



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE
BACHARELADO EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

Matheus Vinícius Falcão Moreira

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO
VISANDO A REDUÇÃO DOS GASTOS COM ENERGIA ELÉTRICA EM
RESIDÊNCIAS**

Feira de Santana- BA

2018

MATHEUS VINÍCIUS FALCÃO MOREIRA

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO
VISANDO A REDUÇÃO DOS GASTOS COM ENERGIA ELÉTRICA EM
RESIDÊNCIAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade do Centro de Ciências e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial à conclusão do curso.

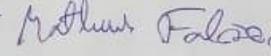
Orientador: Prof. Dr. Francis Valter Pêpe França.

Feira de Santana - BA

2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

1 UFRB - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
2 CAMPUS FEIRA DE SANTANA
3 CETENS - CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE
4
5
6
7
8 ATA DE AVALIAÇÃO de TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC) DO(A)
9 DISCENTE.....MATHEVS VINÍCIUS FALCÃO MOREIRA
10 do BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE. No
11 QUANTO dia, do mês de ABRIL do ano de 2018, foi
12 avaliado o trabalho
13 intitulado...ESTUDO DA VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE SIS-
14 TEMAS DE AUTOMAÇÃO VISANDO A REDUÇÃO DOS GASTOS COM
15 ENERGIA ELÉTRICA EM RESIDÊNCIAS orientado pelo(a) professor
16 (a) FRANCIS VALTER PÊRE FRANÇA, e avaliado pela banca
17 examinadora composta pelos
18 professores FRANCIS VALTER PÊRE FRANÇA, JOÃO LUIZ
19 CARNEIRO CARVALHO, ALGEIA PRAZERES SAMPAIO.
20
21 Após exposição do discente e apreciação da banca o trabalho foi APROVADO
22 com nota 8,8 (DITO PONTOS E DITO DEZES). Encerrada a atividade, foi lavrada e assinada esta
23 Ata, por mim, professor(a) orientadora do discente e pelos presentes.

FRANCIS VALTER PÊRE FRANÇA - 
JOÃO LUIZ CARNEIRO CARVALHO - 
ALGEIA PRAZERES SAMPAIO - 
MATHEVS VINÍCIUS FALCÃO MOREIRA - 

AGRADECIMENTOS

A meu pai, por todo apoio e suporte que me deu desde o princípio da minha jornada acadêmica. A minha esposa, por todos os momentos que me apoiou e me deu forças para completar esta caminhada. A minha Avó, por todas as vezes em que me encheu de esperança. A meus amigos, pelos conselhos e conversas que tanto me incentivaram. Bem como a todos os docentes que de alguma forma agregaram positivamente na minha formação, em especial ao meu orientador Francis Valter Pêpe França pelo direcionamento e confiança estabelecidos em mim no decorrer deste trabalho.

Dedico este trabalho aos meus amigos e familiares, e em especial a minha esposa, que muito colaboraram para sua realização.

“Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas”.

(CARL SAGAN)

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise do impacto gerado no consumo de energia elétrica através da implantação de um sistema de automação em uma residência. O sistema de automação proposto seria responsável por gerenciar os equipamentos eletrônicos e o sistema de iluminação da casa. Foi dimensionada uma residência hipotética de maneira arbitrária, como um dos objetos de estudo desta pesquisa, para que fosse possível estimar os níveis de consumo de energia desta residência com e sem o sistema de automação proposto, que foram de 348,21 kWh/mês e 331,02 kWh/mês, respectivamente. Com isso, foi possível estimar uma redução percentual de cerca de 5% no consumo de energia desta residência. Além disso, foi investigado o tempo de retorno do investimento com o sistema de automação proposto e encontrado um *Payback* em torno de 23 meses. O sistema de automação proposto possibilita uma redução no consumo de energia elétrica de uma dada residência sem comprometer, impactar ou racionar os hábitos dos usuários com utilização da energia elétrica, apenas tornando seu consumo mais eficiente, minimizando possíveis momentos de desperdício de energia. Por fim, pode-se verificar o nível de viabilidade na implantação do sistema de automação proposto. Como a residência deste estudo foi definida arbitrariamente, é possível estipular que os resultados encontrados para esta possam ser extrapolados e adaptados à outras residências com singularidades distintas.

Palavras-chave: Automação Residencial, Arduino, Economia de Energia, Consumo de Energia, Standby.

ABSTRACT

This work presents an analysis of the impact generated, in the consumption of electric energy, through the implementation of an automation system in a residence. The proposed automation system would be responsible for managing the electronic equipment of the house and its lighting system. A hypothetical residence was designed in an arbitrary way as one of the objects of study of this research, so that it was possible to estimate the energy consumption levels of this residence with and without the proposed automation system, which were 348.21 kWh / month and 331.02 kWh / month, respectively. With this, it was possible to estimate a percentage reduction of about 5% in the energy consumption of this residence. In addition, it was investigated the time of return of the investment with the proposed automation system and found a Payback around 23 months. The proposed automation system allows a reduction in the consumption of electric energy of a given residence, without compromising, impacting or rationing the habits of users with the use of electric energy, only making their consumption more efficient, minimizing possible moments of wasted energy. Finally, it is possible to verify the level of feasibility in the implementation of the proposed automation system. As the residence of this study was defined arbitrarily, it is possible to stipulate that the results found for this study can be extrapolated and adapted to other residences with different singularities.

Key-words: Residential automation, Arduino, electric power saving, power consumption, Standby.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre a Domótica e a Robótica	17
Figura 2 - Sensores e Atuadores	23
Figura 3 - Arduino UNO	24
Figura 4 - Microcontrolador PIC	25
Figura 5 - Kit de desenvolvimento para Microcontroladores da família PIC	26
Figura 6 - Sensor de luminosidade LDR	27
Figura 7 - Módulo relé de 5V	27
Figura 8 - Sensor de corrente invasivo	28
Figura 9 - Sensor de corrente não invasivo	28
Figura 10 - Gráfico comparativo entre consumo ativo e em Standby	35
Figura 11 - Gráfico comparativo do consumo no modo ativo e em Standby	36
Figura 12 - Gráfico comparativo entre os períodos de utilização de cada modo de atividade	37
Figura 13 - Esquema do sistema de automação residencial proposto	40
Figura 14 - Gráfico comparativo do consumo e custo com energia elétrica de uma residência	42
Figura 15 - Gráfico do tempo de retorno do investimento	44
Figura 16 - Tabela NBR5413	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de energia elétrica dos equipamentos eletrônicos no modo ativo.....	34
Tabela 2 - Consumo de energia elétrica dos equipamentos eletrônicos no modo Standby.....	35
Tabela 3 - Consumo mensal de energia elétrica com iluminação	38
Tabela 4 - Consumo de energia elétrica da residência com e sem o sistema de automação	41
Tabela 5- Custos do sistema de automação proposto	43
Tabela 6 - Estimativa do consumo de energia elétrica	50
Tabela 7 - Dados de consumo médio de cafeteiras	51
Tabela 8 - Dados de consumo médio de computadores	51
Tabela 9 - Dados de consumo médio de lavadoras de roupas	51
Tabela 10 - Dados de consumo médio de micro-ondas.....	52
Tabela 11 - Dados de consumo médio de aparelhos de som.....	52
Tabela 12 - Dados de consumo médio de televisões LCD	52
Tabela 13 - Dados de consumo médio de videogames.....	53
Tabela 14 - Estimativa de consumo médio mensal de acordo com uso hipotético	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	16
2.1 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL – DOMÓTICA	16
2.1.1 Tipos de automação residencial	17
2.2 ENERGIA ELETRICA	18
2.2.1 Modo Standby	18
2.2.2 Iluminação residencial	20
2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	21
2.4 MICROCONTROLADORES E SENSORES	21
2.4.1 Arduino	23
2.4.2 PIC	24
2.4.3 Sensor LDR	26
2.4.4 Relés	27
2.4.5 Sensor de corrente	28
3 METODOLOGIA	29
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1 ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA RESIDENCIAL COM ILUMINAÇÃO E APARELHOS ELETRÔNICOS	32
4.1.1 Simulação dos gastos	33
4.1.2 Simulação do consumo dos equipamentos em modo Standby	33
4.1.3 Simulação do consumo com iluminação	37
4.2 SISTEMA DE GESTÃO DOS APARELHOS EM MODO STANDBY E GERENCIAMENTO DA ILUMINAÇÃO	38
4.2.1 Impactos esperados pela utilização do sistema	41
4.2.2. Custos do sistema de automação proposto	42
4.2.3. Análise do nível de viabilidade do sistema proposto	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

APÊDICE A – SIMULAÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA RESIDÊNCIA HIPOTÉTICA	50
ANEXO A – ESTIMATIVAS DE CONSUMO MÉDIO DOS EQUIPAMENTOS EM MODO STANDBY	51
ANEXO B – TABELA DE ESTIMATIVA DE CONSUMO MÉDIO MENSAL DE ELETRODOMÉSTICOS DE ACORDO COM USO HIPOTÉTICO	54
ANEXO C – TABELA NBR5413 DA ILUMINÂNCIA DE INTERIORES	57

1. INTRODUÇÃO

A presente monografia tem como tema a utilização de sistemas de automação residencial visando um consumo mais eficiente e inteligente da energia elétrica neste seguimento.

