como itens de série considerados básicos, e isso acontece em virtude da velocidade com que novas tecnologias são criadas, defasando antigas e tornando-as mais acessíveis.

Os aspectos econômicos das Tecnologias de Informação e Comunicação em desenvolvimento estão gerando um ambiente de informatização que transforma os setores: comercial, industrial e de serviços. Estas tecnologias estão conduzindo para que uma aproximação entre as fronteiras de trabalho e do lar se tornarem cada vez mais difusas e integradas (PINOCHET, 2014).

Como exemplo dessa difusão, hoje em dia, através das versões de compras online por *sites* ou até mesmo por redes sociais, algumas pessoas se tornam donas do seu próprio negócio sem necessariamente ter um ponto comercial. Além disso, as relações monetárias e os bancos também foram adaptados, visto que as operações bancárias podem ser realizadas por meio de alguns dispositivos que possam ser conectados à internet, como *smartphones*, *tablets*, computadores, assim como os pagamentos têm sido cada vez mais comuns em transações e cartões de crédito, o que tem reduzido consideravelmente o uso do papel-moeda.

Na área da saúde, as tecnologias são imprescindíveis nos diagnósticos e tratamentos de doenças, permitindo que o histórico dos pacientes fique sempre à disposição dos médicos, bem como o resultado dos exames que ao ficarem prontos nos laboratórios, automaticamente estarão disponíveis para a visualização médica online. Além disso, a maioria dos aparelhos utilizados na medicina são controlados através da computação, como aparelhos de ressonância magnética, tomografia, radioterapia, e entre outros.

No entretenimento, também não poderia ser diferente. Jogos eletrônicos estão ficando cada vez mais sofisticados, com enredos mais elaborados, melhores gráficos e com maior aplicação de inteligência artificial. Estão surgindo novos dispositivos de interface com o jogador: controles sem fio e com sensor de movimento, e câmeras que detectam o movimento do jogador. Além disso, jogos em rede permitem a interação entre pessoas como parte do entretenimento (BARBOSA, 2010).

Ou seja, ao nos depararmos com a proporção que as Tecnologias de Informação e Comunicação influenciam no nosso cotidiano, percebemos quão dependentes da tecnologia em geral nos tornamos, e que as modificações realizadas ao longo dos anos através do aperfeiçoamento desse instrumento foram profundas e significativas, pois refletem em diversas áreas da nossa vida: A forma de nos relacionarmos com as pessoas e instituições; a forma de prestar serviço; os meios de ensino; a participação na política; a relação monetária e entre outras formas.

2. INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR

O termo Interação Humano-Computador (IHC) é designado para estudos relacionados a toda interação existente entre o ser humano e o computador.

Segundo Hewett et. al. (1992), o IHC é uma disciplina interessada no projeto, implementação e avaliação dos sistemas computacionais interativos para o uso humano, juntamente com os fenômenos relacionados a esse uso.

Esse estudo está incluso na grade curricular de alguns cursos, como o da Ciência da Computação, apresentando um conteúdo profundo relacionado com questões de diversas outras áreas, como design, ergonomia, psicologia, sociologia, antropologia, e entre outros cursos.

Pelo lado das máquinas, a área requer técnicas de computação gráfica, sistemas operacionais, linguagens de programação e ambiente de desenvolvimento. Pelo lado do ser humano, requer conhecimentos de Teoria da Comunicação, Linguística, Ciências Sociais, Psicologia Cognitiva e desempenho humano (CARVALHO, 2013). Além disso, a parte mais prática do estudo requer conhecimento em projeto gráfico para o desenvolvimento da interface dos programas, uma área que tem tanta importância quanto as demais, visto que a interface é o meio responsável por estabelecer essa interação entre as pessoas e o computador.

Shneiderman (1992) afirma que os sistemas efetivos geram sentimentos positivos de sucesso, competência e clareza na comunidade usuária. Quando um sistema interativo é bem projetado, a dificuldade na sua operação desaparece, permitindo que o usuário possa se concentrar no seu trabalho com prazer.

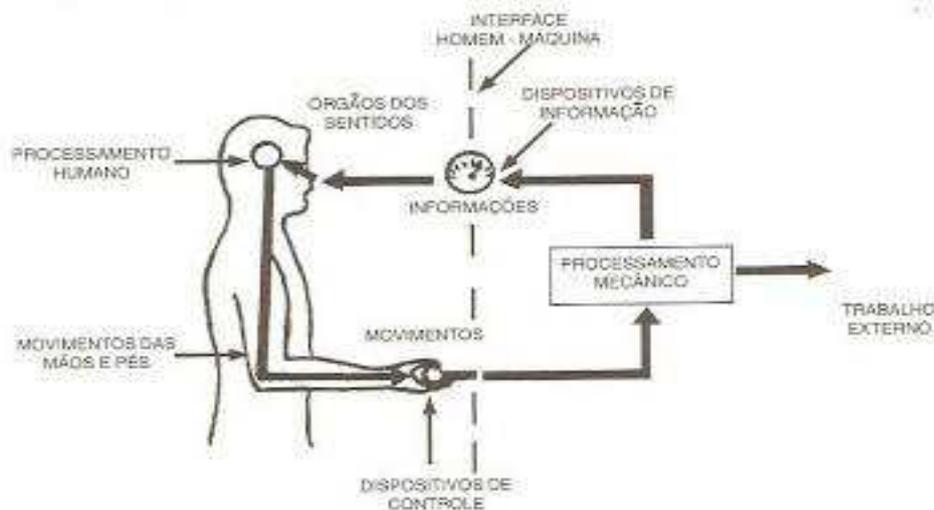


Figura 02: Interação Humano-Computador

Fonte: (SERAFIM, 2007).

A interface do programa é criada por *softwares* que visam essa facilidade do manuseio e compreensão do sistema, bem como aspectos de segurança, praticidade e agradabilidade.

No Brasil, os primeiros trabalhos acerca do IHC só se desenvolveram no final da década de 90, sendo posteriormente criado um potencial grupo local de interesse em IHC associado ao SIGCHI (Special Interest Group in Computer Human Interaction). A comunidade do IHC atualmente está bem consolidada no Brasil, e a área tem se firmado no desenvolvimento de pesquisas de qualidade, na formação de profissionais de computação, sendo oferecida nos cursos de Ciência da Computação, Engenharia de Computação e Sistema de Informação como disciplina optativa ou obrigatória, e na indústria, com o crescimento da preocupação com a qualidade do sistema para o usuário (PRATES E BARBOSA, 2007).

Com isso, é possível constatar que os estudos sobre essa interação são recentes em relação ao surgimento das primeiras máquinas, que se deu em meados da década de 60. Mas a criação de uma comunidade que visa desenvolver pesquisas de qualidade e capacitar profissionais nessa área de atuação é de extrema relevância, visto que antes, a evolução dos computadores ocorria de forma lenta, mas hoje em dia, com o desenvolvimento da sociedade e da tecnologia em geral, a evolução dessas máquinas pode ser vista em dias ou meses.



Figura 03: Evolução dos Computadores

Fonte: (VIANA, 2018).

A Interação Humano-Computador também está relacionada com as Tecnologias de Informação e Comunicação, visto que essa máquina é um dos adventos tecnológicos que permitem as relações de comunicação e informação com o meio, bem como foi mencionado anteriormente no capítulo sobre a TICs. É possível utilizar redes sociais para comunicação através dos computadores, assim como utilizá-lo para fontes de pesquisa na internet com a finalidade educacional, política ou alguma outra. As transações bancárias e compras pela internet podem ser feitas por um computador, como ele também pode ter a finalidade do entretenimento, através de jogos e filmes.

E por isso esse estudo se torna ainda mais expressivo no contexto que está sendo abordada a importância da tecnologia no cotidiano das pessoas, por que ele traz o conhecimento pelo lado mais relevante: o humano.

Conhecer as características de cada usuário permite aproveitar suas capacidades e respeitar as limitações com o computador. Assim, é possível desenvolver programas que estejam acessíveis para o manuseio de pessoas independente de classe social, localização ou idade.

Ou seja, para que haja a criação de novas tecnologias, novas máquinas, novos programas, que visam sempre inovar o comércio e o entretenimento das pessoas de acordo com as necessidades e novidades de cada época, é preciso que haja estudos que investiguem essa Interação humano-computador, as interfaces digitais, e os reflexos dos sistemas interativos nas atividades diárias das pessoas.

3. A INTERNET DAS COISAS

Após feito um breve panorama de temas mais abrangentes como as Tecnologias de Informação e Comunicação e a Interação Humano-Computador, será exposto um novo conceito que surgiu em função da proporção em que se desenvolveu a internet (que é uma tecnologia de informação e comunicação) e a ideia cada vez mais abrangente da interação entre as pessoas e as máquinas.

Podemos dividir a Internet em três fases: A primeira fase é a Internet como uma rede de computadores. Na segunda fase, a Internet pode ser considerada uma rede de pessoas e comunidades, e atualmente estamos vivendo a evolução para terceira fase, a Internet das Coisas (IoT). Nesta fase a rede passa a interligar vários tipos de objetos e dispositivos inteligentes do nosso cotidiano que vão interagir entre si e conosco (FONSECA, LOHMANN, *et. al.* 2013).

De forma mais clara, a “Internet das Coisas”, do inglês *Internet Of Things* (IoT), é um conceito empregado a um estudo onde objetos presentes no cotidiano das pessoas, considerados inanimados, ou seja, sem vida, mas que possuem uma capacidade computacional, adquirem funcionalidade ao se conectarem com a internet. Esses objetos têm na sua configuração sistemas eletrônicos com componentes de *software*, sensores e conectividade, possibilitando seu controle, a troca de informações com outros objetos através da rede, e a interação com pessoas.



Figura 04: Internet Of Things

Fonte: (O'DWYER, 2018).

A Internet das Coisas mudará tudo, inclusive nós mesmos. Considerando o impacto que Internet já causou na comunicação, nos negócios, na ciência, no governo e na educação, percebemos claramente que a Internet é uma das mais importantes e poderosas invenções de toda a história humana (EVANS, 2011).

Atualmente, além dos computadores e smartphones, há uma grande variedade desses equipamentos que já se tornaram comuns, como por exemplo, as *SmartsTv's*, consoles de jogos e outros. Segundo Press (2014), neste novo cenário a pluralidade é crescente e previsões indicam que mais de 40 bilhões de dispositivos estarão conectados até 2020.

Essa tecnologia tem ganhado atenção do mercado por garantir, através da variedade de aplicações que podem ser desenvolvidas, a facilidade de execução de atividades que precisem do controle humano. Visto que com a interação entre os objetos e as pessoas por meio da conectividade, esse controle pode ser feito de forma muito mais simples e não presencial, otimizando tempo, trabalho e custos. Algumas áreas de domínio da IoT podem ser vistas na figura abaixo:



Figura 05: Domínios de Aplicações da IoT

Fonte: (SILVA, 2017).

Não há quase nenhuma área de aplicação onde o IoT não consiga encontrar uma função e principalmente não há área de aplicação onde a IoT não traga alguma vantagem econômica ao longo do tempo (Gluhak, 2011).

Sob o ponto de vista econômico, foi desenvolvido um gráfico pelo instituto Americano McKinsey Global, que apresenta estatísticas para o valor total das aplicações até 2025 com base nos mesmos domínios citados na Figura 02.

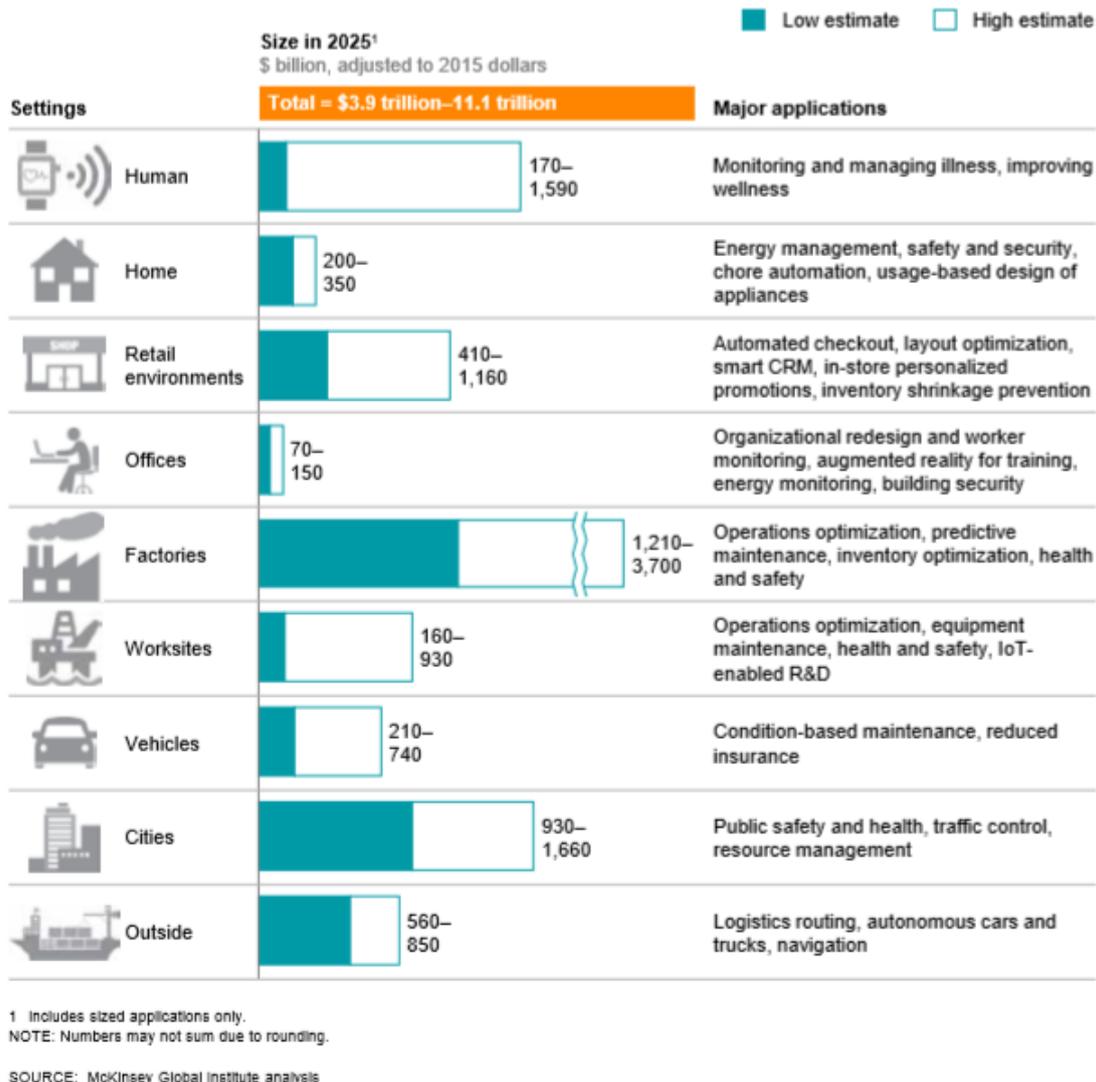


Figura 06: Potencial Econômico da IoT até 2025.

Fonte: (MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2015)

É possível concluir com esses dados que os setores de maior demanda trabalhista, como indústrias, fábricas, hospitais, são os que apresentaram maior ganho para valor potencial em 2025. Ficando como o de menor valor os *Offices*, em virtude da menor variedade de aplicações da IoT para esses serviços e menor montante financeiro envolvido quando comparado aos demais.

Esse estudo só se difundiu na sociedade após o amadurecimento do conceito das RSSFs, as Redes de Sensores Sem Fio (do inglês WSN, *Wireless Sensor Network*) que se originou por volta de 2005 com interesse justamente no Setor Industrial.

Nesse mesmo ano, foi previsto que a IoT levaria entre cinco a dez anos para ser adotada pelo mercado, e hoje é vivenciado o maior pico de expectativas sobre a tecnologia no âmbito acadêmico e industrial. Também pode-se notar o surgimento das primeiras plataformas de IoT que têm gerado uma grande expectativa de seu uso. Estes fatos certamente servem de incentivo para despertar a curiosidade do leitor para a área, bem como indica o motivo do interesse da comunidade científica e industrial para a IoT (SANTOS, et al., 2017).

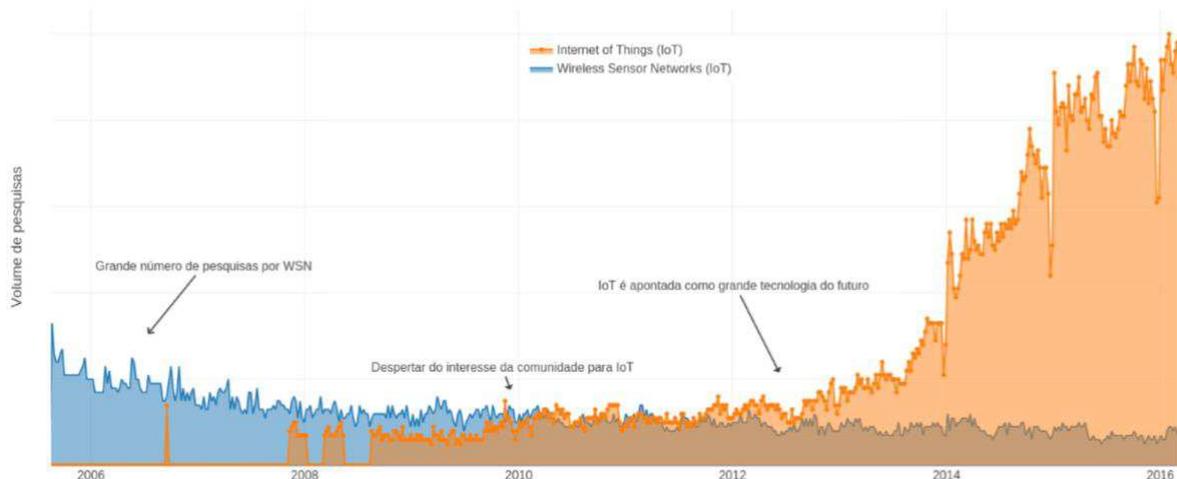


Figura 07 - Volume de pesquisas no Google Trends sobre WSN e IoT

Fonte: (SANTOS, et al., 2017).