Na atualidade, garantir ações sustentáveis para o uso da energia elétrica é fundamental. No senso comum, observa-se que existe o interesse em desenvolver ações nesta direção. Entretanto a falta de conhecimento técnico, entre outros aspectos, impede que efetivamente o uso mais eficiente de energia se concretize, revelando assim a importância de estudos que aprofundem o gerenciamento inteligente da energia elétrica.

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Conservação de Energia – ABESCO, cerca de 10% da energia elétrica produzida no Brasil é desperdiçada anualmente. Portanto existe uma necessidade de redução do consumo dessa energia. Ainda segundo a ABESCO (2015), o maior potencial de redução está no seguimento residencial brasileiro, onde a mesma estima uma possível redução de cerca de 15% da energia consumida por este setor.

Diversas medidas governamentais foram realizadas na tentativa de mitigar estas taxas de desperdício, o que representa uma perda econômica de cerca de R\$ 12 bilhões ao ano de energia desperdiçada. Segundo o presidente da ABESCO (2015), existe ainda o impacto ambiental que poderia ser evitado, gerando uma menor interferência no meio ambiente, por conta da não sobrecarga na matriz de produção de energia elétrica nacional, o que por sua vez resultaria numa menor necessidade do acionamento de usinas termelétricas, as quais segundo Rosa (2007) podem gerar grandes níveis de poluição na atmosfera em decorrência dos combustíveis fósseis utilizados para alimentar estas usinas. Este cenário influencia diretamente a existência de diversos programas governamentais visando uma redução do desperdício de energia e aumento da eficiência energética.

O PROCEL (Programa Nacional de Eficiência Energética) é um destes programas que colaboram para o aumento da eficiência de produtos e serviços, onde este induz um aperfeiçoamento tecnológico dos bens produzidos, pois cataloga os níveis de eficiência destes, através do Selo PROCEL.

Na tentativa de mitigar as taxas de desperdício de energia no seguimento residencial, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL sugere algumas

dicas para combater este desperdício e conseqüentemente diminuir o consumo de energia elétrica, resultando numa redução na conta de luz. Algumas destas dicas para o uso racional de energia são: dar preferência para o uso da luz natural durante o dia, apagar as luzes ao sair de algum cômodo, não dormir com aparelhos de televisão ligados e utilizar eletrodoméstico com maiores níveis de eficiência pelo Selo PROCEL.

Porém, mesmo com estas diversas sugestões apresentadas, existe ainda uma grande dificuldade no gerenciamento do consumo diário residencial de energia, seja por falta de informação técnica suficiente ou apenas por maus hábitos de uso dos aparelhos eletrônicos. Segundo Costa (2016), os estudos realizados nesta área destacam que o comportamento do usuário representa o aspecto com maior potencial para a construção de práticas que influenciem na redução do consumo energético. Nesta direção, este trabalho resgata o estudo sobre o uso e funcionalidade da Domótica.

O conceito da Domótica surge ligado a implementação de tecnologia em residências, basicamente utilizando dispositivos eletrônicos ou eletroeletrônicos com alguns objetivos, desde melhorias na qualidade de vida, aumento de segurança, e até mesmo a proporcionar um uso mais eficaz dos recursos disponíveis aos usuários (SGARBI, 2006).

Com isso, esta pesquisa busca solucionar as seguintes questões: Como moderar as taxas de desperdício de energia elétrica nas residências brasileiras? É possível utilizar a Domótica a fim de maximizar esse aproveitamento energético? É viável a implantação de conceitos da Domótica na busca pela redução do consumo de energia?

As seguintes hipóteses foram levantadas para o desenvolvimento desta monografia: É possível obter reduções significativas no consumo de energia elétrica residencial, através da utilização de conceitos da Domótica. É economicamente viável a implementação de sistemas simples de automação em residências de, no mínimo, classe média.

Considerando estas hipóteses o objetivo geral deste trabalho é analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de automação residencial. Este objetivo é desdobrado nos seguintes objetivos específicos: 1. Identificar as tecnologias atuais de automação residencial; 2. Mensurar os gastos médios, com energia elétrica, de uma residência com e sem a adoção de um sistema de

automação. 3. Calcular o payback de um sistema de automação e descrever os benefícios da sua implantação.

Para tanto, aborda-se, no Capítulo 1, a introdução sobre os sistemas de automação residencial e o consumo de energia elétrica, além de abordar as hipóteses e os objetivos definidos para esta pesquisa.

No Capítulo 2, trata-se de definir as teorias fundamentais que foram consultadas para a elaboração desta pesquisa, abordando os principais autores utilizados como fonte deste trabalho.

No Capítulo 3, é descrita a metodologia utilizada na execução desta pesquisa, bem como é descrita as tipologias textuais nas quais este trabalho se inclui.

No Capítulo 4, são abordados e analisados os dados da estimativa do consumo de energia elétrica residencial, além de fazer uma análise sobre os custos da implantação do sistema de automação proposto e os impactos da utilização do mesmo no consumo de energia mensal.

No Capítulo 5, são feitas as considerações finais sobre o sistema de automação proposto, os impactos gerados pela implantação do mesmo, o tempo de Payback do investimento e estipulado os impactos que poderiam ser gerados se este sistema de automação fosse amplamente utilizado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

Neste capítulo será abordado o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento desta monografia, bem como os pontos-chaves que foram levantados e investigados no decorrer desta pesquisa, levando em conta os aspectos de maior relevância no âmbito do tema de estudo proposto através deste.

2.1. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL – DOMÓTICA

Segundo Bolzani (2004), a Domótica é um mecanismo avançado da engenharia moderna dos sistemas prediais e dos equipamentos conectados a eles. A fim de tornar as residências mais inteligentes, a ponto de automatizar processos repetitivos, pode-se utilizar sistemas de controle automático em uma residência ou edifício, associando a estes o emprego de novas tecnologias.

O uso de processos automatizados em escritórios, casas e apartamentos é definido e retratado principalmente como Automação Residencial, podendo também ser identificado por termos similares, tais quais, Automação Doméstica ou Domótica (TEZA, 2002).

Segundo Sgarbi (2007) o sistema responsável por controlar, integrar e automatizar os equipamentos dispostos em uma residência é o sistema domótico, onde o mesmo é composto por diversos componentes, como os atuadores, sensores, controladores, rede de dados e interface com usuário.

Uma das partes fundamentais de uma residência inteligente são os equipamentos eletroeletrônicos chamados de dispositivos inteligentes (DIs), pois estes exercem funções além das quais foram programados para realizar, agregam software e hardware extras que lhes resulta em recursos adicionais, permitindo o controle, o gerenciamento remoto e sua interconexão em rede (BOLZANI, 2004).

De acordo com Bolzani (2004) os sensores e atuadores são componentes do sistema domótico, que correspondem a interface da residência automatizada com o meio físico. No sistema domótico, os sensores têm a função de transformar parâmetros físicos, como a temperatura, umidade ou outras informações, em pulsos elétricos específicos para que o controlador do sistema possa analisar e tomar ações necessárias, enquanto que os atuadores se encarregam de receber os comandos enviados a partir do controlador do sistema, alterando suas características conforme o comando elétrico recebido, e estes por sua vez são

componentes eletromecânicos que são interligados, diretamente ou entre subsistemas, entre si.

Ainda de acordo com os estudos elaborados por Bolzani (2004), existe uma relação interna entre a automação residencial e a domótica, bem como entre a automação industrial e a robótica, e externamente as duas se assemelham, cada qual com suas particularidades, porém obedecendo internamente as mesmas estruturas. Este comparativo das ligações entre a Domótica e a Robótica pode ser visto na figura 1.

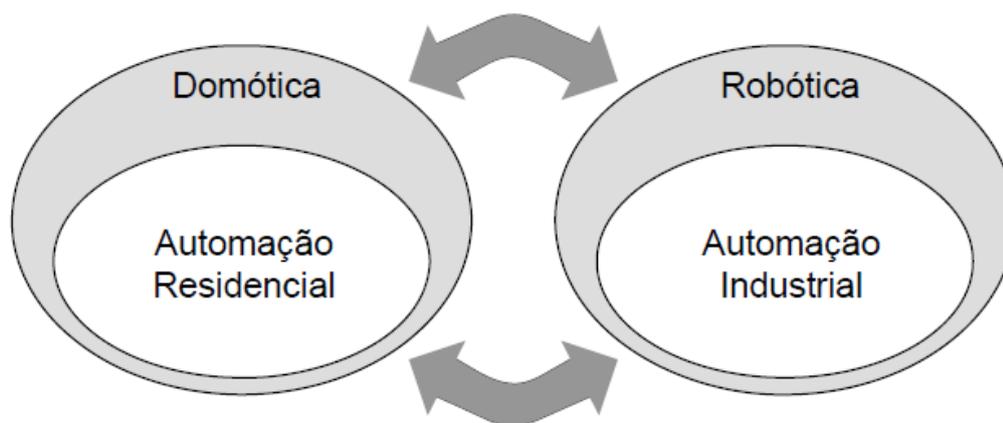


Figura 1 - Relação entre a Domótica e a Robótica

(Fonte: BOLZANI, 2004)

2.1.1. Tipos de automação residencial

As classificações dos sistemas vinculados no processo de Automação Residencial se dão em três níveis de interação, onde o grau de complexidade está atrelado ao nível de automatização dos sistemas e a taxa na qual o usuário terá que inter-relacionar-se com o sistema (TEZA, 2002).

Teza divide e caracteriza os três tipos de sistemas de Automação Residencial em:

- I. Sistemas Autônomos – são sistemas que podem ativar ou desativar um equipamento específico segundo uma programação pré-definida, porém cada subsistema ou equipamento é tratado independente, não havendo interação entre dois dispositivos distintos.
- II. Integração de Sistemas – são os sistemas programados para ter diversos subsistemas integrados a um controlador, porém seus subsistemas não alteram as funções nativas de cada dispositivo, mas

essencialmente age simplesmente como um controle remoto estendido a locais distintos.

- III. Residência Inteligente – são os sistemas planejados e personalizados individualmente desde o início para funcionar de acordo com uma programação desejada, mas este depende de uma integração e de uma comunicação direta entre todos os subsistemas envolvidos na residência para ter um desempenho preciso.

2.2. ENERGIA ELÉTRICA

A energia é necessária para garantir o funcionamento de diversos meios de produção ao mesmo tempo que é fundamental para garantir uma melhor qualidade de vida nas sociedades. Isto ocorre por conta da infinidade de serviços que podem ser realizados utilizando da energia como facilitadora, como para: iluminação, mobilidade, esfriamento e aquecimento. O avanço tecnológico possibilitou o surgimento de aparelhos cada vez mais modernos, que podem realizar mais funções com um menor uso de energia para tal (MENKES, 2004).

A partir da transformação da energia de fontes primárias presentes no planeta, é obtido uma forma de energia a qual é denominada de energia elétrica (FREITAS, ZANCAN, 2010). No cenário atual de desenvolvimento, a energia elétrica tem destaque perante outras formas energéticas justo, essencialmente, aos benefícios da sua facilidade de transporte, simplicidade de transformação em outras modalidades energéticas essenciais ao ser humano como calor, luz e movimento, além de ser fundamental para a utilização de eletrodomésticos, máquina e equipamentos modernos em geral.

A energia elétrica, assim como as demais formas de energia existentes, obedece aos princípios básicos da conservação de energia, portanto, a geração de energia elétrica, se trata apenas de uma transformação de outra forma de energia em energia elétrica (FREITAS, ZANCAN, 2010).

2.2.1. Modo Standby

De acordo com os estudos desenvolvidos por Dantas (2014), Standby é uma função presente em diversos equipamentos eletrônicos. De uma maneira simples, quando o aparelho está na função Standby, significa que ele está parcialmente

ativo, diminuindo seu consumo de fontes de energia, pois o mesmo não está sendo utilizado, porem permanece ligado com mínimas funcionalidades.

Existem alguns problemas atrelados ao uso do modo Standby em certos aparelhos eletrônicos. Especificamente o micro-ondas, por exemplo, passa maior parte do tempo em modo de Standby, só sendo ativado em momentos específicos do dia, de acordo com a necessidade de utilização deste equipamento. Porém, mesmo não consumindo a mesma energia que quando está sendo utilizado, o mesmo permanece consumindo uma certa quantidade de energia elétrica durante seu período de inatividade. Este padrão de utilização doméstica do micro-ondas provoca um consumo de recursos energéticos e uma consequente despesa a mais na conta de energia elétrica desnecessária (SILVA, 2016).

De maneira generalizada, Dantas (2014), por meio de seu estudo, identifica e caracteriza os três tipos de modo Standby existentes, onde as características de cada um deles são:

- I. Standby ativo – os aparelhos que tem esse modo de Standby, quando ativado, permanecem ligados, porém não exerce sua função principal. Quando algum aparelho se encontra nesse modo de atividade, o mesmo apresenta indícios de consumo de energia, como alguma luz ligada ou em repouso. Um exemplo de equipamento que utiliza esse modo de Standby ativo é o computador.
- II. Standby passivo – os aparelhos que tem esse modo de Standby, quando o mesmo está ativado, o aparelho mantém suas funções principais desativadas, mas fica disponível aguardando algum comando para que seja ativado novamente, normalmente por meio de um controle remoto. Ao se encontrar nesse modo de atividade, o aparelho apresenta sinais de consumo de energia, com uma luz de LED ou display aceso para indicar esse consumo. Um exemplo de aparelho que utiliza esse modo de Standby passivo é a televisão quando desligada por meio do controle remoto.
- III. Off-mode – os aparelhos que tem esse modo de Standby, precisam ser desativados no próprio aparelho por meio de um botão mecânico, porem continuam conectados a energia. Nesse modo de atividade, o aparelho não possui nenhum indicio ou sinal de consumo, mesmo havendo a possibilidade de estar consumindo energia, pois o mesmo não fica com

nenhuma luz de LED acesa e se tiver display, o mesmo estará desativado. Um exemplo de aparelho que utiliza esse Off-mode é a máquina de lavar roupas.

2.2.2. Iluminação residencial

Nota-se uma evolução relacionada a forma como é aplicada a iluminação nas residências atualmente, pois já há um certo período, o conceito de iluminação residencial deixou de ser simplesmente aquele de ativar ou desativar um dispositivo, no caso, uma lâmpada, através de um interruptor instalado em uma parede. Alterar os níveis de luminosidade de um ambiente através de uma central de controle da iluminação local de acordo com a claridade necessária para a atividade exercida neste ambiente é algo bastante simples e trivial de se fazer, se comparado com as últimas inovações neste seguimento de iluminação nas residências (SOUZA, 2011).

Baseado nas evidências obtidas através dos estudos elaborados por Venturi (2005), de acordo com Angel (1993), pode-se ainda destacar alguns aspectos sobre o gerenciamento da iluminação em ambientes residenciais, como fica evidente a partir do seguinte trecho:

Segundo Angel (1993, p.48), a gestão de iluminação fornece um dos primeiros elementos voltados ao conforto, adequando o ambiente segundo a necessidade de cada usuário de acordo com a idade, capacidades físico-motoras, uso de espaços ao longo do dia, repercussão sobre a ocupação dos espaços. A otimização do uso e economia de eletricidade é outro aspecto importante desta sub-função, sem deixar de lado o conforto dos usuários. Como serviços auxiliares pode-se citar a temporização, a variação de intensidade, o acendimento e apagamento automático programado, comandado à distância ou por comando de voz (VENTURI, 2005, p.19).