A Figura 07 mostra que a partir de 2010, as buscas para IoT dispararam chegando a ultrapassar as pesquisas sobre RSSFs.

A essa altura, os sistemas de automação já estavam em prática, sendo o setor Industrial, como já mencionado anteriormente, o primeiro a ter se desenvolvido no mercado. No entanto, a ideia de automação estava apenas ligada a mecanização e produção em massa dos produtos através de máquinas. Com o surgimento da IoT, esse cenário começa a se expandir potencializando seus usos através da conexão de processos mecanizados às redes de internet. Em seguida, com a abrangência de outras áreas e novas aplicações, surgiu a Automação Comercial, contemplando diversos tipos de negócios e estruturas que tivessem a finalidade pública e mercantil. A mais recente do ramo é a Automação Residencial e que será abordada mais profundamente por ser o objetivo central deste trabalho.

4. SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

A automação surgiu como o caminho para a redução da participação da “mão humana” sobre os processos industriais. Partindo desse conceito, podemos dizer que a utilização em larga escala do moinho hidráulico para fornecimento de farinha no século X, foi uma das primeiras criações humanas com o objetivo de automatizar o trabalho, ainda que de forma arcaica. Esse desenvolvimento da mecanização teria impulsionado mais tarde o surgimento da automação (GOEKING, 2010).

Como mencionado acima, a autora do artigo Memória da Eletricidade, Goeking (2010) conceitua automação como qualquer sistema que utilize computação e que substitua o trabalho humano com o intuito de aumentar a velocidade e a qualidade dos processos produtivos, a segurança dos funcionários, além de obter maior controle, planejamento e flexibilidade da produção. E que esse conceito foi instituído nos Estados Unidos apenas em 1946, nas fábricas automotivas.

Assim como comentado no capítulo da Internet das Coisas, a automação inicia no setor Industrial através de processos de mecanização em massa, mas a partir do desenvolvimento do conceito da IoT, a automação passa a trabalhar com processos tecnológicos que garantem a potencialização de alguns equipamentos através da conexão por redes de internet sem a interferência humana, maximizando a produção com menor consumo de energia, menor emissão de resíduos e melhores condições de segurança, seja em um ambiente comercial, industrial ou residencial.

O termo vem do grego *autómatos*, que significa “mover-se por si”, ou seja, é tudo aquilo que tem a condição de realizar determinada função de forma autônoma.

As máquinas de lavar transformaram uma tarefa de horas em algo que pode ser feito com um simples apertar de botão; ferramentas elétricas tornaram a construção civil mais eficiente; e computadores eliminaram trabalhosos

cálculos e escritas. Houve uma melhora na qualidade de vida e na segurança das pessoas (NUWER, 2015).

Dentro das áreas da automação (Industrial, Comercial e Residencial), existem algumas peculiaridades que as distinguem, principalmente entre as de finalidade pública e pessoal.

No que diz respeito ao desenvolvimento dos projetos de automação dessas áreas, o setor industrial e comercial segue uma padronização de acordo com a utilização de cada um, visto que os conceitos devem valer para uma gama abrangente de usuários e clientes. Já na parte residencial, não há padronização de projetos, visto que vale o estilo de vida e as preferências de quem vai residir no local, por isso as soluções são muito pessoais. Por exemplo, um cliente que mora em uma casa de bairro isolada pode optar por investir mais em artifícios que estejam relacionados a segurança. Já um cliente que mora em condomínio, pode não sentir tanta necessidade de investir nessa área, e com o mesmo gasto aperfeiçoar aspectos como Home Theater ou Iluminação.

No que tange os aspectos de Infraestrutura para a execução do projeto, as áreas de finalidade pública, por normalmente apresentarem proporções maiores, o projeto de automação precisa estar previsto desde a etapa inicial do projeto arquitetônico e incorporados durante a execução da obra. Já nas áreas pessoais, segundo Teza (2002) essa execução pode ser após a execução da obra, com geralmente pouca ou até nenhuma intervenção de demolição brusca, variando do tipo de marca e equipamento utilizado.

Atualmente existe bastante variedade de fornecedores de equipamentos de automação, alguns mais simples, com poucos recursos e de fácil instalação, e outros mais complexos, com diversos equipamentos e possibilidades de configuração. Em comum, nota-se que os equipamentos de uma mesma marca se comunicam sem cabeamento por meio de uma rede criada pela central de automação, o que explica o alto custo de alguns modelos já que estes necessitam de um circuito interno capaz de suprir todas essas funções.

Em relação a usabilidade desses sistemas, os residenciais devem ser se fácil manuseio e com interfaces autoexplicativas, visto que existem clientes que não têm afinidade com tecnologia. No setor industrial e comercial, sua operação

pode ser complexa por incluir grande número de usuários e muitas variáveis de controle.

Em geral, a aceitação dessa tecnologia no mercado de trabalho resultou em um primeiro impacto negativo, visto que as máquinas passaram a exercer a função humana e conseqüentemente houve a diminuição de empregos em determinados setores.

Mas a automação não significa a ruína de vários outros setores. As máquinas e *softwares* jamais poderão substituir certos empregos. O ser humano geralmente é superior em qualquer trabalho que envolva empreendedorismo, criatividade, inteligência emocional, e habilidades interpessoais. Segundo Nuwer (2015), o que aconteceu é que houve uma demanda muito maior para trabalhadores com ensino superior, e uma queda vertiginosa nas oportunidades para educação média.

Nuwer (2015), ainda completa que "Se uma máquina pode substituir um ser humano completamente, aquela pessoa é supérflua. Mas se essa pessoa puder gerenciar aquela máquina, ela se torna mais valiosa".

A verdade é que para cada emprego que as máquinas substituem o ser humano, haverá uma onda de novos caminhos profissionais a serem explorados. Não é possível prever hoje os novos tipos de empregos que surgirão a partir da realidade de alguns anos, bem como era impossível prever a existência de profissões que existem hoje, como gerente de mídias sociais, designer de aplicativos, diretor de impacto ambiental e entre outras profissões.

Entre os principais desafios da automação estão a regulamentação, padronização e protocolo de garantia de segurança. Segundo Buttler (2017), muito em breve a automação será incorporada em quase todos dispositivos móveis, medidores de estacionamento, termostatos, monitores cardíacos, pneus, estradas, prateleiras de supermercados e uma quantidade tão grande de dispositivos conectados será igualmente propensa a uma enorme exploração de vulnerabilidades, problemas de privacidade e segurança. Para isso precisamos de regulamentos adequados e organizados tanto para evitar tais riscos de segurança como para lidar com os riscos de todos os dispositivos conectados.

Será apresentado um breve panorama sobre os Sistemas de Automação nas áreas Industrial e Comercial, para por fim dar-se ênfase ao objeto de estudo desse trabalho, que contempla a Automação Residencial e um estudo de caso sobre a otimização do consumo de energia elétrica nesse setor.

4.1 Automação Industrial

A automação Industrial ganhou espaço inicialmente através da Indústria automobilística. Segundo Silva (2017), ao relatarem um breve histórico sobre o surgimento desse setor da automação, alegam que Henry Ford, empreendedor e fundador da General Motors, idealizou em 1909 algo que ele chamou de “Linha de Montagem”, e talvez esse tenha seja o gatilho para o grande desenvolvimento industrial e uma boa marca de início pré-existencial da Automação Industrial. A indústria da época foi revolucionada com a aplicação da ideia de Henry, e novos conceitos surgiram, são alguns: Produção em massa; Pontos de montagem; Estoques intermediários, e entre outros. Em meados daquele mesmo século, a General Motors já produzia automóveis em larga escala.

Além disso, os benefícios da Automação Industrial não atingem apenas a produção em larga escala com a substituição do trabalho manual por máquinas. Ela encontra-se também ligada aos sistemas de qualidade, pois através de suas aplicações é possível garantir a manutenção de uma produção sempre com as mesmas características, o gerenciamento administrativo capaz de proporcionar redução de custos e aumento da quantidade, visando atender um cliente com um preço competitivo no mercado, num menor prazo e garantindo a qualidade de todos os produtos de forma igual.

A aplicação de maior potencial será na otimização de operações tornando os vários processos dentro da fábrica mais eficientes. Isso inclui o uso de sensores, ao invés do julgamento humano, para ajustar o desempenho das máquinas e de certa forma manter livre de erro humano (SILVA, 2017).

Outro fator de forte relevância para a automação industrial é o meio ambiente, Silva (2017) afirma que através das mesmas pode-se garantir o cumprimento de novas normas ambientais, sistemas de controle de efluentes, controle de emissão de gases, e entre outros.

Além do que já foi citado acima, existem os equipamentos que estão inseridos no dia-a-dia, produzidos a partir da indústria e que muitas vezes essa noção passa despercebida. Por exemplo, as roupas podem ser lavadas em uma máquina de lavar automática, ou quando em algumas residências se usam um controle remoto para abrir e/ou fechar o portão da garagem, ou até mesmo quando se esquentam a comida com o auxílio de um forno de micro-ondas. Exemplos de automação industrial também estão presentes nas ruas, quando alguém retira dinheiro em um caixa eletrônico, ou quando alguém faz compras com cartão de crédito.

Em geral, o processo de produção da Automação Industrial é dividido em três níveis de trabalho:

O primeiro deles, é o Nível de Campo, que segundo Silva (2017) é constituído pelos elementos que vão controlar o processo de automação, sendo estes os motores, e aliado a eles, os elementos de detecção, que são os sensores. O segundo é o Nível de Controle, que como o próprio nome já diz, é onde se encontram os elementos que vão controlar o processo, como por exemplo os autômatos². O terceiro nível, é o de Supervisão, que mesmo não interferindo diretamente no funcionamento do projeto, é de grande relevância, pois é composto pelos programas de integração entre o homem e a máquina para aquisição de dados e supervisão do processo.

4.2 Automação Comercial

Na Automação Comercial os *softwares* são capazes de coletar e gerar dados de forma rápida, facilitando a análise da operação como um todo e resultando em uma maior agilidade que os processos manuais e conseqüentemente, maior eficiência. Além disso, com a automação, tarefas passíveis de erros se tornam mais seguras, como o caso de cálculos, digitação de preços, quantidade, preenchimento de cheque, emissão de nota fiscal e entre outras coisas (BOAVENTURA & FISCHMAN, 2007).

² Autômatos: Máquina ou um Robô que se opera de maneira automática. Disponível em: Definições da Web.

O processo de Automação na área comercial foi o segundo a ganhar espaço no mercado de trabalho, e passou a se desenvolver de forma acelerada. Isso deve-se primeiramente a recessão econômica, que gera a necessidade de reduzir custos, elevar o lucro e a produtividade.

Um projeto de Automação Comercial varia conforme o tamanho do estabelecimento e as necessidades técnicas da gestão de cada negócio, mas geralmente as ferramentas tecnológicas que estão aliadas a esse processo são divididas em dois sistemas.

A Revista de Administração (BOAVENTURA & FISCHMAN, 2007) define o primeiro como o Sistema de Informação, e ele contempla aplicações que são desenvolvidas através de relatórios, dados e tabelas, e que estejam voltados a administração de produtos, clientes, fornecedores, estoque, vendedores, representantes, controle de fluxo de caixa, e entre outras funções. O segundo é o Sistema de Equipamentos, e como o nome sugere, contempla a estrutura de aparelhos tecnológicos utilizados nesse serviço e que possam ser conectados com o sistema de automação. Esses podem ser computadores, gaveta de dinheiro, Scanner, e entre outros aparelhos.

4.3 Automação Predial

Sob o ponto de vista da nomenclatura, confunde-se a ideia de Automação Predial com Automação Comercial e Residencial, visto que um edifício pode ter a finalidade tanto residencial quanto comercial. No entanto, a maioria das aplicações desenvolvidas em um sistema de Automação Predial, se diferem das aplicações de um sistema Comercial e Residencial, e é sob esse aspecto que foram divididos os tipos de automação mencionados no presente trabalho.

Assim como os demais tipos de automação, a Automação Predial também trata de um conjunto integrado de várias ferramentas tecnológicas específicas dessa área, capazes de controlar aspectos como a segurança, energia, conforto, manutenção e entre outras coisas de um edifício, podendo esse ter a finalidade comercial ou residencial.

A automação predial é utilizada no Brasil pela engenharia e construção desde a década de 1980, mas inicialmente os controles eram desenvolvidos de forma isolada, ou seja, um controle para cada unidade instalada. Havia, por exemplo, um controle para máquinas de refrigeração, outro para os condicionadores de ar e outro para os elevadores. A partir dos anos 90, com o desenvolvimento tecnológico da automação, foi possível integrar todos os controles, unificados em estações centralizadas. A integração do sistema de automação predial com o sistema de detecção e alarme de incêndio permite, por exemplo, que caso ocorra um evento, os sistemas de ventilação sejam acionados automaticamente e o ar condicionado desligado. Atualmente, a maioria dos edifícios brasileiros já são construídos com os sistemas integrados de automação (ENGEDUCA, 2017).

Percebe-se que utilizar esses tipos de serviços atualmente nas construções de prédios modernos é praticamente um pré-requisito, fator de valorização no mercado imobiliário, além de muitas outras vantagens para quem os utiliza, por isso entre as principais técnicas de construção civil, o uso da automação predial cresce a cada dia. O mesmo deve ser desenvolvido ainda em fase de projeto, para que as estruturas sejam preparadas de antemão desde a fase da fundação.

O sistema de Automação Predial pode ser dividido em dois grupos caracterizados pelo site da Engeduca (2017) como, os Sistemas de Supervisão e Controle de Utilidades, que compreende as aplicabilidades da automação nas áreas referentes às instalações elétricas, instalações de refrigeração e aquecimento, instalações hidráulicas e de gás, entre outras instalações. O segundo grupo é designado como Sistema de Segurança, e como o nome já diz, compreende as aplicabilidades da automação na área referente à segunda do edifício, como a proteção contra a intrusos, contra incêndios, e monitoramento visual 24 horas.

Além disso, sob o ponto de vista econômico, a automação predial se destaca nos aspectos da eficiência energética. Com a simples utilização de sensores de presença, é possível reduzir desperdícios de energia com a

iluminação em regiões do edifício que sejam apenas de passagem para as pessoas, e que não tenham a necessidade de permanecerem ligados o tempo todo.

Há uma importante redução de consumo de energia pois existem controles adequados da rede elétrica, otimização dos usos de instalações de aquecimento e refrigeração e escalonamento eficiente das operações de utilidades (ENGEDUCA, 2017).

4.4 Automação Residencial

No mercado brasileiro o conceito de Automação Residencial surgiu como herança de *Home Automation*, em virtude dos primeiros sistemas brasileiros serem oriundos de fabricantes americanos. Já na Europa, é conhecido com o termo de *Domótica*, junção da palavra *Domus* que significa Casa em latim, e *robótica*, que significa controle automatizado. Hoje em dia, no Brasil, a AURESIDE (Associação Brasileira de Automação Residencial) é a instituição responsável por disseminar estudos relacionados a esse tema, bem como aproximar empresas, profissionais e usuários, para propagar ideias e convicções a respeito da usabilidade e benefícios da Automação Residencial.

Automação residencial é o uso da tecnologia para facilitar e tornar automático algumas tarefas habituais que em uma casa convencional ficaria a cargo de seus moradores. Com sensores de presença, temporizadores ou até um simples toque em um botão do *keypad* ou do controle remoto é possível acionar cenas ou tarefas pré-programadas, trazendo maior praticidade, segurança, economia e conforto para o morador (REDAÇÃO DO FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2015).

O principal desafio da Automação Residencial no mercado é incentivar o uso dessa tecnologia que possui um investimento inicial considerável, apesar dos benefícios no cotidiano das pessoas e a valorização do imóvel. Segundo o site da AURESIDE, com o passar do tempo, ocorreu um acultramento com itens relacionados à tecnologia, e é possível observar isso fazendo uma analogia a forma como os carros eram vendidos há alguns anos atrás: Os carros populares

não tinham direção hidráulica, freios ABS, vidros e travas elétricas; de fato, tais acessórios não eram acessíveis e suas vendas eram impulsionadas por argumentos como conforto, segurança e status. Hoje em dia é possível observar um cenário diferente acerca dessa situação, visto que a maioria desses acessórios passaram a constar como “itens de série” de carros alguns populares.