Ao fazer uma análise sobre o período (ano) no qual está última citação foi realizada, pode-se constatar claramente o que é dito por Souza (2011) sobre a evolução do seguimento de iluminação residencial, pois como estes aspectos foram levantados há no mínimo 25 anos, logo, neste período, foi possível aprofundar novos estudos neste seguimento e levar ao desenvolvimento de novas tecnologias.

2.3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Eficiência energética pode ser descrita como a relação da quantidade aproveitável de energia utilizável e a quantidade de recursos necessária para produção desta energia. A busca por sistemas eficientes visa o melhor custo/benefício possível, assegurando níveis confiáveis de desempenho, qualidade, confiabilidade e eficiência energética. Ações como o aprimoramento de processos ou equipamentos com a intenção de reduzir as taxas de consumo energético, podem levar à otimização da eficiência de um sistema, aumentando o rendimento energético utilizado pelo usuário final, sendo que esta otimização deve ser aplicado desde os processos da geração da energia (COSTA, 2016).

Utilizar os recursos naturais de forma mais efetiva pode oferecer importantes benefícios, como: diminuir os níveis de poluição do meio ambiente e frear o esgotamento dos recursos naturais, além de gerar menores custos para a sociedade e as empresas, por conta da diminuição dos custos com distúrbios socioambientais. A evolução da eficiência energética pode levar a diminuição da demanda pelo aumento da capacidade geradora e de novos investimentos neste seguimento, possibilitando a utilização de recursos para a melhoria das unidades geradoras de energia já existentes, em tecnologias limpas de geração ou em medidas de proteção ambiental (MENKES, 2004).

2.4. MICROCONTROLADORES E SENSORES

Segundo Sgarbi (2007) o elemento chave responsável por controlar o sistema doméstico é o Controlador. Nele, está presente todo o poder de inteligência do sistema, pois todos os demais elementos do sistema se conectam a ele, enviando e recebendo informações. Os sensores enviam informações ao controlador, que por sua vez processa estas informações e envia para os atuadores do sistema alguma ação, ou aciona algum elemento como uma indicação luminosa, ou apresenta alguma informação ao usuário.

De acordo com os estudos desenvolvidos por Marchesan (2012), algumas vantagens podem ser destacadas pelo uso de Microcontroladores, pois os mesmos são pequenos dispositivos eletrônicos que geralmente tem uma ótima relação de custo/benefício, além de estarem presentes como componentes em uma grande variedade de eletrônicos em geral. Os Microcontroladores são dispositivos que podem ser configurados para ter um funcionamento autônomo,

por possuir os componentes necessários para tal internamente, ou seja, os Microcontroladores integram vários recursos em uma única peça. Alguns destes recursos são: a memória, o processador e as portas de entrada e saída, todos incorporados em um circuito integrado com pequenas dimensões físicas.

A descrição completa de todos os componentes e recursos presentes nos Microcontroladores que integram seus circuitos são, segundo Martins (2005):

Tipicamente, um microcontrolador caracteriza-se por incorporar no mesmo encapsulamento um microprocessador (com finalidade de interpretar as instruções de programa e processar dados), memória de programa (com a finalidade de armazenar de maneira permanente as instruções do programa), memória de dados (com a finalidade de memorizar os valores associados com as variáveis definidas no programa), uma série de pinos de entrada/saída (com a finalidade de realizar a comunicação do microcontrolador com o meio externo) e vários periféricos (tais como temporizadores, controladores de interrupção, temporizadores cão de guarda (WatchDog Timers – WDTs), comunicação serial, geradores de modulação por largura de pulso ou de PWM (Pulse Width Modulation), conversores analógicos/digital etc.), fazendo com que o hardware final fique extremamente complexo. Isto é uma das características fundamentais que o diferencia dos microprocessadores, pois estes não possuem todos os recursos em uma única pastilha (MARTINS, 2005, p.16).

Alguns exemplos de atuadores de um sistema de automação residencial são: motores de passo e pequenos motores; solenoides, hidráulicos e pneumáticos; minibombas de circulação; folhas aquecedoras. Do mesmo modo, os principais sensores integrados à um sistema domótico são os sensores de: temperatura; umidade relativa; qualidade do ar; intensidade de iluminação; pressão e força; movimento; fluxo de ar; corrente de energia; entre outros sensores específicos (BOLZANI, 2004).

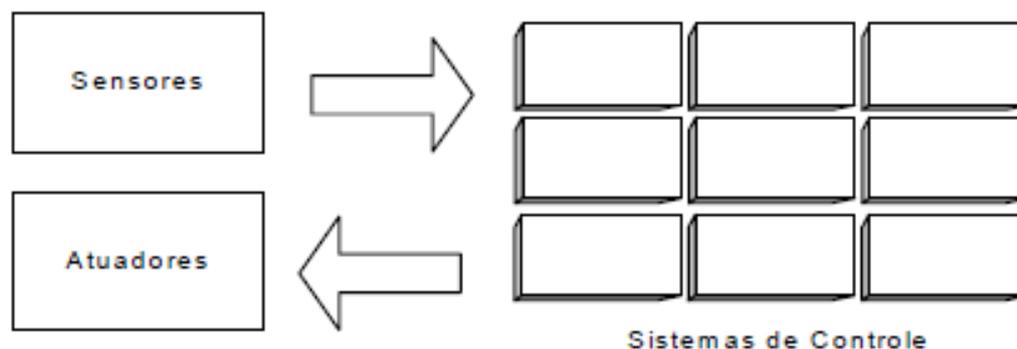


Figura 2 - Sensores e Atuadores

(Fonte: BOLZANI, 2004)

De acordo com o estudo realizado por Souza (2011), os principais Microcontroladores aplicados em projetos acadêmicos são: Microcontroladores da família 8051 da Intel, por conta da sua simplicidade de programação; Microcontroladores da família PIC, por conta da sua arquitetura, em um único circuito integrado, onde este permite realizar um sistema programável completo através de um único dispositivo que contém os circuitos necessários para tal; Arduino, trata-se de uma plataforma e não apenas um Microcontrolador, que foi desenvolvido para minimizar os custos e simplificar a utilização de Microcontroladores em sistemas mais complexos.

2.4.1. Arduino

Segundo os conceitos elaborados por McRoberts (2011), ele define o Arduino como:

Em termos práticos, um Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software (MCROBERTS, 2011, p.22).

O Arduino tem uma particularidade interessando que vale ser ressaltada em relação a liberdade de criação e utilização desta placa, pois seu hardware e software são livres, de forma tal a possibilitar seu acesso a qualquer pessoa. Ademais ainda é possível que qualquer usuário desenvolva seu próprio Arduino, contanto que não utilize este mesmo nome em sua placa de circuito impresso.

Devido a estes aspectos, a potencialidade de aplicação do Arduino em diversos sistemas que utilizem equipamentos eletrônicos é bastante ampla, sendo possível o controle de dispositivos como por exemplo: sensores, displays LCD, motores elétricos, LEDs e etc. Por conseguinte, o Arduino é uma ferramenta relevante para diversos tipos de aplicação, principalmente por tratar-se de uma escolha viável financeiramente (BEGHINI, 2013).

Um dos principais componentes da placa Arduino é o Microcontrolador ATmega328, que possui 32 KB de memória, onde 0,5 KB é reservado para o *bootloader*, que é o software que grava o programa na memória do Microcontrolador. O Arduino UNO opera a uma tensão de 5 volts, podendo ser alimentado via USB ou uma fonte externa através do conector Jack, tem 20 entradas, sendo 14 destas entradas digitais e as 6 restantes analógicas, e também tem um botão reset que possibilita reiniciar o Microcontrolador (NERY, 2013).