Essa perspectiva é real também para a automação residencial, visto que de forma gradativa ela vem se tornando mais presente. Assim como os carros, ela é impulsionada por argumentos como conforto, segurança, status e economia.

Assim como já foi abordado no tópico acerca da automação em geral, o desenvolvimento da tecnologia promove a incorporação de novas profissões em maior escala que a substituição do homem pela máquina em outras. Dentro da Automação Residencial não foi diferente, em função da sua complexidade de projeto, instalação e programação, fez-se necessária uma especialização do profissional atuante. Esse profissional normalmente tem formação de base tecnológica, podendo ser nas áreas de engenharia elétrica ou eletrônica, redes e informática, automação industrial, mecatrônica e entre outras.

Segundo Muratori e Dal Bó (2014), esses profissionais são responsáveis por elaborar o projeto integrado, baseado nas definições do empreendimento ou nas necessidades de uma família específica; Acompanhar a execução da obra com o intuito de validar o seu projeto; Especificar fiação, equipamentos, *softwares* e interfaces de integração; Comercializar os equipamentos ou participar da contratação dos terceiros envolvidos; Supervisionar e executar a instalação; Supervisionar e executar a programação e os testes (*Start Up*); Garantir o desempenho final do sistema integrado.

A imagem abaixo que apresenta o “Ciclo de adoção de novos produtos pelo consumidor” desenvolvido por Geoffrey Moore, escritor do livro “Crossing the Chasm”, ilustra a relação entre a aceitação do mercado consumidor e os lançamentos de itens tecnológicos de diferentes ramos.

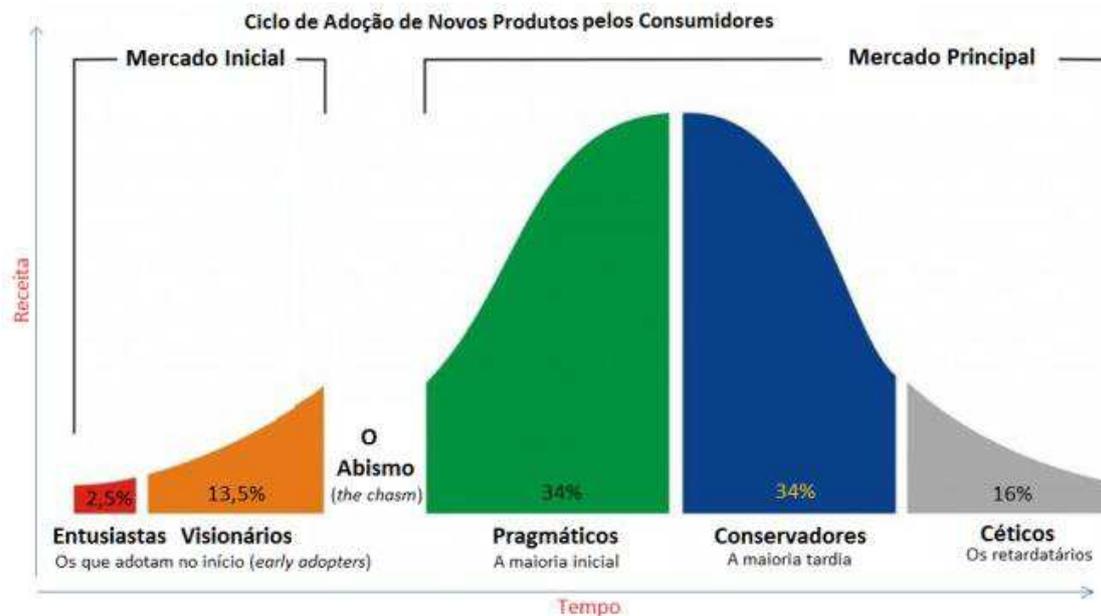


Figura 08: Ciclo de Adoção de Novos Produtos pelos Consumidores

Fonte: (MOORE, 2006).

Os Entusiastas representam 2,5% e são o primeiro grupo de consumidores, ávidos por tecnologia. Na verdade, segundo Muratori e Dal Bó (2014) são responsáveis por “testar e avaliar” muitos produtos antes de serem efetivamente lançados no mercado, e por isso, tornam-se assim referência para os demais grupos.

Os “Visionários” representam 13,5% e aderem as novidades logo que estejam disponíveis. São caracterizados por Muratori e Dal Bó (2014) como aqueles que gostam da tecnologia principalmente pela mobilidade e pelo entretenimento.

Essas duas categorias de consumidores são as que estão situadas antes do abismo representado no gráfico. Segundo estudos de Moore (2006), os produtos e serviços de alta tecnologia só atingem o mercado de larga escala se conseguirem transpor o abismo que separa esse estágio do mercado chama inicial.

Após o abismo, estão os “Pragmáticos” representando 34% dos consumidores. São objetivos e realistas, aqueles que só aderem as novidades

depois de terem certeza de que elas funcionam e representam realmente um benefício em suas vidas.

Os “Conservadores” representam a mesma porcentagem dos pragmáticos, são o quarto grupo. Segundo Muratori e Dal Bó (2014), sempre esperam mais tempo para entrar no mercado das novidades tecnológicas. Além de terem a certeza da utilidade dos produtos, necessitam saber que eles sejam fáceis de utilizar.

E por fim, com 16% restante dos consumidores estão os “Céticos” que como o nome já diz, são aqueles que estão sempre em questionamento sobre os novos conhecimentos, fatos, crenças. E por isso se sentem estranhamente incomodados com a modernidade e relutam em adotar soluções inovadoras.

É importante mencionar também que os sistemas envolvidos no processo de Automação Residencial podem ser classificados em três níveis de interação, onde a complexidade está ligada ao grau de automatização dos sistemas e a intensidade ao qual o usuário terá que interagir com o mesmo.

O sistema denominado de Autônomo é o primeiro nível, e contempla todos sistemas residenciais que conseguem operar de forma independente, exercendo todas as funções para as quais foram projetados, sem a necessidade da intervenção de um controlador centralizado (Muratori e Dal Bó, 2014). São alguns exemplos mais comuns desse sistema os automatizadores de portões de garagem, centrais de alarme, gravadores de imagens de câmeras (DVR - *Digital Video Recorder*), e entre outros.

O segundo nível é denominado de sistema Integrado, e segundo Teza (2002) é projetado para ter múltiplos subsistemas integrados a um único controlador. A limitação deste sistema está em que cada subsistema deve ainda funcionar unicamente na forma a qual o seu fabricante pretendia. Em outras palavras, se trata de ter um controle remoto estendido a diferentes locais.

O sistema Complexo ou Inteligente é o último nível e surgiu para mudar este panorama com a integração dos projetos. Teza (2002) caracteriza esse sistema como capaz de compatibilizar em um único formato as diversas atividades presentes através de uma simples conexão de Internet, ou seja, tudo

poderá ser estendido a praticamente qualquer local que possua internet, como seu notebook ou celular. Você vai poder gerenciar o que ocorre em sua residência e principalmente enquanto você estiver viajando, se quiser acionar um equipamento, ligar a bomba da piscina ou modificar a programação do sequenciamento do simulador de presença residencial, basta discar pelo telefone e digitar os códigos pré-estabelecidos.

4.4.1 Recursos da Automação Residencial



Figura 09 – Recursos da Automação Residencial

Fonte: (VOITILLE, s.d.).

Essa ilustração apresenta algum dos recursos mais utilizados pelos clientes na Automação Residencial. A função “Controle de Persianas Motorizadas” caracteriza o sistema de Iluminação Natural, composto por equipamentos que tenham a função de permitir ou bloquear a passagem de luz,

sendo estes as cortinas, que podem ser Persianas, Romanas, Painel Solar, Blackouts, e entre outros.

“Controle de Sistema Home Theater” agrega inúmeras funcionalidades, segundo Muratori e Dal Bó (2014) é possível ter o controle de equipamentos como televisão, DVD, *Blu-ray*, *receivers*, telas de projeção, lifts de projetores, caixas de som retráteis, e entre outros aparelhos, tudo de forma integrada e automatizada.

A função “Funcionalidade e Segurança para sua Casa” diz respeito ao sistema de segurança que contempla Central de Alarme, Proteção Perimetral, Sinais de Emergência e Pânico, CFTV (Circuito Fechado de Televisão) e Controle de Acesso. Muratori e Dal Bó (2014) afirmam que embora seja possível desenvolver sistemas autônomos das funções descritas acima, a integração desses por meio da automação garante maior eficácia. Por exemplo, além da central de automação fornecer a possibilidade de enviar um comando remoto (Via *Smartphone* ou *Tablet*) para armar a central de alarme, ainda é possível acionar outros sistemas, como a iluminação, ligando todas as luzes externas, sinais sonoros, ou ainda enviar mensagens aos moradores.

“Ajustes de Temperatura Ambiente” contempla todos os equipamentos capazes de controlar temperatura ambiente, como os ar condicionados e ventiladores. Segundo Muratori e Dal Bó (2014), os condicionadores de ar são controlados por emissores de sinais infravermelho através da unidade interna chama de Evaporadora. Nos sistemas de aquecimento, por questões de segurança é sempre recomendado que a integração dos sistemas seja feita através de uma simples tomada comandada, assim como no caso dos ventiladores de teto.

A função “Ajuste da Iluminação ambiente” compreende os equipamentos de iluminação que são alimentados por energia elétrica, como as lâmpadas.

“Programe a Irrigação do Jardim” é um sistema de automação composto por vários elementos que irão garantir a rega contínua de uma determinada área externa, como gramados, árvores, vasos, e entre outros. Muratori e Dal Bó

(2014) ainda mencionam a utilização das cenas programadas aliadas aos sensores, onde em horários pré-determinados o sistema irá ler o *status* do sensor de chuva. Caso ele esteja ativado, ou seja, se tiver ocorrido chuva anteriormente, o jardim não será irrigado. Caso ele esteja desativado, o sistema iniciará os ciclos de rega de cada zona de irrigação, conforme a programação pré-estabelecida no controlador.

A automação do “Sistema de Som” está associada principalmente a sistemas de Televisão e Home Theater. Além disso, quando se faz um projeto de sonorização para toda a residência, devem-se definir quais ambientes receberão caixas acústicas para que seja previsto as tubulações necessárias para os controladores locais e um amplificador centralizado.

Além do que foi mencionado acima que estava previsto na Figura 08 sobre os recursos da Automação Residencial, é importante citar os sistemas associados a piscinas. Segundo Muratori e Dal Bó (2014), eles têm a capacidade de executar os ciclos de filtragens diárias e/ou aquecimento de forma autônoma. Entretanto, equipamentos periféricos como cascatas, jatos e iluminação interna podem ser integrados aos sistemas de automação residencial e podem produzir efeitos interessantes na criação de um determinado cenário.

Muratori e Dal Bó (2014) contemplam ainda uma aplicação bastante interessante para piscinas, que é o monitoramento de queda acidental de crianças na água, com sistemas que são capazes de detectar a queda de uma massa de poucos quilos e gerar um alarme sonoro.

Existem em um sistema de automação, diferentes tipos de sensores são instalados com o objetivo de monitorar e fornecer informações, como o mencionado no exemplo acima, o sensor de queda. Além dele, alguns dos sensores mais conhecidos no setor residencial é o sensor crepuscular (dia/noite), sensor de intensidade luminosa, sensor de umidade do solo, sensor de direção do vento, sensor de abertura de portas e janelas, sensor de quebra de vidro, sensor de gás, sensor de presença, e etc, são alguns dos sensores mais conhecidos na utilização residencial.

Em aspectos associados às hidromassagens, a automação ganha destaque nas operações remotas, visto que leva um tempo médio para o aquecimento da água nesses equipamentos, e dessa forma o usuário pode iniciar o seu ciclo antes mesmo de chegar em casa.

4.4.2 Pilares da Automação Residencial

Os três pilares da Automação Residencial são: Conforto, Segurança e Economia. Dentre todas as possibilidades de uso da automação que já foram descritas anteriormente, é comprovado que os fatores que levam os clientes a aderirem essa tecnologia em suas residências estão diretamente relacionados aos diversos benefícios que estão associados de forma primordial a esses termos.

O conforto que a automação propicia ao cliente, está relacionado a praticidade da execução de atividades simples e rotineiras, mas que demandam tempo e energia das pessoas. Essas atividades podem ser programadas visando facilitar o cotidiano dentro de uma residência, como por exemplo: caminhos de iluminação ao chegar em casa, desligar toda a iluminação ao dormir, controle das cortinas automatizadas conforme o sensor de luminosidade do ambiente, sistema de irrigação do jardim sendo ligado automaticamente caso não chova nas últimas 24h, ciclos de filtragens diárias das piscinas, programações de áudio e vídeos associadas ao Home Theater, controle de temperatura de boiler para propiciar um banho agradável, e entre muitas outras coisas.

Segundo Muratori e Dal Bó (2014), para pessoas com necessidades especiais, a automação viabiliza uma infinidade de interfaces para facilitar o manuseio e controle dos equipamentos domésticos, como por exemplo, a utilização de comando de voz, sensores de presença, e etc.

Por meio da integração dos sistemas de alarme convencionais com os sistemas de automação residencial, é possível obter um grau bem mais elevado de segurança para uma residência. Aumentando as possibilidades de informar como ocorrência ao morador, aumenta-se a eficácia do sistema, e o sistema de

automação residencial permite enviar mensagens de pânico aos moradores, bem como possui opção de alarme sonoro para as mesmas situações. Como forma de prevenção contra roubos, quando em viagem, pode-se programar a casa para simular a presença de moradores, abrindo e fechando persianas, acendendo e apagando luzes, e ligando e desligando equipamentos eletrônicos, tudo isso em horários pré-determinados e de maneira aleatória. Há uma grande variedade de configurações possíveis de serem programas dependendo da necessidade de cada cliente.

Em relação à economia, provavelmente toda família tem em sua residência esse personagem, que, muitas vezes, é considerado “chato” e que passa pelos cômodos apagando as luzes e reclamando da “conta de luz”. Mesmo uma casa estando toda automatizada, não há como fugir da premissa de que toda lâmpada ligada consome energia elétrica. Então, cabe a nós, usuários domésticos, estar sempre atentos aos consumos desnecessários mesmo que os sistemas de automação zelem por isso (Muratori e Dal Bó, 2014).

Nos últimos anos, as questões relativas à preservação ambiental tomaram espaço nas mídias especializadas e trouxeram à tona vários conceitos de preservação dos recursos naturais. As empresas hoje, sejam grandes redes de supermercado ou construtoras, buscam formas de atrelar a sua imagem institucional com elementos ligados à sustentabilidade (Muratori e Dal Bó, 2014). Na automação residencial não é diferente, vários métodos foram desenvolvidos pensando na forma de reduzir o consumo de energia elétrica, mas isso só acontece se essa otimização estiver atrelada aos hábitos da família que reside nessa residência, visto que todo o sistema de automação será configurado, programado e realizado conforme as necessidades de cada lar.

Sendo assim, se a adesão desse recurso a uma residência for somente por questões de conforto ou segurança, e não houver preocupação ou consciência da racionalização do consumo energético, o mesmo continuará com a média de consumo que sempre existiu naquele âmbito familiar, independente de automação ou não, visto que o sistema de automação, sendo este conectado às redes wireless, não influencia de forma considerável nesse gasto.

Mas se aliada a instalação desse sistema houver a consciência e a pretensão da otimização do consumo de energia elétrica, para que haja uma diminuição considerável nos gastos mensais com a “conta de luz”, além dos reflexos positivos à natureza, a automação residencial se torna um grande artifício tecnológico para a eficiência energética.

4.4.3 Automação Residencial e a Eficiência Energética

A Automação Residencial possui algumas funções que podem ser programadas e que visam reduzir os gastos de energia elétrica. A primeira delas é bem simples e comumente utilizado em ambientes projetados e automatizados em virtude dos seus efeitos: A dimerização das lâmpadas.

A dimerização é uma ação de controle de cargas em saídas de energia interligados à automação. O processo é realizado desde os anos 1950, mas hoje, o método é feito através de controladores – *dimmer* – que reduzem a tensão de cada fonte. Ao contrário de relés, que fazem o desligamento de carga, os *dimmers* permitem uma ampla personalização e gerenciamento de energia (NEOCONTROL). Os produtos de automação podem apresentar este controlador tanto embutido em interruptores quanto em equipamentos específicos.

Os principais tipos de lâmpadas dimerizáveis são, as Incandescentes que segundo o site da Neocontrol, trabalham com filamentos que permitem a dimerização direta dos equipamentos. Em geral, a técnica é feita pelo controle de tensão por tríodos e transistores de tensão nominal. Sua utilização reduz a potência da lâmpada, trazendo economia e maior vida útil para estes luminosos.

As fluorescentes, que fazem a dimerização por meio de reatores eletrônicos que alternam a corrente dirigida às fontes. Conectados com as saídas, os reatores controlam a tensão da lâmpada e são integrados à sensores de iluminação externa. E a mais recente, as LEDs, que são o modelo mais controlável, compatível e econômico para dimerização. Os LED não só emitem luz de forma autônoma, como possuem um alto controle de cor pela automação

de iluminação. No entanto, por ser fabricado em múltiplas lâmpadas e trabalhar com corrente contínua, os diodos requerem controle de tensão e potência conjunta, através de *drivers*. Estes equipamentos funcionam como os reatores, porém podem ser adquiridos a parte da automação escolhida (NEOCONTROL).

Para entender as relações entre dimerização e eficiência energética é preciso entender alguns conceitos importantes como o de “Potência Consumida”, que é diretamente proporcional a potência que é regulada pelo dimmer. O “Fluxo Luminoso” é a quantidade total de luz emitida por uma fonte de sua tensão nominal de funcionamento, sendo que a unidade de medida é o lúmen (lm). E a “Eficiência Luminosa” que é a relação entre o fluxo luminoso total emitido por uma fonte de luz e a potência por ela consumida, a unidade de medida é lúmen/watt (lm/W).

Nos gráficos abaixo é possível observar a relação da eficiência luminosa e da vida útil em diferentes tipos de lâmpadas:

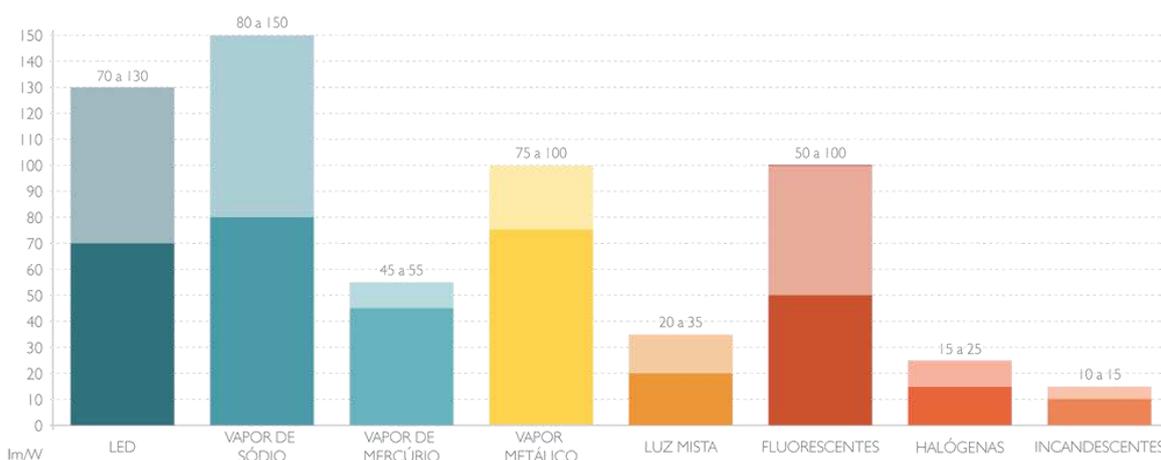


Figura 10: Gráfico da Eficiência Luminosa para diferentes tipos de lâmpadas.

Fonte: (EMPALUX)



Figura 11: Gráfico da Vida Útil para diferentes tipos de lâmpadas.

Fonte: (EMPALUX)

E na tabela seguinte vamos entender as relações proporcionadas pela dimerização quanto à redução do nível luminoso, o consumo de potência e o aumento da vida útil da lâmpada.

Redução do nível de luminosidade	Potência consumida na lâmpada	Potência economizada pela lâmpada	Aumento da vida útil da lâmpada
90 %	90 %	10 %	2 vezes
75 %	80 %	20 %	4 vezes
50 %	60 %	40 %	20 vezes
25 %	40 %	60 %	> 20 vezes

Figura 12: Relação entre nível de luminosidade, potência consumida e a vida útil da lâmpada.

Fonte: (Muratori e Dal Bó, 2014)

É importante observar que a primeira coluna da tabela diz respeito ao percentual de redução do nível de luminosidade e não dá regulação de potência do dimmer.

Muratori e Dal Bó (2014) explicam exemplificando: Considere que em uma mesma luminária estão instaladas duas lâmpadas de 100W, e iremos proporcionar uma dimerização com redução do nível de luminosidade em 50%.

Pergunta-se: O consumo das duas lâmpadas equivaleria ao consumo de uma única lâmpada de 100W ligada a 100%? A resposta é não, pois cada lâmpada de 100W teria 60% de potência consumida na lâmpada, segundo a tabela, ou seja, estaria consumindo 60W cada. Portanto, as duas lâmpadas juntas consomem 120W, que é maior do que os 100W consumidos por uma única lâmpada.

Outro equipamento bastante usual, de baixo custo e que são eficazes na otimização da energia são os sensores de presença e “não presença”. O primeiro aciona automaticamente a luz ao detectar presença de alguma pessoa, e no caso do outro, as luzes se apagam quando não for detectada presença. Se combinados com uma função de temporização, podem alcançar resultados ainda melhores.

Em uma residência 100% automatizada, a criação de cenas é algo de grande significância. Nesse caso, a cena “*master off*” ou “desliga tudo”, desligará cargas pré-programadas que possam permanecer desligadas durante a ausência do morador. Ou seja, se é uma família que possui crianças, não há a preocupação de passar nos quartos para desligar televisão, ar condicionado ou luz, o mesmo será feito sozinho se programado para tal.

O controle de equipamentos, tais como os citados acima, televisão, ar condicionado, aparelhos de áudio e vídeo, se dá pela utilização de um acessório comumente chamado de “*Blaster*”, que funciona pela emissão de sinais infravermelhos pré-configurados em conjunto com a central de automação (Muratori e Dal Bó, 2014).

Deve-se ter bom senso na escolha dos equipamentos que serão desligados, pois muitos equipamentos eletrônicos podem perder sua programação se ficarem longos períodos sem alimentação, como no caso de alguma viagem da família. Mas de qualquer forma, este é um recurso muito interessante e utilizado que garante que nenhuma carga fique ligada desnecessariamente.

Outra utilização interessante são os sistemas de aquecimento solar. Resumidamente esses sistemas são compostos por placas coletoras que aquecem a água que passa pelo seu interior e pelo boiler que armazena a água aquecida para uso posterior. Dependendo das situações climáticas (sem sol) e do consumo de cada família, haverá a necessidade de aquecer a água armazenada, em que nesse caso usa-se um dispositivo interno ao boiler denominado “apoio elétrico”. Sempre que o termostato apresentar que a temperatura da água está abaixo de um determinado valor, a água será aquecida pelas resistências elétricas. Muitas das vezes o que acontece é um desperdício de energia elétrica para produção de água quente em horários que não são realmente usadas (Muratori e Dal Bó, 2014).

Nesse caso, a automação residencial pode auxiliar através de implementação de um simples programador de horário que irá habilitar e desabilitar o apoio elétrico do *boiler*. Como em todos os aspectos da automação, esse também é um fator determinante de hábitos familiares e que são programados e reprogramados facilmente pela própria família de acordo com a sua necessidade. Então se em uma determinada casa há o hábito de todos os moradores banharem pela manhã antes de realizarem suas respectivas tarefas, bastaria programar a controladora para ligar as 3h da manhã e desligar às 7h. Dessa forma, garante-se água quente para o banho e otimiza-se o consumo de energia elétrica.

Muratori e Dal Bó (2014) já mencionavam em seu livro a respeito do que ele chamava de “Smart Grid”, conceito futurista para novas aplicações destinadas a garantir o máximo de eficiência nas instalações elétricas residenciais. Na medida em que as concessionárias de energia conhecem melhor o padrão de consumo dos seus clientes, poderão desenvolver políticas de incentivo, seja com a redução de tarifas em horários de pico ou planos de fidelização.

Parte desse conceito, o qual ele denominou especificamente de “Smart Meters” ou “Medidores Inteligentes” pode ser observado hoje no que se conhece por “Tarifa Branca”. Esse novo tipo de tarifação foi aprovado em 2016 pela Aneel

(Agência Nacional de Engenharia Elétrica), mas só entrou em prática a partir de janeiro de 2018.

Segundo o site da Aneel, com a Tarifa Branca o consumidor passa a ter possibilidade de pagar valores diferentes em função da hora e do dia da semana. Ela é oferecida para as unidades consumidoras que são atendidas em baixa tensão (127, 220, 380 ou 440 Volts), denominadas de grupo B.

Se o consumidor adotar hábitos que priorizem o uso da energia fora do período de ponta (aquele com maior demanda de energia na área de concessão), diminuindo fortemente o consumo nesse horário e no intermediário, a opção pela Tarifa Branca oferece a oportunidade de reduzir o valor pago pela energia consumida.

Nos dias úteis, o valor da Tarifa Branca varia em três horários: ponta, intermediário e fora de ponta. Na ponta e no intermediário, a energia é mais cara. Fora de ponta, é mais barata. Nos feriados nacionais e nos fins de semana, o valor é sempre fora de ponta. Os períodos horários de ponta, intermediário e fora de ponta são homologados pela ANEEL nas revisões tarifárias periódicas de cada distribuidora, que ocorrem em média a cada quatro anos. Isso pode ser melhor compreendido através da figura abaixo:

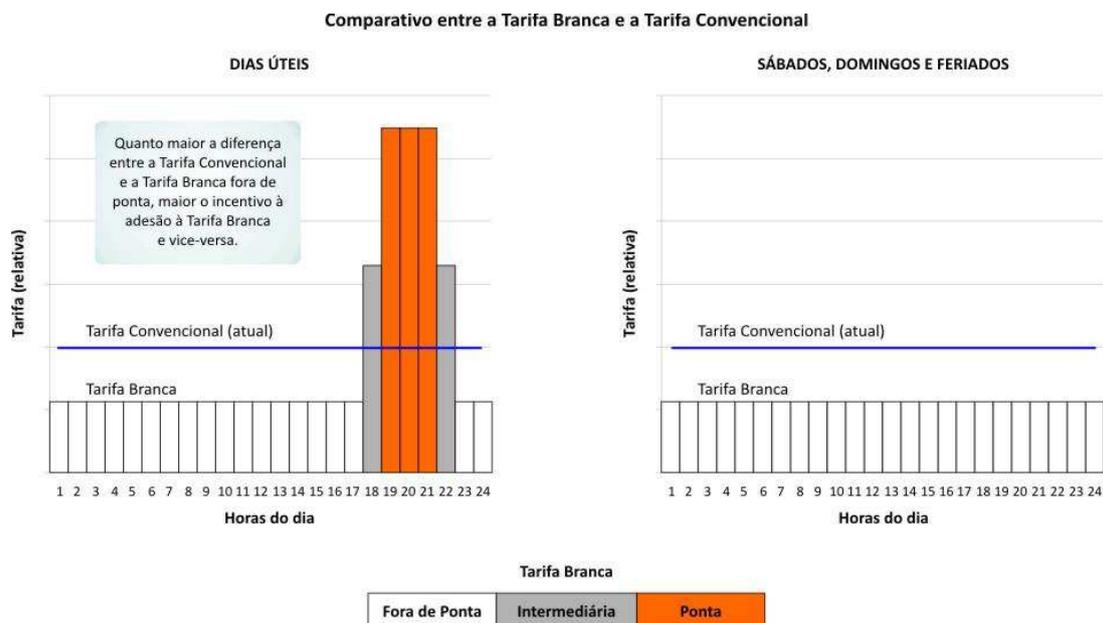


Figura 13: Comparativo entre a Tarifa Branca e a Tarifa Convencional

Fonte: (SGT, 2015).

Esses sistemas, são sistemas considerados “stand alone”, mas Muratori e Dal Bó (2014) defendiam soluções mais eficientes se integrado com os sistemas de automação residencial, que estarão ligados o tempo todo, tomando decisões baseadas em programações pré-estabelecidas, independentes de intervenções humanas que poderiam, por qualquer motivo, negligenciar esses controles no dia-a-dia.

Nesse caso, os “alertas” informados pelos medidores poderão resultar em ações específicas, tais como desligar sistema de aquecimentos, reduzir níveis de iluminação, racionalizar o consumo de determinados equipamentos aproveitando o momento em que a tarifa é mais baixa, e entre muitas outras coisas.

5 ESTUDO DE CASO

Com base nos estudos acerca dos benefícios da automação residencial, foi desenvolvido um sistema para automatizar uma residência unifamiliar, visando o aspecto econômico. Para isso, fez-se necessária a criação de um perfil familiar fictício e baseado nesse perfil foi elaborada uma planta baixa da residência destinada à essa família.

Como já mencionado anteriormente, se aliado à instalação desse sistema, a família tiver a consciência e a pretensão de evitar desperdícios no consumo de energia, visando reduzir custos mensais com a “conta de luz”, a automação é um grande artifício para tal. Sendo assim, através do estudo de caso acerca da otimização da energia elétrica, é possível observar por meio de cálculos o comparativo entre a despesa mensal da família com uma rotina, e a da mesma família, seguindo a mesma rotina, porém com os devidos artifícios da automação que visam otimizar o consumo de energia elétrica.

5.1 Definição do Perfil Familiar

A família proposta é composta por um casal de adultos na faixa etária de 40 anos, que têm três filhos: sendo a mais velha uma adolescente de 18 anos, e os dois mais novos com 8 e 6 anos.

A casa está localizada no bairro da Lagoa da Jansen na cidade de São Luís, com um terreno de 12x25 metros, totalizando uma área de 300m². Estão distribuídos nela os cômodos da sala de estar e jantar, cozinha, hall, quartos 01 e 02, banheiro social, suíte master com closet, área gourmet e banheiro externo, totalizando uma área construída de aproximadamente 130m². Além desses cômodos, a casa dispõe de garagem com duas vagas livres, jardim, piscina e área de serviço.

Nas Figuras 14, 15, 16 e 17 são apresentadas respectivamente a Planta Baixa Original, Planta Baixa de Layout, Planta Baixa de Luminotécnica e Planta Baixa de Pontos de Ar Condicionado.

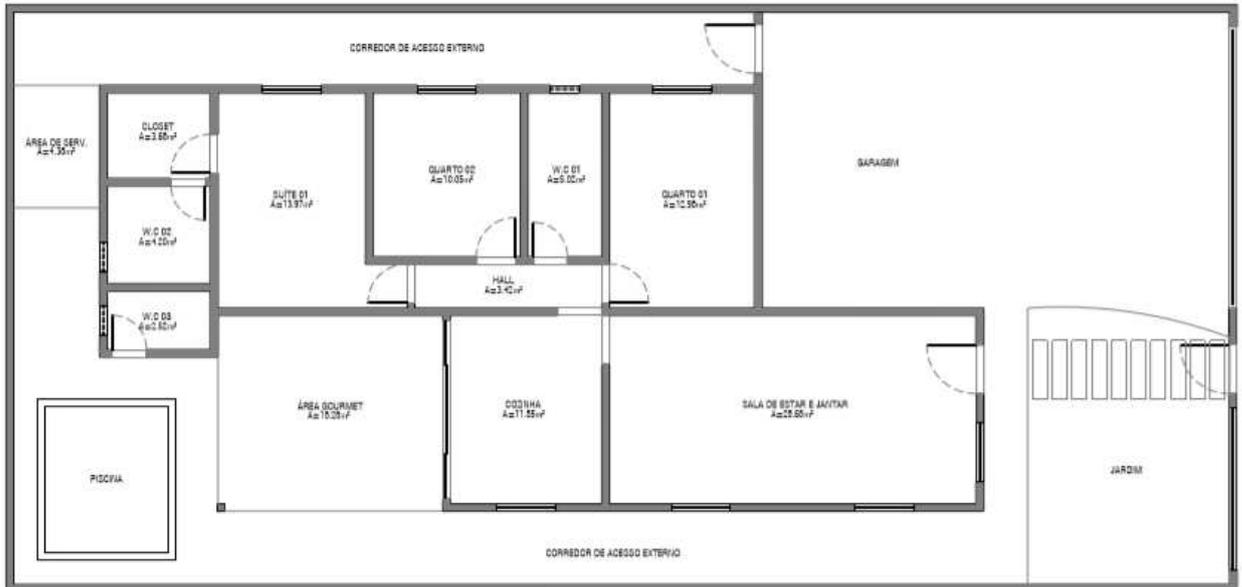


Figura 14: Planta Baixa Original.

Fonte: Elaborado pelo Autor.