Figura 3 - Arduino UNO

(Fonte: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>)

2.4.2. PIC

Os Microcontroladores da família PIC são produzidos pela Microchip Technology Inc. e são considerados uma família graças aos seus variados

Microcontroladores fabricados, que são desde Microcontroladores mais básicos de 8-bits, intermediários de 16-bits, até os mais potentes de 32-bits. Os de 8-bits são aplicados em sistemas que necessitam de poucas funcionalidades e baixo desempenho, os de 16-bits já podem ser aplicados em sistemas com uma maior funcionalidade, mas com um certo nível de desempenho, enquanto que os de 32-bits por sua vez tem algumas funcionalidades a mais que os de 16-bits e garantem um maior desempenho ao sistema (SOUZA, 2011).



Figura 4 - Microcontrolador PIC

(Fonte: <http://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F886>)

Este Microcontrolador tem uma particularidade que vale a pena ser ressaltada, para efetuar a gravação de um código ou comando neste Microcontrolador, ao contrário do que acontece no Arduino, é necessário um hardware externo, como por exemplo o kit de desenvolvedor que pode ser visto na figura 5, específico para fazer a ligação entre o PIC e o dispositivo de programação, como o computador por exemplo, sendo que este hardware adicional é de suma importância para realizar a transferência de dados e comando para o Microcontrolador, não sendo possível compilar nenhum algoritmo no PIC, a não ser pelo uso deste hardware.

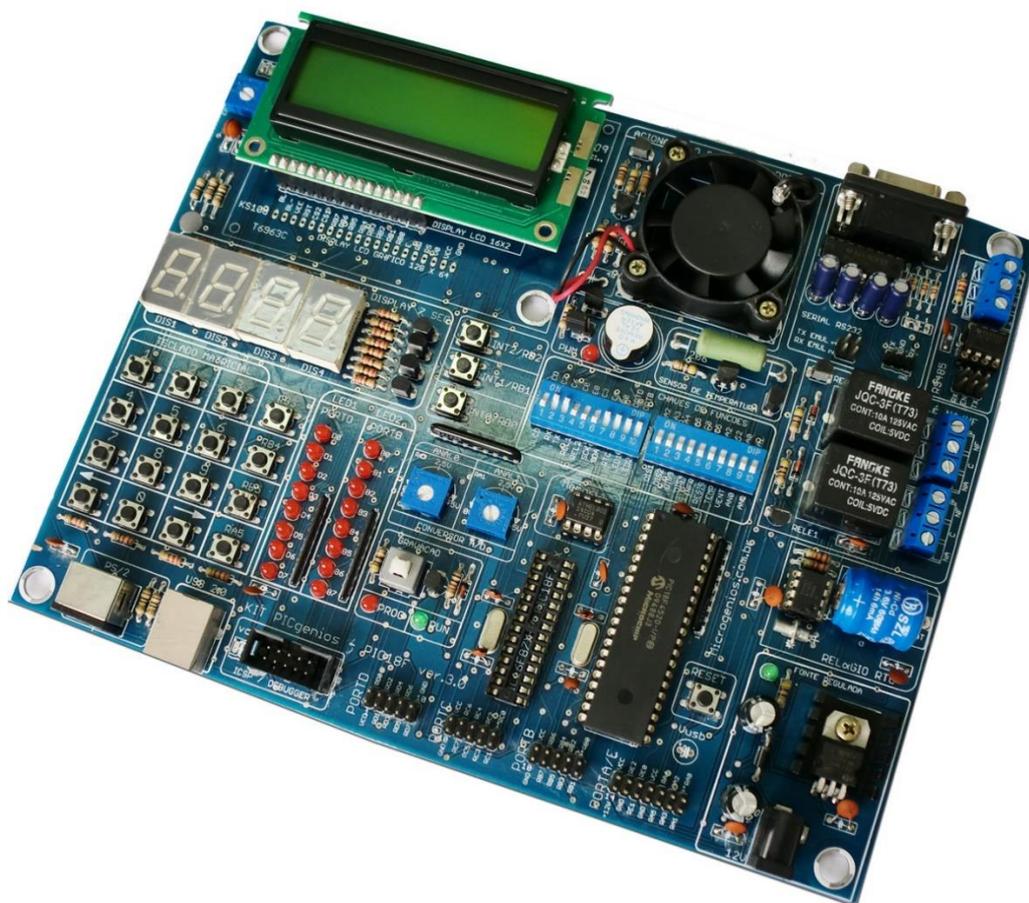


Figura 5 - Kit de desenvolvimento para Microcontroladores da família PIC
(Fonte: <http://www.anzo.com.br/kits-didaticos/electronica/kit-microcontrolador.php>)

2.4.3. Sensor LDR

O sensor LDR é um sensor de luminosidade que varia a sua resistência interna de acordo com a quantidade de incidência de luz que o atinge. Sendo que sua resistência aumenta quanto menor for a incidência de luz sobre ele, ou sua resistência diminui quanto maior for a incidência de luz sobre o mesmo (SILVA, 2016).

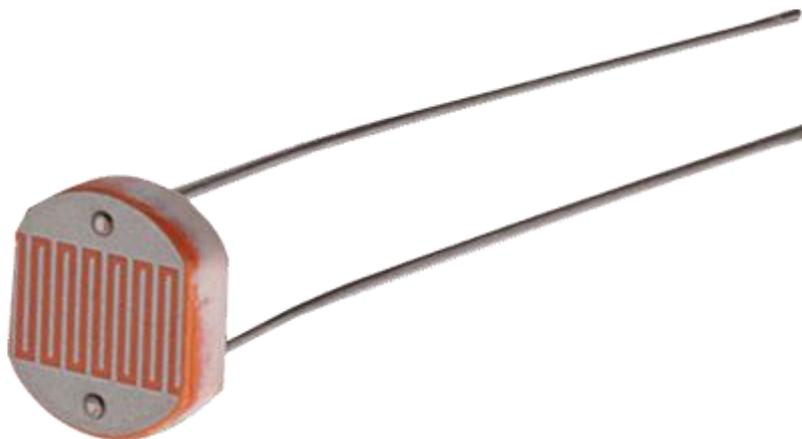


Figura 6 - Sensor de luminosidade LDR

(Fonte: <https://www.robocore.net/loja/produtos/sensor-de-luminosidade-ldr-5mm.html>)

2.4.4. Relés

Segundo Souza (2011), os relés são componentes de circuito que permitem que pequenas tensões ou correntes, controlem circuitos de grandes correntes. Estes equipamentos eletromecânicos funcionam quando uma corrente circula por sua bobina, criando um campo magnético que atrai o contato, podendo abrir ou fechar o circuito, até que esta corrente pare de circular sobre a bobina, o que faz com que o campo magnético deixe de existir, deixando de atrair o contato e fazendo com que o mesmo retorne a sua posição original.



Figura 7 - Módulo relé de 5V

(Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/modulo-rele-5v-1-canal/>)

2.4.5. Sensor de corrente

O sensor de corrente, é um equipamento que permite realizar medições, em tempo real, de qual corrente percorre um determinado circuito e envia estes dados para o microcontrolador ao qual está conectado. Estes sensores de corrente podem ser de dois tipos, invasivos ou não invasivos (NERY, 2013).

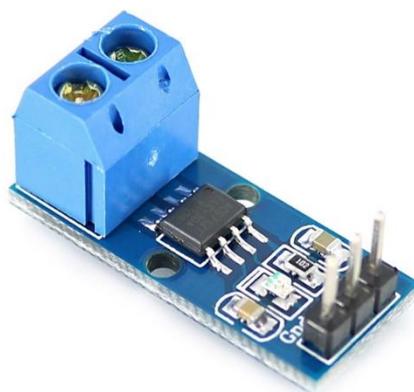


Figura 8 - Sensor de corrente invasivo

(Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-corrente-ac712-30a-a-30a/>)



Figura 9 - Sensor de corrente não invasivo

(Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-corrente-nao-invasivo-100a-sct-013/>)

3. METODOLOGIA

As pesquisas científicas podem ser classificadas a partir de seus parâmetros, onde o conjunto de parâmetros utilizados para caracterizar uma pesquisa científica são: quanto a natureza da pesquisa, sua abordagem, seus objetivos e os procedimentos técnicos utilizados.

Quanto aos objetivos, este estudo se caracteriza como Pesquisa Exploratória, nos termos de Gil (2007), que define:

Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições (GIL, 2007, p.41).

Quanto a abordagem, esta pesquisa se caracteriza como quantitativa, segundos os termos de Raupp e Beuren (2006), que afirmam:

[...] a abordagem quantitativa caracteriza-se pelo emprego de instrumentos estatísticos, tanto na coleta quanto no tratamento dos dados. Esse procedimento não é tão profundo na busca do conhecimento da realidade dos fenômenos, uma vez que se preocupa com o comportamento geral dos acontecimentos (RAUPP E BEUREN, 2006, p.92)

Quanto à natureza, este estudo se caracteriza como Pesquisa Aplicada, que segundo Gerhardt e Silveira (2009, p.35) este tipo de pesquisa “Objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”. Em relação aos procedimentos técnicos adotados, o presente trabalho é definido como uma Pesquisa Bibliográfica, também conforme Gil (2007), pela seguinte conceituação:

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. [...] As pesquisas sobre ideologias, bem como aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema, também costumam ser desenvolvidas quase exclusivamente mediante fontes bibliográficas (GIL, 2007, p.44).

3.1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para efetuar o desenvolvimento desta pesquisa bibliográfica, primeiramente optou-se por recorrer à base de dados do Google Acadêmico para selecionar os artigos norteadores desta pesquisa, onde por meio desta ferramenta de busca, foram pesquisadas obras apenas em português no período especial entre 2007 e 2017, excluindo da busca patentes e citações que tratassem do tema: Sistemas de automação residencial. Inicialmente foi utilizado os descritores “automação residencial” e “arduino”, inseridos de forma separada na barra de busca. Foram encontrados no total, aproximadamente 580 artigos como resultado da busca. Para selecionar as obras que interessavam à discussão desta pesquisa, foram feitas análises prévias, através da leitura de seus resumos, e a partir de então, foi possível inicialmente delinear as obras de maior relevância para o tema proposto desta monografia.

Após isso, foi feita uma seleção de 30 obras desta busca, a fim de refinar os resultados encontrados e em seguida foi realizada uma leitura aprofundada destas obras, de forma a obter um maior domínio do tema proposto e definir os pontos-chaves para realizar a execução desta pesquisa. Portanto, após feita uma varredura sobre o tema dos sistemas de automação residencial, foi possível fundamentar as teorias necessárias para a explanação e consolidação do mesmo.

Primeiramente, para definir os pontos-chaves desta pesquisa, a mesma foi norteada de forma a agregar os conhecimentos adquiridos no decorrer do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade interligando-os a problemas práticos do dia-a-dia, de forma a complementar positivamente a formação acadêmica, através desta relação entre teoria e prática.

Em seguida foram executados dois passos para que fosse possível desenvolver a análise da viabilidade da utilização de um sistema domótico, onde primeiramente foi definido uma residência modelo arbitrariamente, padronizada com 4 (quatro) moradores e com os dispositivos eletrônicos essenciais normalmente utilizados. Depois de caracterizada e definida a residência modelo deste estudo, foi dimensionado um sistema de automação, tomando como base os sistemas desenvolvidos por Silva (2016), para gerenciamento de equipamentos em modo Standby, e Souza (2011), para o gerenciamento do sistema de iluminação residencial, onde o sistema dimensionado nesta pesquisa, trata-se de

um sistema de automação residencial que gerencia os equipamentos em modo de Standby juntamente com o sistema de iluminação.

O sistema dimensionado, foi desenvolvido estrategicamente voltado para o gerenciamento dos equipamentos em modo Standby e do sistema de iluminação, pois ambos podem gerar grandes níveis de desperdício quando são utilizados de maneira inadequada ou incorreta. Logo, é facilmente possível programa-los para que trabalhem da maneira mais eficiente possível, mitigando desperdícios energéticos e conseqüentemente, resultando na redução do valor pago na conta de energia elétrica.

Foi tomado como base o período médio de 30 dias, sendo assim padronizado os valores estimados mensais de consumo de energia elétrica de uma residência sem o uso do sistema proposto e com o uso do sistema. Feito isto, foi possível mensurar o valor estimado desta redução na conta de energia elétrica por conta da diminuição do consumo energético na residência.

Após identificar este potencial de redução mensal, foi feita a análise do nível de viabilidade deste sistema de automação residencial, por meio de um comparativo entre os custos da implementação do sistema com a economia gerada pela utilização do mesmo, sendo possível através desta análise posteriormente estimar o payback deste investimento, encontrando assim o tempo médio em que a economia gerada pelo sistema se igualou ao seu custo de implantação.

Portanto, estes foram os instrumentos metodológicos empregados para a execução desta pesquisa, afim de possibilitar o desenvolvimento de uma visão mais aprofundada sobre o tema da automação residencial, analisando suas potenciais vantagens e explicitando os seus principais benefícios, e além disso, foi possível desenvolver uma visão gerencial multidisciplinar sobre o tema proposto por esta pesquisa, bem como aprofundar as discussões sobre meios alternativos de consumo, para se atingir melhores níveis de sustentabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, será discutido os cálculos e estimativas hipotéticas do consumo energético residencial dos aparelhos eletrônicos em modo ativo e em Standby, baseado nos dados obtidos por Dantas (2014), levando em conta o sistema de automação residencial proposto por Silva (2016) que permite mitigar os gastos com o modo Standby, além de propor um upgrade deste sistema, de forma a também otimizar o consumo de energia elétrica com a iluminação residencial, assim como o sistema proposto por Souza (2011). Ademais, será esquematizado o sistema de automação residencial para obter maiores taxas de eficiência no consumo da energia elétrica residencial, baseado no uso eficiente dos aparelhos eletrônicos e da iluminação, principalmente. Por fim, será feita a comparação entre a economia de energia com o custo de implantação do sistema proposto, a fim de obter uma estimativa do Payback e demonstrar a viabilidade do sistema.

O objeto de estudo dessa pesquisa, será uma residência hipotética arbitrária, com 7 cômodos e 4 usuários, afim de permitir que seja possível replicar o desenvolvimento lógico e as implicações desta, em quaisquer residências com parâmetros distintos, garantindo uma pequena faixa de variação nos resultados esperados com a aplicação deste projeto.

Os cômodos propostos para esta residência são: 1 sala, 2 quartos, 1 banheiro, 1 cozinha, 1 garagem e 1 área de serviço. Os equipamentos eletrônicos que normalmente são dispostos nestes cômodos, serão considerados e definidos no item 4.1 deste capítulo, juntamente com as estimativas de consumo de cada equipamento.

4.1. ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA RESIDENCIAL COM ILUMINAÇÃO E APARELHOS ELETRÔNICOS

Para estimar o consumo de energia elétrica residencial, foi realizada uma estimativa de consumo com base na tabela 14 (ANEXO B) de estimativas de consumo médio mensal de eletrodomésticos de acordo com uso hipotético desenvolvida pelo PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) e Eletrobrás (Centrais Elétricas Brasileiras S.A.). Baseando-se no tempo de utilização hipotético estabelecido por esta tabela do PROCEL e da Eletrobrás,

foi utilizado o simulador da Companhia Paranaense de Energia (COPEL), para simular o consumo de energia elétrica em kWh/mês desta residência.

Posteriormente, foi estimado os custos gerados pela utilização do modo Standby destes equipamentos, norteando-se pelos estudos desenvolvidos por Dantas (2014), através da relação entre o tempo em que o equipamento está no modo Standby e a média do consumo de energia neste modo.

4.1.1. Simulação dos gastos

A simulação do consumo de energia elétrica de uma residência, com os 7 cômodos descritos no início deste capítulo, foi feita utilizando o simulador de consumo de energia elétrica da COPEL, baseando-se na tabela 14 (ANEXO B) da PROCEL e Eletrobrás. O consumo médio mensal em kWh/mês encontrado para cada equipamento baseado na potência estimada, a quantidade de dias/mês de uso e a quantidade de horas/dia de uso, bem como o consumo médio total desta residência em kWh/mês encontram-se no APÊNDICE A na tabela 6.

Como resultado da simulação realizada, obteve-se o valor estimado do consumo de energia elétrica de 348,21 kWh/mês. Utilizando os dados da bandeira verde para consumidores do tipo B1 residencial, vigente para o mês de março de 2018, disponíveis no site da Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA), o valor gasto com a conta de energia elétrica seria de R\$224,22, considerando o preço final do consumo ativo de energia elétrica, para a tabela vigente, que é de R\$0,64393189 para cada 1 kWh de consumo de energia.