Figura 15: Planta Baixa de Layout.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

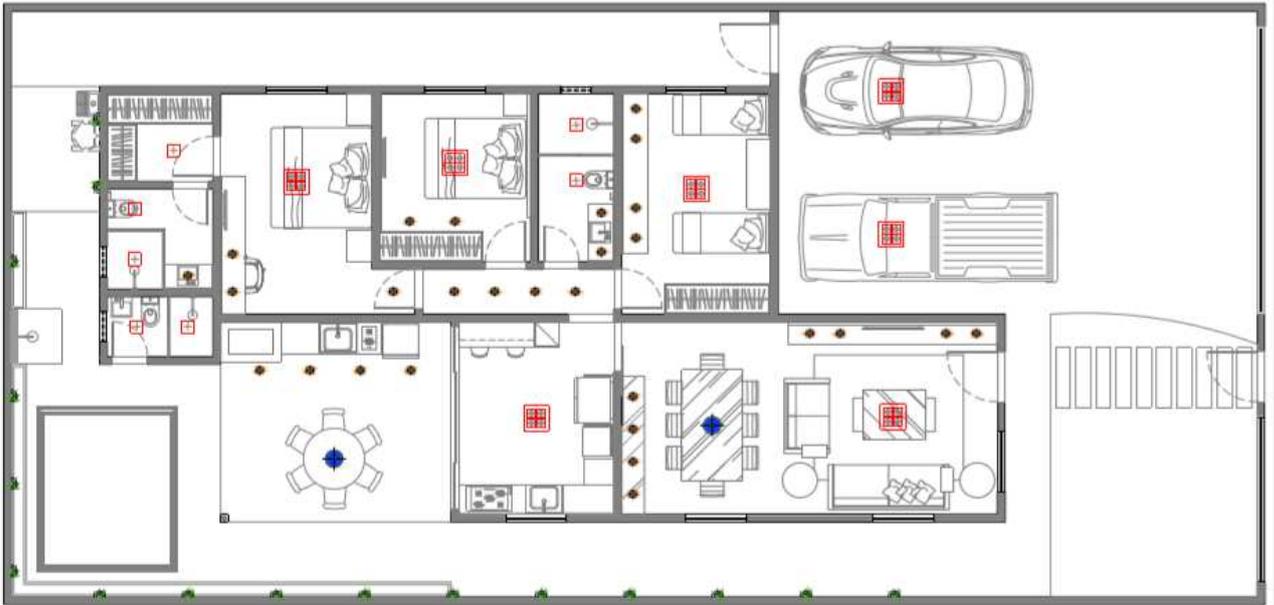


Figura 16: Planta Baixa de Luminotécnica.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

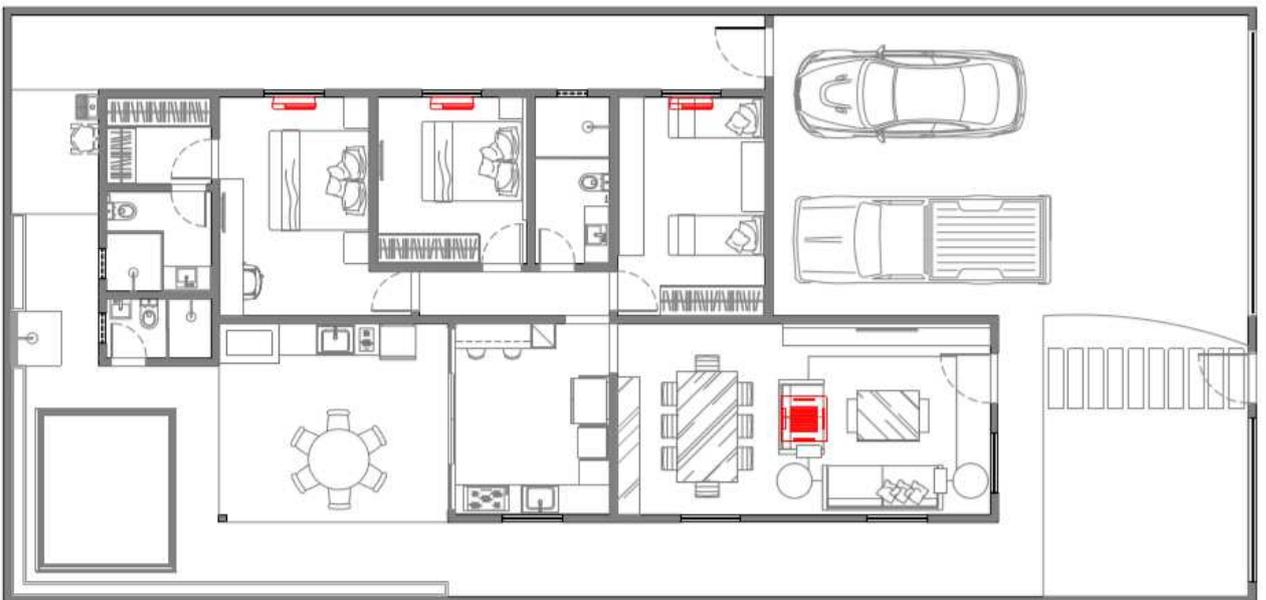


Figura 17: Planta Baixa de Pontos de Ar Condicionado.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

5.1.1 Definição do Plano de Rotina

A criação de um Plano de Rotina consiste em obter informações do cliente, de forma a ter conhecimento das atividades realizadas durante o dia-a-dia dos moradores, com o intuito de fornecer premissas de consumo elétrico para o projeto de automação.

Plano de Segunda à Sexta:

- Às 6:00h todos acordam.
- Às 7:00h todos tomam café juntos em casa e em seguida saem para suas respectivas atividades.
- Às 8:00h a secretária chega para iniciar as atividades referentes a organização da casa, limpeza, refeições e entre outras coisas.
- Às 12:30h todos retornam a casa juntos para almoçar.
- Às 14:00h os pais saem à trabalho novamente, e os filhos ficam em casa realizando atividades referentes a educação e lazer.
- Às 18:00h os pais retornam a casa enquanto os filhos estudam.
- Às 19:00h todos se reúnem para jantar.
- Às 20:00h todos se reúnem na sala para assistir televisão.
- Às 22:30h os filhos se organizam para dormir e os pais ficam no quarto vendo televisão até dormir.

Plano aos Finais de Semana:

- Às 8:00h todos acordam e tomam café juntos.
- Às 10:00h todos se reúnem na área gourmet.
- Às 13:00h todos almoçam.
- Às 14:00h todos se organizam para descansar em seus respectivos quartos.
- Às 16:00h todos já estão acordados e praticando atividades destinadas à lazer em seus respectivos quartos.
- Às 18:00h recebem visitas de familiares ou amigos.
- Às 20:00h todos se reúnem para jantar, e posteriormente, ficam conversando na sala de estar até o fim da noite.
- Às 22:00h as visitas vão embora e todos se organizam para dormir.

5.1.2 Definição de Equipamentos Elétricos

Tendo compreendido que um sistema de automação possui interação direta com equipamentos elétricos, faz-se necessária a apresentação do Quadro 01 dos equipamentos da residência de maior relevância para o estudo de caso. Os dados de potência apresentados foram retirados de um documento disponibilizado pela Energisa em seu site.

QUADRO DE EQUIPAMENTOS			
CÔMODO	EQUIPAMENTO	QUANTIDADE	POTÊNCIA (W)
Cozinha	Geladeira Brastemp 573L	1	150
	Aparelho Microondas	1	800
	Depurador	1	200
	Cafeteira	1	500
	Forno Elétrico	1	4500
	Grill	1	1200
Sala de Estar	Televisão	1	150
	Home Theater	1	330
	Ar Condicionado 18.000BTUs	1	2600
Área Gourmet	Geladeira	1	150
Quarto 01	Ar Condicionado 9.000BTUs	1	1400
Quarto 02	Ar Condicionado 9.000BTUs	1	1400
	Televisão	1	150
Suíte Master	Ar Condicionado 9.000BTUs	1	1400
	Televisão	1	150
W.C 01	Chuveiro Elétrico	1	4000
W.C 02	Chuveiro Elétrico	1	4000
Área de Serviço	Máquina de Lavar Roupas	1	1000
	Ferro de Passar	1	1000

Quadro 01: Potência Equipamentos Elétricos

Fonte: Elaborado pelo Autor e (ENERGISA).

Além disso, faz-se necessária também a apresentação do Quadro 02 referentes à iluminação da residência. Os dados de potência apresentados foram retirados do site da Iluminim.

QUADRO 02 - ILUMINAÇÃO		
TIPO	QUANTIDADE	POTÊNCIA (W)
Plafon LED Sobrepor Quadrado 40x40cm	7	36
Plafon LED Sobrepor Quadrado 17x17cm	6	12
Spot LED Dicroica	30	7
Arandela LED Branco Quente Cubo	14	3
Pendente Cúpula com lâmpada de LED	2	9

Quadro 02: Potência das Luminárias

Fonte: Elaborado pelo Autor e (ILUMINIM, 2018).

5.2 Proposta de Automação

Para este estudo de caso especificamente, fez-se a escolha dos produtos da marca Touchlight para automatizar os ambientes. Esta marca foi escolhida por apresentar equipamentos *plug'n play*, ou seja, simples instalação, e por atender as possibilidades de automação necessárias da residência no estudo de caso.

Os equipamentos Touchlight formam um sistema de automação simples, mas com muitos recursos. Seus três principais produtos são a Central de Automação, os Interruptores *Touchscreen*, e os Extensores de sinal.

A Central de Automação Touchlight Smart é um aparelho responsável por criar a rede de comunicação entre todos os dispositivos Touchlight instalados, é ela também que realiza o controle de aparelhos de TV, condicionadores de ar, aparelhos de áudio e vídeo, alarmes e até cortinas motorizadas (Munddo, 2018). Tudo isso é realizado por meio de diversos emissores de sinal infravermelho (IR) e radiofrequência (RF). Sua instalação requer conexão via cabo com o roteador de rede *Wi-fi* da residência, alimentação de energia e configuração por meio do aplicativo instalado em *smartphone*.



Figura 18: Central de Automação Touchlight Smart

Fonte: Site Munddo.

Os interruptores Touchlight, também conhecidos por teclados ou painéis, são responsáveis por automatizar a iluminação do ambiente e servir de principal interface entre a rede e o usuário, além do *smartphone* com aplicativo do sistema instalado. Podem ser encontrados de diversos modelos, variando a quantidade de teclas, quantidade de cenas disponíveis, tamanho do interruptor (se 4x2 ou 4x4), cor, e possibilidade ou não de dimerização. Seu diferencial fica por conta da característica *touchscreen* em todas as suas teclas e pelo seu *design* em vidro temperado. Sua instalação elétrica requer o uso do fio neutro, fio esse que comumente não está disponível nas caixas de interruptores comuns. Sua configuração é manual.



Figura 19: Teclado Touchlight 4x2 de 3 botões

Fonte: Site Munddo.

Os extensores Touchlight Smart são equipamentos que ampliam o alcance da Central de Automação para os demais cômodos. Sua função é repetir

e propagar por meio de seus emissores, os comandos IR e RF que a Central não tem alcance, exigem que seja instalado um extensor próximo dos equipamentos distantes, isso normalmente é necessário em quartos quando a central se encontra na sala de estar, por exemplo.



Figura 20: Extensor Touchlight Smart

Fonte: Site Munddo.

Segue abaixo um diagrama esquemático do funcionamento da rede de automação Touchlight para facilitar a compreensão.



Figura 21: Diagrama Esquemático de Funcionamento da rede de Automação Touchlight.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Com a descrição em cinza estão os principais aparelhos da marca Touchlight já descritos acima, que são a Central de Automação Smart, os Interruptores e o Extensor. Com a descrição em preto estão os demais aparelhos que irão se comunicar com eles. A figura 21 mostra que a Central de Automação é quem organiza a rede criada, recebendo comandos via *smartphone* (principal elemento de interação humano-computador) por meio da rede *Wi-fi* e executando ou repassando para os extensores e interruptores Touchlight. A execução dos comandos pela Central e Extensores é feita geralmente por sinal infravermelho em televisores, condicionadores de ar, aparelhos de som e vídeo e alguns motores de cortinas localizados próximos, mas também por radiofrequência quando em alguns aparelhos que assim se comunicam. Extensores e interruptores recebem comandos da Central e se intercomunicam via radiofrequência, atualizando sempre a central sobre todos os dispositivos controlados. Circuitos de iluminação, por fim, são comandados via conexão elétrica física (retorno), que parte dos interruptores.

Os ambientes que serão automatizados na residência do estudo de caso são: Quarto 01, Quarto 02, Suíte e Hall, referentes ao setor íntimo, representados pela cor amarela na Planta Baixa de Setorização. A Cozinha, referente ao setor Serviço, representado pela cor azul. E Sala de Estar/Jantar, Garagem, Circulação Externa e Varanda Gourmet, referentes ao setor Social, representado pela cor verde.



Figura 22: Planta Baixa de Setorização de Circuitos.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A proposta de automação desse projeto consistirá na utilização dos recursos “Controle de Persianas Motorizadas”, “Controle de Sistema Home Theater”, “Ajustes de Temperatura Ambiente” e “Ajuste da Iluminação ambiente” que são recursos que têm maior impacto para a finalidade do estudo de caso, que é a otimização da energia elétrica. No entanto, é necessário ressaltar que há uma variedade de possibilidades de aplicações de automação nessa residência que proporcionem outras finalidades, como comodidade, praticidade e segurança aos clientes.

Iniciando pela Sala de Estar e Jantar, esse cômodo necessitará da instalação de uma central de automação, a qual deverá estar conectada via cabo com o roteador da rede *Wi-fi* e com um posicionamento estratégico em relação aos aparelhos que se comunicarão com ela por sinal infravermelho, que são a Televisão, o *Home Theater* e o Ar condicionado. Além disso deverá ser instalado 1 interruptor 4x4, de quatro teclas, três cenas e dimerização, e outro interruptor 2x4, de uma tecla e uma cena.

O interruptor 4x4 de quatro teclas, denominado na imagem abaixo de circuito “a”, acionará as luzes da sala de estar e jantar. A primeira tecla acionará o plafon central da sala de estar; a segunda tecla acionará os spots que estão

acima do home da TV; a terceira tecla acionará o pendente da mesa de jantar; a quarta tecla acionará os spots que estão acima do aparador da sala de jantar. Além disso, no interruptor constam três traços que são responsáveis pelas cenas. A primeira cena será denominada de “SALA DE ESTAR”, uma cena destinada aos finais de semana em que a família recebe amigos em casa e todos se reúnem na sala de estar para uma conversa. Nessa cena o pendente da sala de jantar será desligado, e os spots acima do aparador reduzirão sua intensidade para 60%. As luzes da sala de estar permanecerão ligadas e na intensidade de dimerização máxima. A segunda cena será denominada de “SALA DE JANTAR”, uma cena destinada a todos os dias da semana durante o horário de jantar. Nessa cena o pendente da sala de jantar e os spots acima do aparador permanecerão ligados em intensidade de dimerização máxima, e o plafon central da sala de estar reduzirá sua intensidade para 60%. A última cena do interruptor é obrigatoriamente a cena “*On/Off*”, ou seja, a cena que liga e desliga todas as lâmpadas.

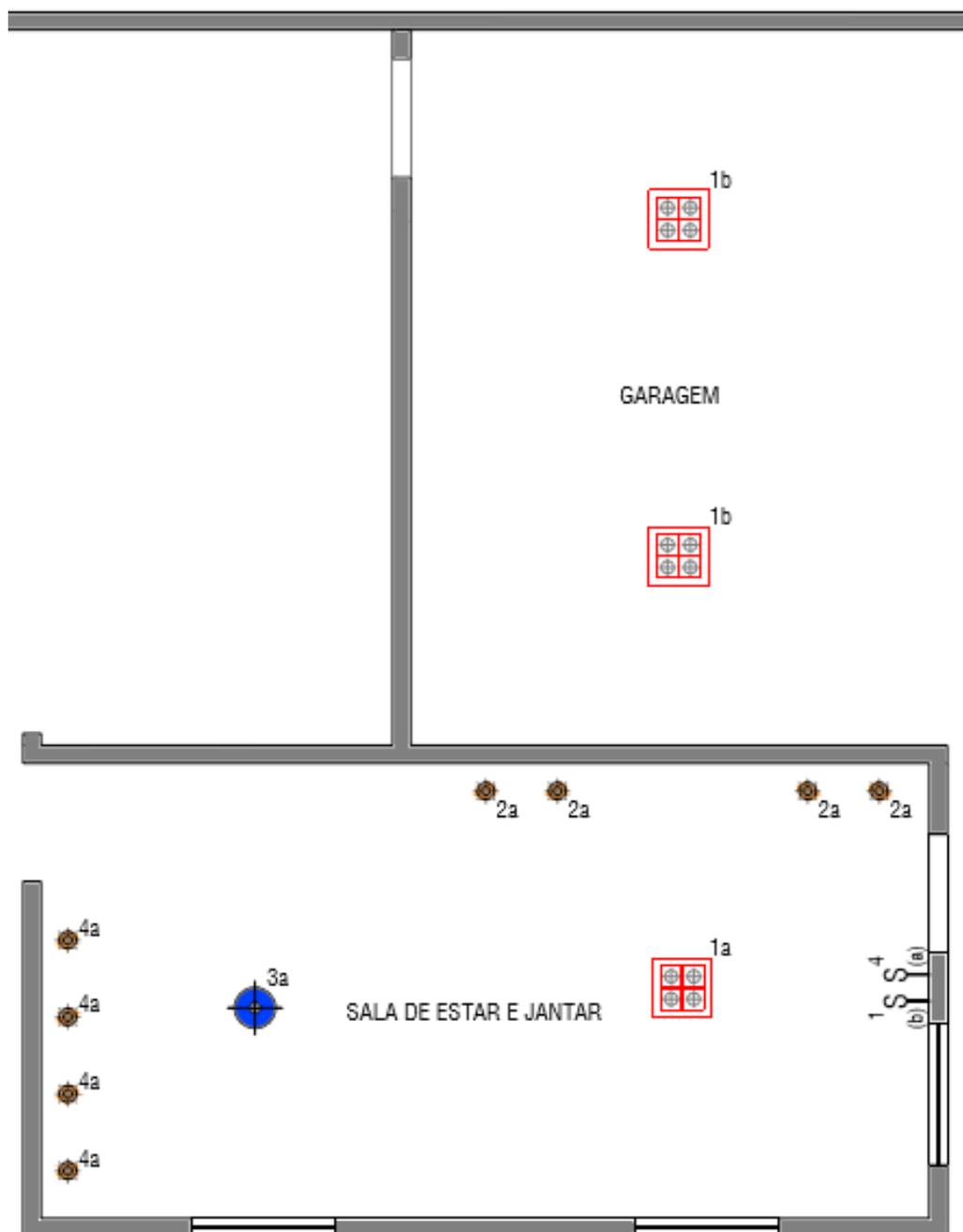


Figura 23: Planta de Circuito da Sala de Estar/Jantar e Garagem.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

O interruptor 2x4 de uma tecla, denominado na imagem acima de circuito “b”, acionará as luzes da garagem. Além disso, esse interruptor apresenta apenas um traço responsável pela única cena “On/Off” das lâmpadas.