4.1.2. Simulação do consumo dos equipamentos em modo Standby

Dentre os aparelhos eletrônicos estipulados para esta residência, foram selecionados os aparelhos que são utilizados nos modos ativo e em Standby. Os aparelhos selecionados que utilizam do modo Standby foram: cafeteira elétrica, computador, impressora, lavadora de roupa, micro-ondas, micro system, televisão LCD e vídeo game.

Utilizando os dados da tabela 6 do APÊNDICE A, foi montada uma nova tabela contendo apenas os aparelhos eletrônicos selecionados que utilizam o modo Standby, para mensurar qual o consumo mensal de energia destes equipamentos. Estes dados podem ser vistos na tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Consumo de energia elétrica dos equipamentos eletrônicos no modo ativo

Equipamento	Uso ativo (horas/dia)	Consumo (kWh/mês)
Cafeteira Elétrica	1,00	6,00
Computador (2)	8,00	38,40
Impressora	1,00	0,75
Lavadora de Roupa	0,40	7,20
Micro-ondas	0,33	15,00
Micro System	10,00	1,50
TV LCD (2)	5,00	30,00
Vídeo Game	2,00	1,20
TOTAL		100,05

A partir destes dados, foi possível mensurar o consumo médio mensal destes aparelhos eletrônicos, que de acordo com a tabela 1 é de 100,05 kWh/mês, sendo assim, estes equipamentos são responsáveis por cerca de 28,7% do consumo de energia elétrica desta residência. Portanto, se torna relevante estudar formas de minimizar o consumo gerado pela utilização destes aparelhos. Uma forma simples encontrada para diminuir os níveis de consumo de energia destes aparelhos sem comprometer as necessidades de utilização do usuário, seria desconectar estes aparelhos totalmente da energia, nos momentos em que não estivessem sendo utilizados, eliminando a parcela do consumo em modo Standby destes aparelhos, uma ação que por si só pode desencadear esta diminuição do consumo de energia elétrica sem modificar o período de utilização ativa dos mesmos.

Para calcular o consumo de energia em modo Standby destes aparelhos eletrônicos, foi levado em consideração o tempo em que o aparelho não está ativo e a média do consumo em modo Standby de cada aparelho. Os dados do consumo médio estimado em modo Standby foram levantados pelos estudos realizados por Dantas (2014), através da média obtida na sistematização das medições de consumo em modo Standby realizadas em equipamentos de marcas e modelos distintos. As informações sobre as medições realizadas por Dantas do consumo dos aparelhos em modo Standby estão nas tabelas de 7 a 13 (ANEXO A).

Foi considerado que os aparelhos eletrônicos utilizados nesta residência, ficassem ligados na tomada durante as 24 horas por dia, mesmo nos momentos em que não estão ativos, logo, o tempo de utilização em Standby de cada aparelho é o inverso do tempo da utilização ativa dos mesmos. Feita esta consideração, foi mensurado o consumo de energia elétrica destes aparelhos eletrônicos em modo Standby, e os dados podem ser vistos na tabela 2.

Tabela 2 - Consumo de energia elétrica dos equipamentos eletrônicos no modo Standby

Equipamento	Uso em Standby (horas/dia)	Consumo em 1h (kWh)	Consumo mensal (kWh/mês)
Cafeteira Elétrica	23,00	0,0002	0,138
Computador (2)	16,00	0,0026	2,496
Impressora	23,00	0,0038	2,622
Lavadora de Roupa	23,60	0,0004	0,283
Micro-ondas	23,67	0,0018	1,278
Micro System	14,00	0,0027	1,134
TV LCD (2)	19,00	0,0005	0,570
Vídeo Game	22,00	0,0004	0,264
TOTAL	8,785

A partir destes dados, foi possível estimar um consumo médio mensal de 8,785 kWh com aparelhos em modo Standby, sendo que, este valor corresponde a um desperdício de recursos energéticos nesta residência, pois este consumo é gerado pelos equipamentos durante seu período de inatividade. Portanto, a desativação completa dos equipamentos nos períodos de inatividade poderia gerar uma redução de 8,78% do consumo de energia elétrica destes aparelhos. Baseado nisso, foi feito um gráfico comparativo do consumo ativo e em Standby, que pode ser visto na figura 10 a seguir.

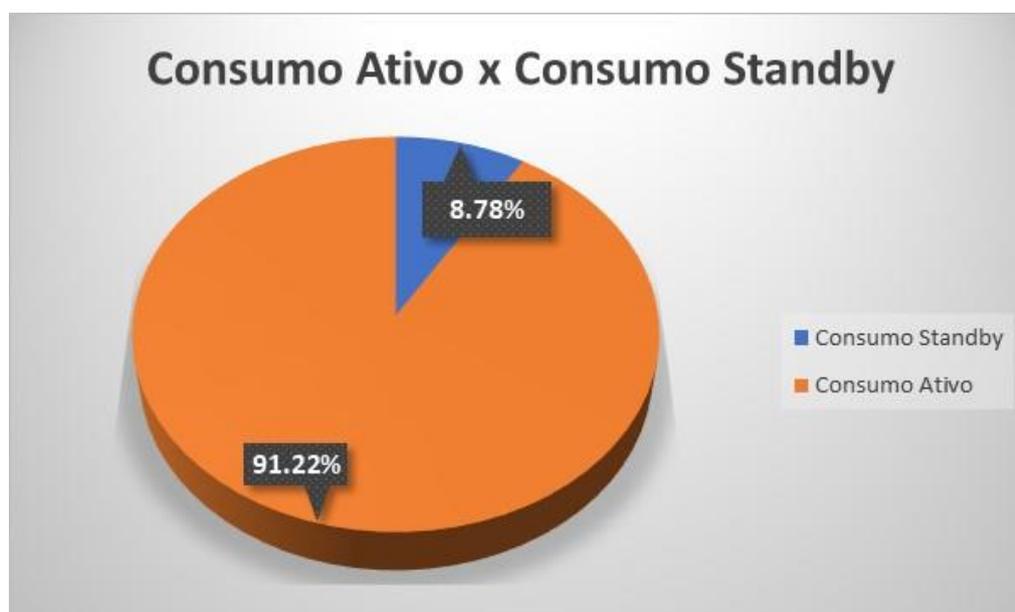


Figura 10 - Gráfico comparativo entre consumo ativo e em Standby
(Fonte: Autor)

Com o consumo destes aparelhos eletrônicos estimados em 100,05 kWh/mês, os gastos gerados pela sua utilização, considerando o mesmo valor de tarifa e bandeira vigentes, é de R\$64,43 reais. Sendo que cerca de 8,78% deste valor é referente a apenas o tempo de inatividade dos aparelhos eletrônicos, o que torna o custo gerado pela utilização integral do modo Standby igual a R\$5,66 reais, ou seja, nesta residência existe uma faixa de desperdício mensal de energia elétrica de cerca de 8,785 kWh/mês que correspondem a um prejuízo de R\$5,66/mês.

Para que fosse possível levantar um comparativo entre os níveis de consumo de cada equipamento no modo ativo e em Standby, foi feito o gráfico da figura 11 a seguir.