Mesmo os interruptores possuindo uma certa limitação no número de cenas, através do *Smartphone* é possível configurar ilimitadamente outras

cenas, que, no entanto, só poderão funcionar se os aparelhos estiverem conectados na rede *Wi-fi* da casa. Se por ventura houver uma queda de energia, o acionamento só acontecerá através dos interruptores. Sabendo disso, foram designadas ao interruptor as principais cenas utilizadas pela família. Além delas, constam outras cenas no Smartphone, como a cena “CINEMA”, destinada aos dias da semana em que a família se reúne após o jantar para assistir filme juntos. Nessa cena as cortinas são acionadas para fechar; os spots da sala de jantar, o pendente e o plafon da sala de estar se apagam, e as luzes dos spots acima do home da TV reduzem para 20%; o ar condicionado é acionado e programado para permanecer ligado por 1 hora, e por fim, o Home Theater é ligado. Há também uma cena “GARAGEM” programada para deixar as luzes da garagem acesas com 70% de luminosidade durante a noite toda, e apagarem as 6h da manhã quando estiver amanhecendo. Além disso, as cortinas também serão acionadas e abrirão permitindo que a luminosidade entre dentro da sala da casa.

No Quarto 01, quarto dos dois filhos mais novos, será necessária a instalação de um extensor Touchlight Smart em virtude do ar condicionado ser um equipamento que se comunica por sinal infravermelho. Além disso, deve ser instalado um interruptor 2x4, de duas teclas, uma cena e dimerização. O interruptor 2x4 de duas teclas, denominado abaixo de circuito “c”, acionará as luzes do quarto. A primeira tecla acionará o plafon central do quarto; a segunda tecla acionará os spots acima da bancada de estudo. O traço referente a cena no interruptor é responsável pela cena “*On/Off*” das lâmpadas, mas além disso, foi criada uma cena denominada de “ACORDAR QUARTO 01” pelo aplicativo do *smartphone*, que programa o ar condicionado para desligar uma hora antes do horário em que comumente acordam.

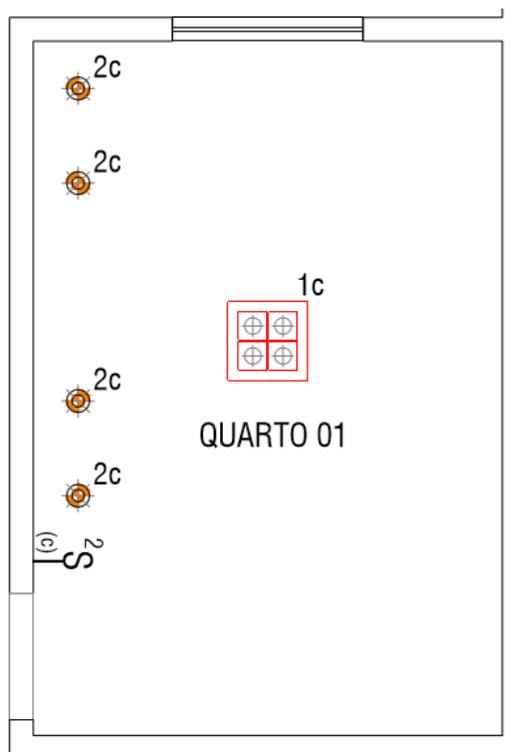


Figura 24: Planta de Circuito do Quarto 01

Fonte: Elaborado pelo Autor.

No Quarto 02, quarto da filha mais velha, será necessária a instalação de um extensor Touchlight Smart em virtude do ar condicionado e da televisão serem equipamentos que se comunicam por sinal infravermelho. Além disso, deve ser instalado um interruptor 2x4, de duas teclas, uma cena e dimerização. O interruptor 2x4 de três, denominado abaixo de circuito “d”, acionará as luzes do quarto. A primeira tecla acionará o plafon central do quarto e a segunda tecla acionará os spots acima do guarda roupa. Além disso, o interruptor possui apenas um traço responsável pela única cena “*On/Off*” das lâmpadas. No entanto, através do *smartphone* foi criada a cena “ACORDAR QUARTO 2”, que assim como no Quarto 01, programa o ar condicionado para desligar uma hora antes de acordarem.

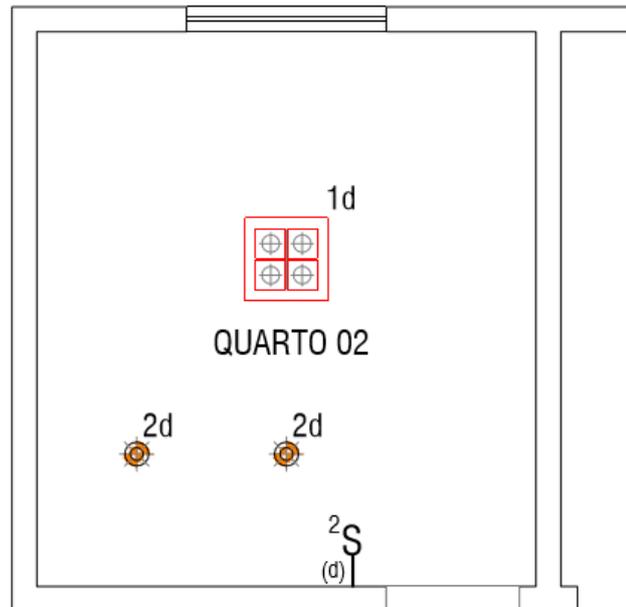


Figura 25: Planta de Circuito do Quarto 02

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Na Suíte Master também será necessária a instalação de um extensor Touchlight Smart em virtude do ar condicionado e da televisão serem equipamentos que se comunicam por sinal infravermelho. Além disso, deve ser instalado um interruptor 2x4, de três teclas, duas cena e dimerização. O interruptor denominado abaixo de circuito “e”, acionará as luzes do quarto. A primeira tecla acionará o spot da entrada; a segunda tecla acionará o plafon central do quarto; a terceira tecla acionará os spots acima da bancada. A primeira cena é denominada de “ANOITECEU”, destinada a todos os dias da semana em que o casal, antes de dormir, ficam juntos assistindo televisão no quarto. Nessa cena os spots são apagados, o plafon central reduz sua luminosidade para 50%, a Smart Tv conecta na Netflix e o ar condicionado liga. A segunda cena do interruptor consiste na cena “On/Off”. Além disso, através do aplicativo da Touchlight no *Smartphone* foi criada também a cena “ACORDAR SUÍTE”, que assim como nos demais quartos, programa o ar condicionado para desligar uma hora antes de acordarem.

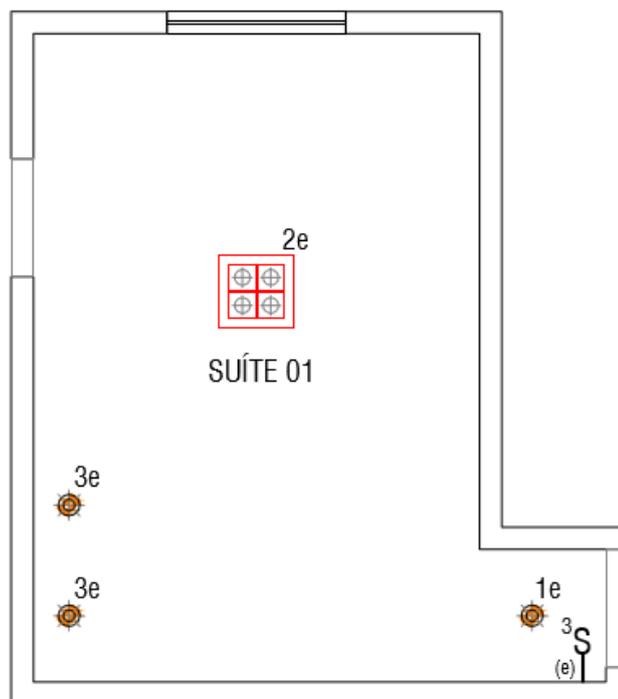


Figura 26: Planta de Circuito da Suíte 01.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

No Hall íntimo será necessária a instalação somente de um interruptor 4x2 de uma tecla, uma cena e dimerização. O interruptor denominado abaixo de circuito “f”, acionará as luzes do corredor as quais permaneceram sempre com apenas 70% de luminosidade, visto que por ser um ambiente somente de passagem, a redução de 30% não prejudicaria visualmente a noção de claridade do ambiente, além proporcionar a otimização da energia diariamente.

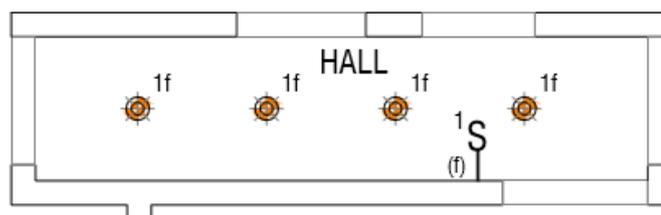


Figura 27: Planta de Circuito do Hall.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Na Varanda Gourmet será instalado apenas um interruptor 4x2 de três teclas, duas cenas e dimerização. O interruptor denominado abaixo de circuito “g”, acionará as luzes da varanda e as arandelas da área externa. A primeira

tecla acionará os spots acima do balcão; a segunda tecla acionará o pendente acima da mesa; a terceira tecla acionará as arandelas da área externa. O primeiro traço presente no interruptor corresponde a cena “ARANDELAS”, que consiste em dimerizar em 50% luminosidade das lâmpadas. A segunda cena é a “On/Off”, presente em todos interruptores. Além disso, deverá ser programada através do aplicativo uma cena “AMANHECEU 2”, que assim como na garagem, desligue as arandelas às 6h da manhã após permanecerem ligadas durante a noite com 50% de luminosidade.

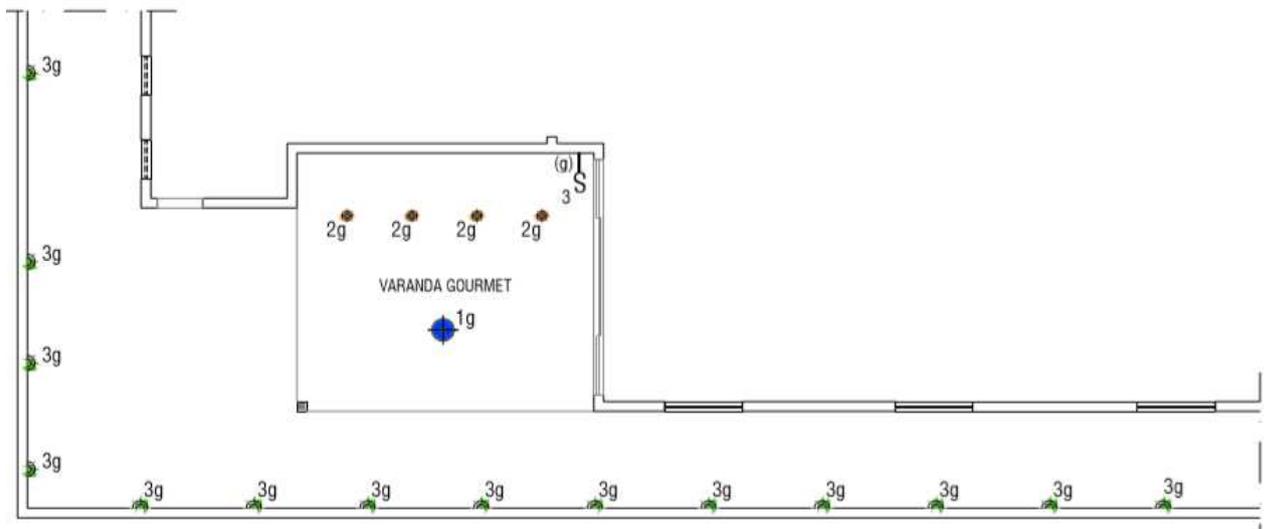


Figura 28: Planta de Circuito da Varanda Gourmet.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Buscando analisar o impacto do sistema de automação proposto na otimização do consumo de energia elétrica neste estudo de caso, foram desenvolvidos quadros de consumo estimado em kWh, tanto dos equipamentos elétricos quanto da iluminação, antes e após a utilização da automação, a fim de comparar em valores percentuais e em valores monetários a diferença obtida.

O objetivo é identificar por cômodo e por equipamento, os pontos de atenção e de maior impacto no uso da automação de elementos simples dentro da rotina de uma família comum, além de atender as diretrizes definidas na seção da rotina familiar já apresentada, utilizando-se das informações de potência já apresentadas nos quadros 01 e 02.

QUADRO DE CONSUMO ESTIMADO PARA EQUIPAMENTOS							
CÔMODO	EQUIPAMENTO	QTDD.	POT. (kW)	H/DIA (Seg. à Sex.)	H/DIA (Sáb. e Dom.)	Horas 4 semanas	Consumo Mensal (kWh)
Cozinha	Aparelho Microondas	1	0,8	0,083	0	1,66	1,328
	Depurador	1	0,2	1	1	28	5,6
	Cafeteira	1	0,5	0,1	0,1	2,8	1,4
	Forno Elétrico	1	4,5	0	0,5	4	18
	Grill	1	1,2	0,25	0	5	6
	Geladeira Brastemp 573L	1	0,15	24	24	672	100,8
Sala de Estar	Televisão	1	0,15	2,5	3	74	11,1
	Home Theater	1	0,33	2,5	3	74	24,42
	Ar Condicionado 18.000BTUs	1	1,4	1,5	3	54	75,6
Área Gourmet	Geladeira	1	0,15	24	24	672	100,8
Quarto 01	Ar Condicionado 9.000BTUs	1	1	7,5	10	230	230
Quarto 02	Ar Condicionado 9.000BTUs	1	1	7,5	10	230	230
	Televisão	1	0,15	2	2	56	8,4
Suíte Master	Ar Condicionado 9.000BTUs	1	1	7,5	10	230	230
	Televisão	1	0,15	1	2	36	5,4
W.C 01	Chuveiro Elétrico	1	4	0,5	0,5	28	112
W.C 02	Chuveiro Elétrico	1	4	0,2	0,2	5,6	22,4
Área de Serviço	Máquina de Lavar Roupas	1	1	2	0	50	50
	Ferro de Passar	1	1	0,5	0	10	10
						TOTAL:	1210,92

Quadro 03: Estimação de Consumo Equipamentos Elétricos antes da Automação.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

QUADRO DE CONSUMO ESTIMADO PARA ILUMINAÇÃO							
CÔMODO	EQUIPAMENTO	QTDD.	POT. (kW)	H/DIA (Seg. à Sex.)	H/DIA (Sáb. e Dom.)	Horas 4 semanas	Consumo Mensal (kWh)
Cozinha	Plafon LED Sobrepor Quadrado 40x40cm	1	0,036	4,5	4	122	4,392
Sala de Estar	Plafon LED Sobrepor Quadrado 40x40cm	1	0,036	4,5	4	122	4,392
	Pendente Cúpula com lâmpada de LED	1	0,009	4,5	4	122	1,098
	Spot LED Dicroica	8	0,007	4,5	4	122	6,832
Garagem	Plafon LED Sobrepor Quadrado 40x40cm	2	0,036	12	14	352	25,344
Quarto 01	Spot LED	4	0,007	1	2	36	1,008
	Plafon LED Sobrepor Quadrado 40x40cm	1	0,036	1	2	36	1,296
Quarto 02	Spot LED	2	0,007	1	2	36	0,504
	Plafon LED Sobrepor Quadrado 40x40cm	1	0,036	1	2	36	1,296
Suíte Master	Spot LED	3	0,007	2	3	64	1,344
	Plafon LED Sobrepor Quadrado 40x40cm	1	0,036	2	3	64	2,304
Hall	Spot LED	4	0,007	4,5	4	122	3,416
Varanda Gourmet	Spot LED	4	0,007	4,5	4	122	3,416
	Pendente Cúpula	1	0,009	0	0	0	0
	Arandela	14	0,003	12	14	352	14,784
TOTAL:							71,426

Quadro 04: Estimação de Consumo de Iluminação antes da Automação.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

O cálculo desenvolvido para obter o valor do consumo mensal apresentado nos quadros em kWh, é apresentado nas fórmulas matemáticas descritas abaixo:

$$\text{Horas em 4 semanas (h)} = [(\text{dia de semana} * 5) + (\text{fim de semana} * 2)] * 4$$

$$\text{Consumo mensal (kWh)} = \text{Horas em 4 semanas} * \text{Potência} * \text{Quantidade}$$

Para obter informações em valores monetários, é necessário multiplicar o valor obtido na tabela acima em kWh pela tarifa da CEMAR que vigora desde agosto de 2018 e que pode ser encontrada no site da distribuidora. Estes valores são apresentados no Quadro 04, e o cálculo da Tarifa Ajustada é mostrado a seguir:

ICMS	COFINS	TARIFA ³	TARIFA AJUSTADA
29%	2,5%	0,656	0,957664

Quadro 05: Tarifa da CEMAR.

Fonte: (CEMAR, 2019)

$$\text{Tarifa ajustada}^4 = \frac{\text{tarifa}}{[1 - (\text{ICMS} + \text{COFINS})]}$$

$$\text{Tarifa ajustada} = \frac{0,656}{[1 - (0,315)]}$$

$$\text{Tarifa ajustada} = \frac{0,656}{[0,685]} = 0,957 \text{ R\$/kWh}$$

O cálculo do valor da conta de energia mensal é realizado por meio das fórmulas a seguir. Este representa quanto paga de energia a família na sua rotina comum, antes da instalação do sistema de automação.

$$\text{Consumo} = \text{Consumo mensal iluminação} + \text{consumo mensal equipamentos}$$

$$\text{Consumo mensal (R\$)} = \text{Consumo} * \text{Tarifa Ajustada}$$

³ Fonte: CEMAR. Disponível em: <http://www.cemar116.com.br/residencial/informacoes/cobranca-de-tarifas>. Acesso em: 04 de Jan. de 2019.

⁴ Fonte: Aneel. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Cartilha_1p_atual.pdf. Acesso em: 04 de Jan. de 2019.

Portanto, o gasto com energia estimado, baseado no perfil familiar e na estrutura residencial apresentada, foi de R\$ 1227,21 antes da automação.

$$\text{Consumo mensal(R\$)} = (1210,92 + 71,426) * 0,957 = 1227,21$$

QUADRO DE EQUIPAMENTOS PÓS AUTOMAÇÃO								
CÔMODO	EQUIPAMENTO	QTDD.	POT. (kW)	H/DIA (Seg. à Sex.)	H/DIA (Sáb. e Dom.)	Horas 4 semanas	Consumo Mensal (kWh)	Redução (%)
Cozinha	Microondas	1	0,8	0,083	0	1,66	1,328	0%
	Depurador	1	0,2	1	1	28	5,6	0%
	Cafeteira	1	0,5	0,1	0,1	2,8	1,4	0%
	Forno Elétrico	1	4,5	0	0,5	4	18	0%
	Grill	1	1,2	0,25	0	5	6	0%
	Geladeira Brastemp 573L	1	0,15	24	24	672	100,8	0%
Sala de Estar	Televisão	1	0,15	2,5	3	74	11,1	0%
	Home Theater	1	0,33	2,5	3	74	24,42	0%
	Ar Condicionado 18.000BTUs	1	1,4	1	2	36	50,4	33%
Área Gourmet	Geladeira	1	0,15	24	24	672	100,8	0%
Quarto 01	Ar Condicionado 9.000BTUs	1	1	6,5	9	202	202	12%
Quarto 02	Ar Condicionado 9.000BTUs	1	1	6,5	9	202	202	12%
	Televisão	1	0,15	2	2	56	8,4	0%
Suíte Master	Ar Condicionado 9.000BTUs	1	1	6,5	9	202	202	12%
	Televisão	1	0,15	1	2	36	5,4	0%
W.C 01	Chuveiro Elétrico	1	4	0,5	0,5	28	112	0%
W.C 02	Chuveiro Elétrico	1	4	0,2	0,2	5,6	22,4	0%
Área de Serviço	Máquina de Lavar Roupas	1	1	2	0	50	50	0%
	Ferro de Passar	1	1	0,5	0	10	10	0%
TOTAL:							1101,72	9%

Quadro 06: Estimação de Consumo Equipamentos Elétricos após a Automação.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Atendendo as alterações no perfil de consumo dessa residência com a instalação do sistema de automação Touchlight, além das cenas definidas e configuradas nesta seção, apresenta-se no Quadro 06, com os equipamentos impactados e o novo consumo mensal dos mesmos, além da redução percentual quando em comparação com o valor apresentado no Quadro 03.

Para a iluminação, foi desenvolvido um quadro específico do cômodo da Sala de Estar e Jantar, em virtude das cenas criadas que dimerizam as lâmpadas em horários diferentes, e que influenciam no resultado do consumo:

Detalhamento de consumo em horas e dimerização da Sala de Estar e Jantar								
Dimerização por hora e por luminária	SEG-SEX				SAB-DOM			
	PLAFON	SPOT	PENDENTE	SPOT ESTAR	PLAFON	SPOT	PENDENTE	SPOT ESTAR
18-19	1	0,6	0	1	1	0,6	0	1
19-20	0,6	1	1	0	1	0,6	0	1
20-21	0	0	0	0,2	0,6	1	1	0
21-22	0	0	0	0,2	1	0,6	0	1
22-22H30	0	0	0	0,2	0	0	0	0
Horas por dia	1,6	1,6	1	1,6	3,6	2,8	1	3

Quadro 07: Consumo em horas e dimerização da Sala de Estar e Jantar.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os novos valores de consumo na Iluminação após o impacto da automação são apresentados no Quadro 08, com dados percentuais da redução quando comparados com o Quando 04, anterior a automação:

QUADRO DE ILUMINAÇÃO APÓS AUTOMAÇÃO								
CÔMODO	EQUIPAMENTO	QTDD.	POT. (kW)	H/DIA (Seg. à Sex.)	H/DIA (Sáb. e Dom.)	Horas 4 semanas	Consumo Mensal (kWh)	Redução (%)
Cozinha	Plafon LED 40x40cm	1	0,036	4,5	4	122	4,392	0%
Sala de Estar	Plafon LED 40x40cm	1	0,036	1,6	3,6	60,8	2,1888	50%
	Pendente Cúpula	1	0,009	1	1	28	0,252	77%
	Spot LED Dicroica	8	0,007	1,6	2,9	55,2	3,0912	55%
Garagem	Plafon LED 40x40cm	2	0,036	8,4	8,4	235,2	16,9344	33%
Quarto 01	Spot LED	4	0,007	1	2	36	1,008	0%
	Plafon LED 40x40cm	1	0,036	1	2	36	1,296	0%
Quarto 02	Spot LED	2	0,007	1	2	36	0,504	0%
	Plafon LED 40x40cm	1	0,036	1	2	36	1,296	0%
Suíte Master	Spot LED	3	0,007	1	3	44	0,924	31%
	Plafon LED 40x40cm	1	0,036	1,5	3	54	1,944	16%
Hall	Spot LED	4	0,007	3,15	2,8	85,4	2,3912	30%
Varanda Gourmet	Spot LED	4	0,007	4,5	4	122	3,416	0%
	Pendente Cúpula	1	0,009	0	0	0	0	0%
	Arandela	14	0,003	6	6	168	7,056	52%
TOTAL:							46,6936	35%

Quadro 08: Estimação de Consumo de Iluminação após a Automação.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Portanto, o gasto com energia elétrica após a instalação do sistema de automação, com criação de cenas, dimerização de lâmpadas e desligamento automático de equipamentos de alto consumo, foi de R\$ 1099,20.

$$\text{Consumo mensal (R\$)} = (1101,72 + 46,6936) * 0,957 = 1099,20$$

Isso representa uma diferença de R\$ 128,01 por mês, ou seja, uma redução de 10,4% no consumo da família, mesmo após o fomento de praticidade, conforto e sem impactar na qualidade de vida na rotina familiar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O quadro 09 apresenta um resumo dos quadros 03, 04, 06 e 08, comparando os valores finais obtidos em kWh, porcentagem e em real. Financeiramente, a redução em R\$ 128,01 por mês pode não parecer muita coisa a princípio, mas cada vez mais, as pessoas e empresas têm aderido à utilização inteligente dos recursos com finalidades econômicas e sustentáveis.

QUADRO COMPARATIVO DE DADOS				
EQUIPAMENTOS	Antes kWh	Depois kWh	Redução	Redução (%)
ELETRÔNICOS	1210,92	1101,72	109,2	9%
ILUMINAÇÃO	71,426	46,6936	24,73	35%
TOTAL kWh	1282,34	1148,41	133,93	10,40%
TOTAL R\$	1227,21	1099,2	128,01	10,40%

Quadro 09: Quadro Comparativo de Dados.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Economicamente isso acontece por inúmeros fatores, mas principalmente em virtude do aumento constante nas contas de energia, devido aos altos reajustes anuais nas tarifas fixadas pela ANEEL, e a cobrança das bandeiras tarifárias, que preveem custos extras a cada 100kWh consumidos nas bandeiras amarelo e vermelha.

Com isso, conseguir reduzir em 10,4% no consumo mensal de uma conta de energia, sem influenciar na qualidade de vida e nas atividades rotineiras, através de simples recursos de um projeto de Automação Residencial, é um grande feito, principalmente porque é uma consequência obtida de forma pouco perceptível através de um sistema que os clientes têm como motivo maior de adesão a finalidade do conforto, praticidade e segurança.

Percentualmente, os valores mostram redução de 9% nos equipamentos elétricos, influenciados neste estudo de caso exclusivamente pelos condicionadores de ar da residência, através da criação de cenas que otimizassem seu tempo de uso. No entanto, existem diversas possibilidades de

aplicações não especificadas nesse trabalho em virtude do amplo conhecimento necessário, que também influenciam no aspecto econômico, como recursos de irrigação de jardim, filtragem da água da piscina e outros.

A área de maior impacto nesse estudo de caso foi a Iluminação, com redução de 35% do consumo, influenciados principalmente pela criação de cenas programadas que evitassem o desperdício de energia em momentos que não havia necessidade de iluminação, e pela dimerização das lâmpadas, que reduziu a luminosidade de forma a não gerar grande impacto visual, mas que otimiza o consumo e influencia conseqüentemente no aumento da vida útil das lâmpadas.

Esse estudo de caso serve também de fundamentação para a aplicação dessa análise em outras áreas, como ambientes corporativos ou educacionais, que além de apresentarem dimensões muito maiores, consomem energia durante todo o dia. Ou seja, se comparado, em suas devidas proporções, uma redução de 10,4% no consumo de uma conta residencial e uma corporativa, o impacto financeiro se torna também muito maior. Além disso, são ambientes que estão mais propícios no mercado atual a aderirem a automação, visto que em virtude da grande quantidade de salas e equipamentos, se torna muito mais prático a utilização de um sistema de automação que controle esses artifícios a fim de promover maior comodidade e segurança.

Além disso, é importante ressaltar a participação do arquiteto nesse processo. Um bom projeto de Automação Residencial precisa conversar com um bom projeto de Arquitetura de Interiores, desde o projeto de iluminação, circuito e pontos elétricos, até um projeto de marcenaria. Em virtude disso, cada vez mais são os arquitetos que têm tido o papel de convencer e valorizar os benefícios da automação residencial na arquitetura de interiores para os clientes, assim como são eles os responsáveis por passar ao responsável técnico do projeto de automação a rotina e as necessidades dos recursos a serem instalados. Ou seja, o arquiteto é quem deve também ser consciente desses benefícios econômicos que podem ser alcançados através de recursos que otimizem o consumo de energia elétrica, e utilize esse argumento como mais um fator relevante para a valorização da Automação Residencial.

"No futuro, casas inteligentes serão conscientes a respeito das coisas que acontecem dentro das mesmas, impactando em aspectos como utilização inteligente de recursos, segurança e conforto" (BARBOZA, 2015).

O que se conclui, é a ideia de que esse futuro está cada vez mais próximo. As casas inteligentes já são tendência no mundo todo, inclusive no Brasil, e os conceitos de sustentabilidade e utilização inteligente dos recursos estão cada vez mais em alta. O ponto negativo a princípio foi o alto investimento inicial, no entanto, as tecnologias têm se aperfeiçoado e se desenvolvido tão rápido, que tornou esses equipamentos cada vez mais acessíveis. Contudo, a medida que essa tecnologia passe a se expandir entre os projetos de arquitetura, é importante expandir o conhecimento sobre a automação, seus benefícios, recursos e aplicações, a fim da valorização de um projeto tanto no aspecto funcional, como estético e sustentável.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. C. M. L. D.; SILVA, D. R. C. **Introdução a Automação Residencial**. DCA UFRN, Abril 2011. Disponível em: <https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_9.pdf>. Acesso em: 12 Novembro 2018.

AURESIDE. Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial. **AURESIDE**, 2018. Disponível em: <<http://www.aureside.org.br/>>. Acesso em: 29 Outubro 2018.

BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. D. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BARBOZA, L. C. **Modelo de Arquitetura baseado em um Sistema de Internet das Coisas aplicada a Automação Residencial**, São Carlos, 2015.

BIGARELLI, B. **Entenda o que é a tarifa branca na conta de luz e como você pode economizar com ela**. Época Negócios, 08 Novembro 2017. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Dinheiro/noticia/2017/11/entenda-o-que-e-tarifa-branca-na-conta-de-luz-e-como-voce-pode-economizar-com-ela.html>>.

BOAVENTURA, J. M. G.; FISCHMAN, J. A. **Um método para cenários empregando stakeholder analysis: um estudo no setor de automação comercial**. Revista de Administração da USP, 2007. 141-154.

BRIDGEAUDIO. **Conceito de Automação Residencial (domótica)**. Bridgeaudio, 12 Janeiro 2015. Disponível em: <<https://bridgeaudio.company/2015/01/12/conceito-de-automacao-residencial-domotica/>>. Acesso em: 04 Novembro 2018.

BUTTLER, P. **CSO magazine from International Data Group**. IDG, 2017. Disponível em: <<https://www.idg.com/news>>.

CARVALHO, J. O. F. D. **O papel da interação humano-computador na inclusão digital**. LeleFabiane, 2003. Disponível em: <<http://lelefabiane.tripod.com/sitebuildercontent/sitebuilderfiles/texto.pdf>>. Acesso em: 02 Novembro 2018.

EMPALUX. **Informações Luminotécnicas**. Empalux. Disponível em: <<http://www.empalux.com.br/?a1=l>>. Acesso em: 01 Dezembro 2018.

ENERGISA. **Dados**. Energisa. Disponível em: <<https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/dicas/norma/Dados.pdf>>. Acesso em: 24 Novembro 2018.

ENGEDUCA. **O que são sistemas de Automação Predial**. Engeduca, 2017. Disponível em: <<https://engeduca.com.br/sistemas-de-automacao-predial/>>.

EVANS, D. **A Internet das Coisas: Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo**. Cisco, 2011. Disponível em:

<https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf>. Acesso em: 02 Novembro 2018.

FONEPLAN. **O que é Automação Residencial?** Foneplan, 20 Jan 2015. Disponível em: <<http://foneplan.com.br/blog/automacao-residencial/o-que-e-automacao-residencial/>>.

FONSECA, C. B. D. et al. **Internet das Coisas**. Github, 2013. Disponível em: <<https://github.com/lohmandouglas/lot-Compute-Voce-Mesmo>>. Acesso em: 13 Novembro 2018.

GOEKING, W. **Memória da Eletricidade**. O Setor Elétrico, Maio 2010. 70-77.

HEWETT, T. T. et al. ACM SIGCHI **Curricula for Human-Computer Interaction**. ACM, 1992. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2594128>>. Acesso em: 12 Outubro 2018.

ILUMINIM. **Iluminim**, 2018. Disponível em: <<https://www.iluminim.com.br/>>.

INSTITUTO DA TRANSFORMAÇÃO. **Internet das coisas é chave para o futuro do Brasil**. Instituto da Transformação, 13 Maio 2018. Disponível em: <https://www.institutodatrasmformacao.com.br/as-transformacoes/noticias/internet-das-coisas-e-chave-para-o-futuro-do-brasil?gclid=Cj0KCQjwIK7cBRCnARIsAJiE3Mg5EKX9dSyHFi5NstdRdWM2ZlyXaCU6VAOi-QovTqrSyfkmcMbscvcaAhUDEALw_wcB>. Acesso em: 08 Novembro 2018.

LIMBERGER, M. A. **Estudo da tarifa branca para classe residencial pela medição de consumo de energia e de pesquisa de posses e hábitos**. PUC RJ, Abril 2014. Disponível em: <http://www.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/1121833_2014_completo.pdf>.

MACKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **THE INTERNET OF THINGS: MAPPING THE VALUE BEYOND THE HYP**. MCKinsey, 2015. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/Unlocking_the_potential_of_the_Internet_of_Things_Executive_summary.ashx>. Acesso em: 12 Dezembro 2018.

MARTINS, G. D.; FREITAS, D. M. D. **Automação Residencial no Gerenciamento de Energia utilizando Arduino**. Slide Share, 2013. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/gu_elastico/automao-residencial-no-gerenciamento-de-energia-utilizando-arduino>. Acesso em: 15 Novembro 2018.

MOORE, G. A. **Crossing the Chasm: Marketing and Selling Disruptive Products to Mainstream Customers**. Harper Collins, 2006. Disponível em: <<https://www.harpercollins.com/9780062292988/crossing-the-chasm-3rd-edition/>>. Acesso em: 17 Dezembro 2018.

MURATORI, J. R.; DAL BÓ, P. H. **Automação Residencial: Conceitos e Aplicações**. 2ª. ed. Belo Horizonte: Educere Editora, 2014.

NEOCONTROL. **Como a dimerização de LED pode tornar seus projetos mais eficientes?** Neocontrol. Disponível em: <<https://www.neocontrol.com.br/news/como-economizar-com-dimerizacao-de-led/>>. Acesso em: 20 Novembro 2018.

NUWER, R. **Conheça os empregos ameaçados pela automação (e os novos que surgirão).** BBC Brasil, 07 Agosto 2015. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/08/150806_vert_fut_maquinas_empregos_ml>. Acesso em: 25 Outubro 2018.

O'DWYER, M. **Internet of Things 101 - IoT Device, Authentication Explained.** Ipswitch, 2018. Disponível em: <<https://blog.ipswitch.com/internet-of-things-101-iot-device-authentication-explained>>. Acesso em: 03 Dezembro 2018.

PINOCHET, L. H. C. **Tecnologia da Informação e Comunicação.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

PONTO FRIO. **Home Theater LG DH4130S 5.1 Canais com DVD Player, Karaokê, Entrada USB e Cabo HDMI – 330 W.** Ponto Frio, 2018. Disponível em: <https://www.pontofrio.com.br/tv-video/HomeTheater/aparelhosHomeTheater/home-theater-lg-dh4130s-5-1-canais-com-dvd-player-karaoke-entrada-usb-e-cabo-hdmi-330-w-2485204.html?gclid=CjwKCAiAlb_fBRBHEiwAzMeEdsfQ35BVDcmrTBkAr5Hocel_bTGzGf5RIhKbOn2rDa7xRVUk4c2fP>.

PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. **Introdução à Teoria e Prática da Interação Humano-Computador fundamentada na Engenharia Semiótica.** Jornadas de Atualização em Informática, Janeiro 2007. 263-326.

PRESS, G. **Internet of Things By The Numbers: Market Estimates And Forecasts.** Forbes, 2014. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/08/22/internet-of-things-by-the-numbers-market-estimates-and-forecasts/#2119cb89b919>>. Acesso em: 10 Novembro 2018.

REDAÇÃO DO FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. **O que é Automação Residencial.** Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura, 2015. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=11&Cod=980>>. Acesso em: 22 Outubro 2018.

REDAÇÃO DO FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. **Automação: Confira os benefícios para empresas e residências.** Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura, 2017. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=11&Cod=2143>>. Acesso em: 25 Outubro 2018.

REDAÇÃO DO FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. **Conceito de Automação Residencial (domótica).** Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura, 2017. Disponível em:

<<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=11&Cod=2105>>.
Acesso em: 01 Novembro 2018.

SANTOS, B. P. et al. **Internet das Coisas: da Teoria à Prática**. DCC UFMG, 08 Maio 2017. Disponível em: <<https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>>.
Acesso em: 12 Novembro 2018.

SERAFIM, M. **Interface Homem-Máquina**. Ergonomia Aplicada, 11 Outubro 2007. Disponível em: <<http://ergonomiaaplicada.blogspot.com/2007/10/interface-homem-mquina.html>>.

SGT. **Tarifa Branca**. Agência Nacional de Energia Elétrica, 24 Novembro 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/tarifa-branca>>.

SHNEIDERMAN, B. **Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction**. Addison-Wesley Publishing, Massachussets, 1992. 573.

SILVA, L. J. **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: INTERNET DAS COISAS**. UNISUL, 2017. Disponível em: <<https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/3940/TCC%20FINAL%20LEANDRO%20JAMIR%20SILVA.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 18 Novembro 2018.

TEZA, V. R. **ALGUNS ASPECTOS SOBRE A AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL - DOMÓTICA**. Repositório UFSC, 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/83015>>. Acesso em: 14 Novembro 2018.

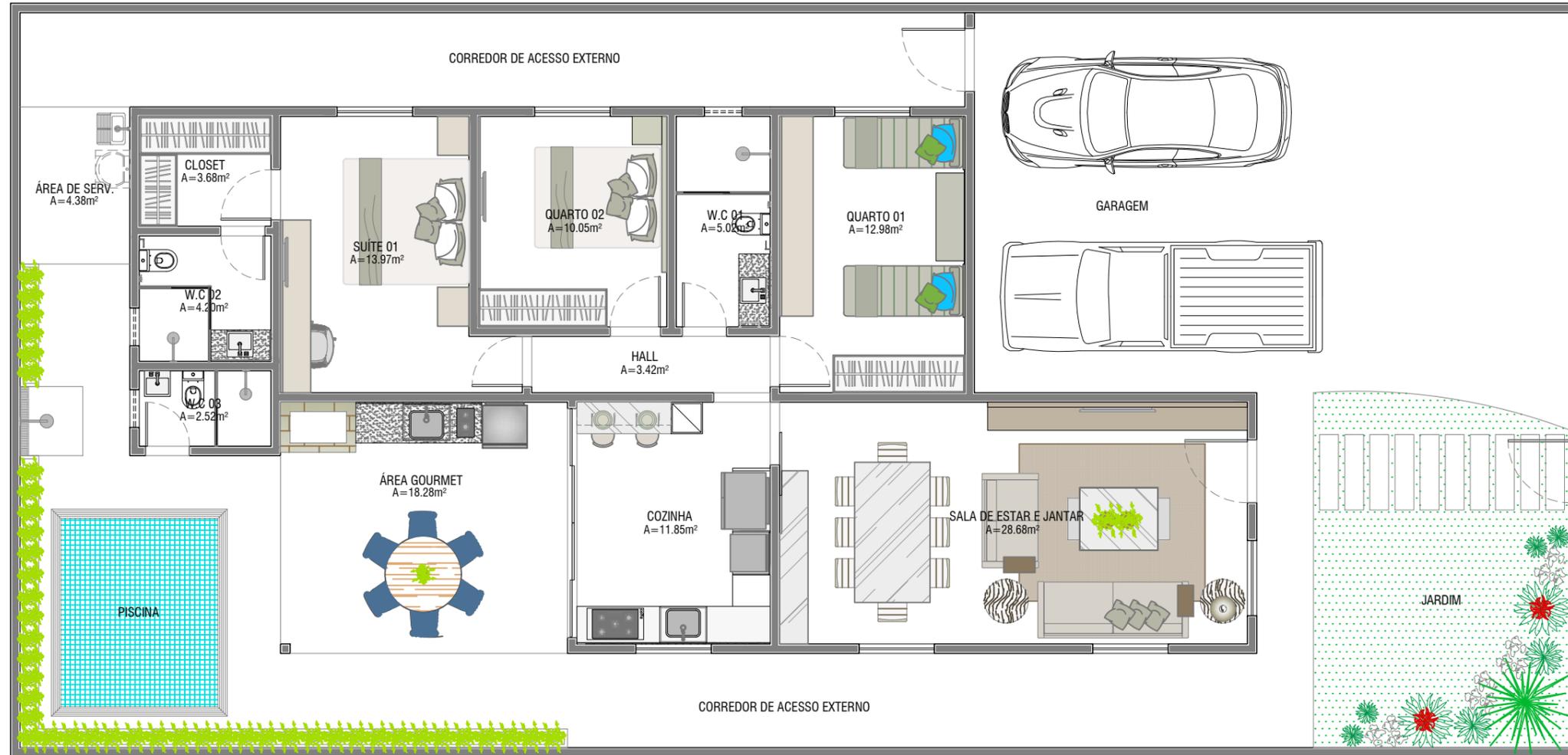
VIANA, D. **História e Evolução dos Computadores**. Toda Matéria, Setembro 2018. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/historia-e-evolucao-dos-computadores/>>.

VILLIUS, U. **The Internet of Everything—Efficiency and Enchantment**. Medium, 16 Fevereiro 2015. Disponível em: <<https://medium.com/@Vistatecglobal/the-internet-of-everything-efficiency-and-enchantment-271c1549440f>>. Acesso em: 01 Novembro 2018.

VOITILLE, N. **Visão Geral e uso da Automação**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=11&Cod=1887>>.

APÊNDICES

APÊNDICE A: PLANTA BAIXA DE LAYOUT

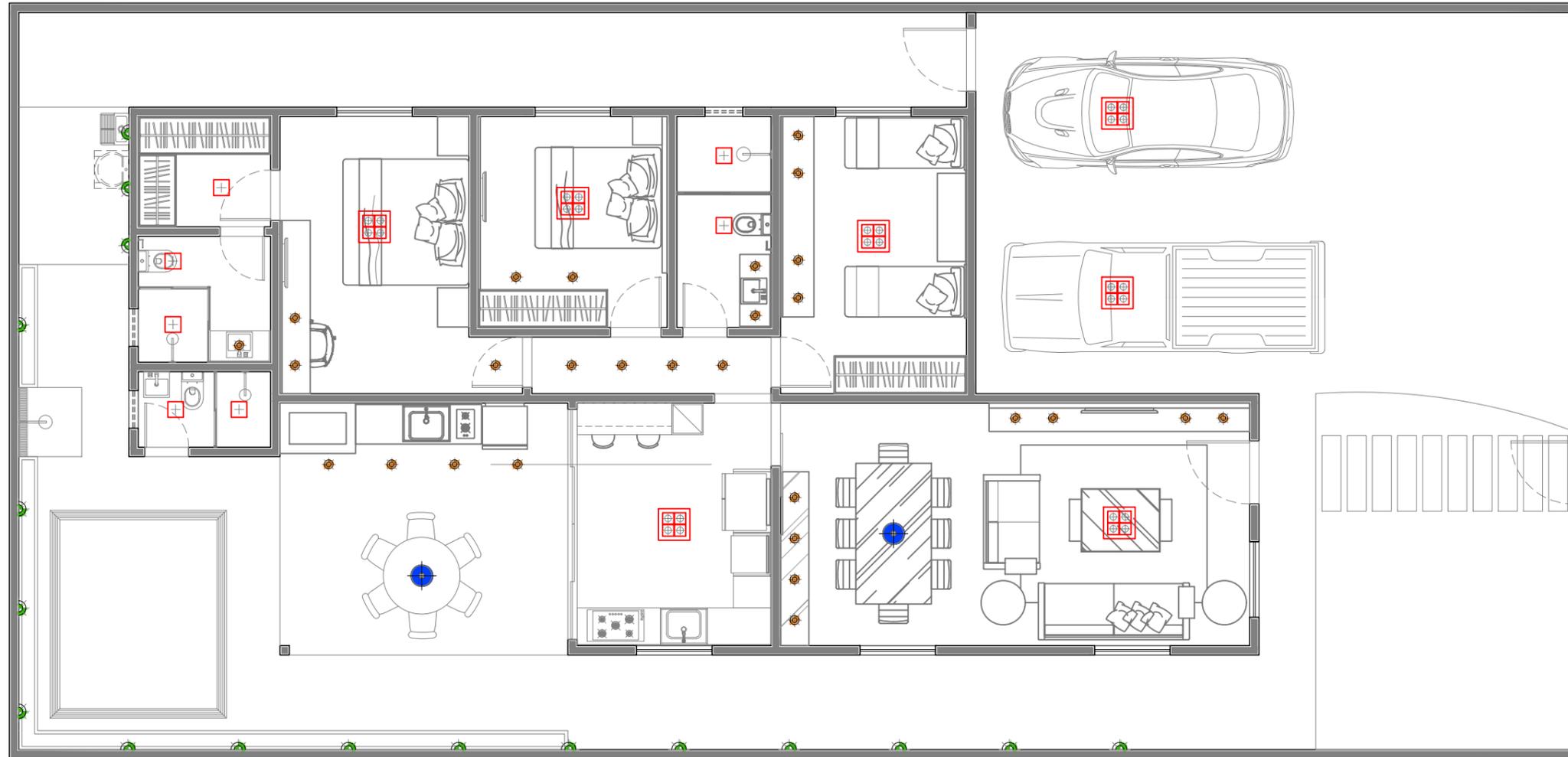


PLANTA BAIXA DE LAYOUT

ESC: 1/100

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO		
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO		
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	ORIENTADOR: FABIANA AQUINO DE M. REGO	DATA: JANEIRO/2019
AUTOR: ANA BEATRIZ GOMES SISTE	CÓDIGO: 1413133	ESCALA: 1/100
DESENHO: PLANTA BAIXA DE LAYOUT		PRANCHA: 01/03

APÊNDICE B: PLANTA BAIXA DE LUMINOTÉCNICA

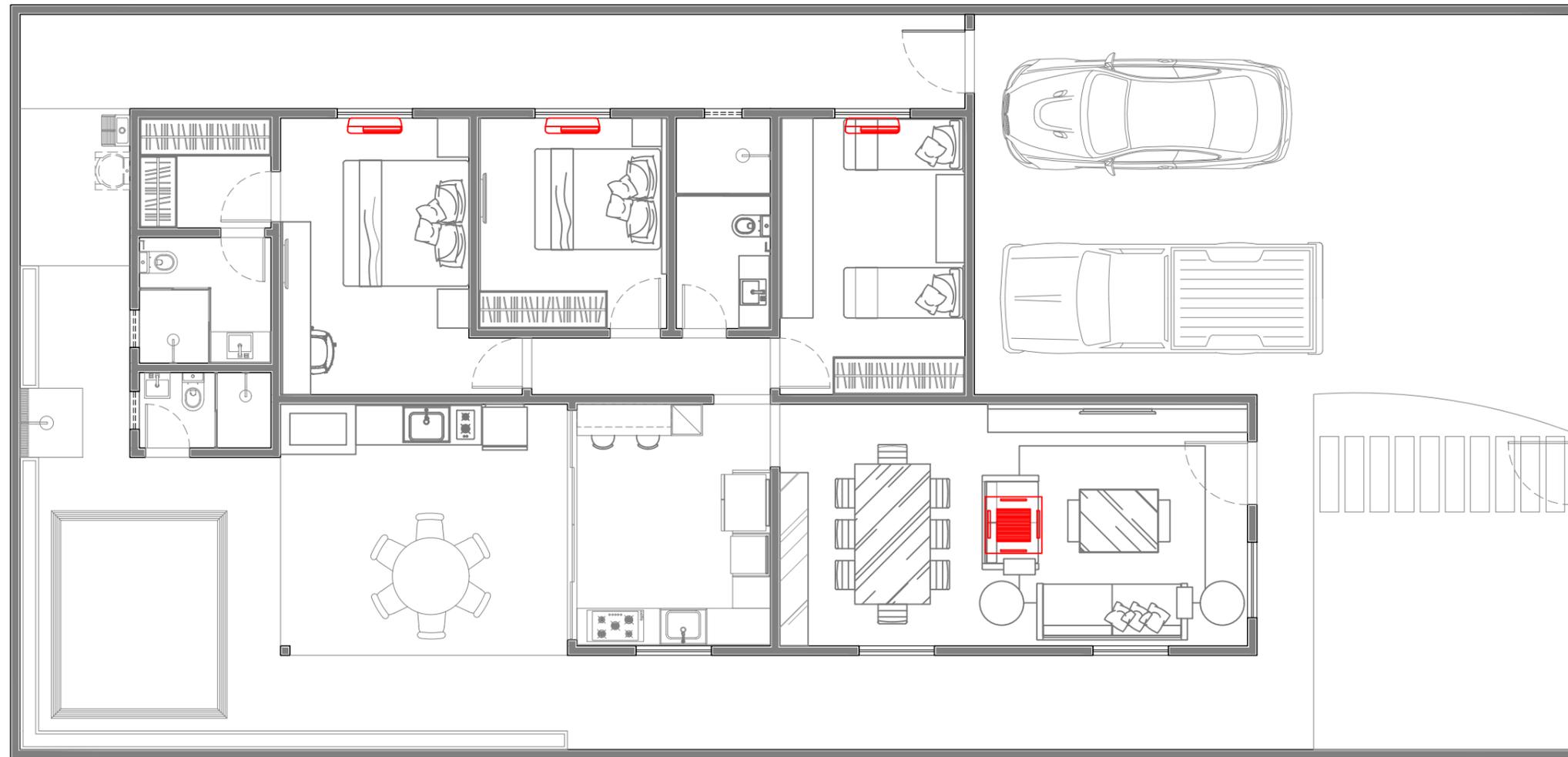


PLANTA BAIXA DE LUMINOTÉCNICA
 ESC: _____ 1/100

LEGENDA DE ILUMINAÇÃO		
SIMB.	DESCRIÇÃO	QTDD.
	SPOT LED DICRÓICA	30
	ARANDELAS	14
	PENDENTE	02
	PLAFON 40x40	07
	PLAFON 17x17	06

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO		
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO		
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	ORIENTADOR: FABIANA AQUINO DE M. REGO	DATA: JANEIRO/2019
AUTOR: ANA BEATRIZ GOMES SISTE	CÓDIGO: 1413133	ESCALA: 1/100
DESENHO: PLANTA BAIXA DE LUMINOTÉCNICA		PRANCHA: 02/03

APÊNDICE C: PLANTA BAIXA DE PONTOS DE AR
CONDICIONADO



PLANTA BAIXA DE PONTOS DE AR CONDICIONADO
 ESC: 1/100

LEGENDA AR CONDICIONADO		
SIMB.	DESCRIÇÃO	QTDD.
	AR CONDICIONADO SPLIT	03
	AR CONDICIONADO SPLIT CASSETE	01

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO		
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO		
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	ORIENTADOR: FABIANA AQUINO DE M. REGO	DATA: JANEIRO/2019
AUTOR: ANA BEATRIZ GOMES SISTE	CÓDIGO: 1413133	ESCALA: 1/100
DESENHO: PLANTA BAIXA DE PONTOS DE AR CONDICIONADO		PRANCHA: 03/03