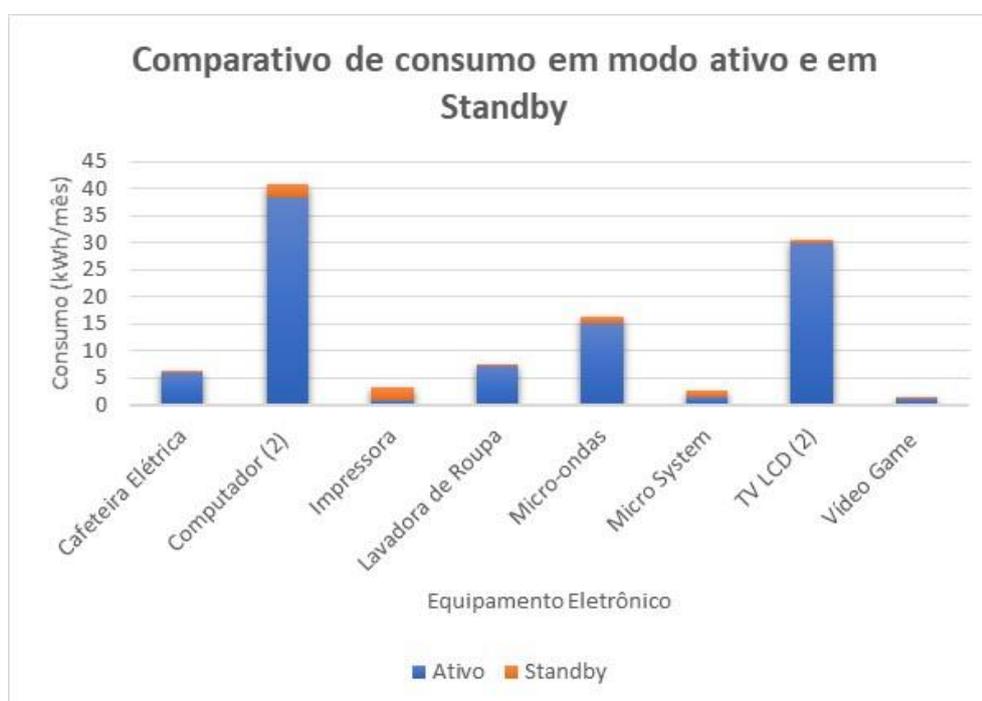


Figura 11 - Gráfico comparativo do consumo no modo ativo e em Standby

(Fonte: Autor)

Neste gráfico, pode ser visto o nível de consumo de cada equipamento eletrônico no seu modo ativo e no seu modo inativo, em Standby. Um destaque deste gráfico deve ser dado ao consumo da impressora em particular, pois este equipamento eletrônico, apresenta maiores níveis de consumo no seu tempo de inatividade, em Standby, que propriamente no seu período de consumo ativo, por conta do seu grande período ocioso de inatividade, ou seja, mitigar o consumo deste equipamento, eliminando o tempo de utilização no modo Standby, acarretaria em uma drástica redução da parcela de consumo de energia elétrica deste equipamento.

O comparativo entre o tempo de utilização de cada modo de atividade dos equipamentos eletrônicos pode ser visto na figura 12 logo abaixo.

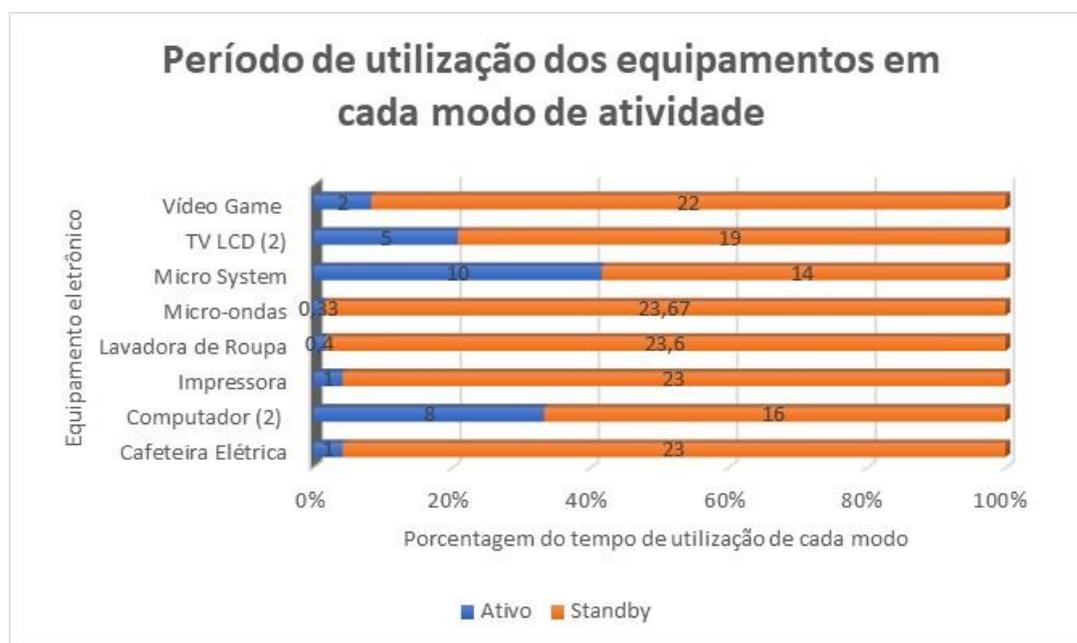


Figura 12 - Gráfico comparativo entre os períodos de utilização de cada modo de atividade
(Fonte: Autor)

Na figura 12, fica explícito que a maioria destes equipamentos eletrônicos permanecem por mais tempo no modo Standby que no modo ativo. Esse consumo contínuo de energia elétrica por estes aparelhos no modo Standby podem passar despercebidos por muitos consumidores, principalmente porque o consumo no modo Standby de cada aparelho aparenta ser relativamente menor que o consumo de energia no modo ativo, porém esta utilização por inúmeras horas do modo Standby em diversos aparelhos eletrônicos, podem gerar números significativos de consumo, que conseqüentemente geram taxas de desperdício de recursos, como pode ser visto nos dados obtidos no decorrer desta pesquisa, onde o consumo mensal de alguns equipamentos eletrônicos em modo Standby foi de 8,785 kWh/mês, que gerariam um desperdício de recursos de cerca de R\$5,66 reais/mês.

4.1.3. Simulação do consumo com iluminação

A simulação dos gastos com iluminação de uma residência foi realizada também seguindo os períodos de utilização estipulados pela tabela 14 (ANEXO B) da Eletrobrás e do PROCEL, além disso, foi considerado que cada cômodo desta residência tenha 1 (uma) lâmpada fluorescente de 40W instalada, totalizando um

montante de 7 (sete) lâmpadas fluorescentes de 40W para esta casa. Segundo a tabela 14 (ANEXO B) as lâmpadas são utilizadas diariamente, todos os dias do mês, durante um período médio de 5h/dia. Baseado nisto, foi estipulado o valor do consumo médio com iluminação nesta residência, e o resultado obtido foi de 42 kWh/mês. Os valores utilizados para obtenção deste resultado constam na tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Consumo mensal de energia elétrica com iluminação

Equipamento	Quantidade	Potência (W)	Dias de uso (dias/mês)	Tempo de uso (h/dia)	Consumo (kWh/mês)
Lâmpada Fluorescente	1	40	30	5	6
TOTAL	7	40	30	5	42

Conseqüentemente, novamente considerando a bandeira vigente e o valor da tarifa de R\$0,64393189 reais por cada kWh consumido, encontrou-se o valor do gasto com iluminação residencial desta casa em torno de R\$27,05 reais. Portanto, o consumo de energia elétrica para iluminação desta residência, é responsável por 12,1% do total de energia consumida na mesma.

4.2. SISTEMA DE GESTÃO DOS APARELHOS EM MODO STANDBY E GERENCIAMENTO DA ILUMINAÇÃO

O sistema de automação proposto para gerenciar os aparelhos eletrônicos e a iluminação desta residência, seria composto de dois subsistemas integrados e independentes, cada um responsável por gerenciar um setor distinto da residência, um responsável pelo setor dos equipamentos eletrônicos e o outro responsável pelo setor da iluminação.

O subsistema responsável por gerenciar os equipamentos eletrônicos desta residência, funcionaria da seguinte forma, seguindo estas premissas estabelecidas para cada situação em particular, primeiramente o subsistema iria verificar a corrente utilizada pelos equipamentos eletrônicos listados na tabela 1, através de um sensor de corrente. Como a potência utilizada em cada equipamento eletrônico varia de acordo com seu modo de atividade, se ativo ou em Standby, é identificado através desse primeiro procedimento, quais os equipamentos que estão sendo utilizados no modo ativo e quais estão sendo utilizados em modo Standby. Após

identificar qual modo de operação encontra-se cada equipamento, o sistema intervém de maneira a desativar completamente os equipamentos que se encontram no modo Standby, não influenciando no funcionamento dos equipamentos que estejam no modo ativo.

Uma placa simples de botões deveria ser acoplada ao sistema, de forma que cada botão correspondesse a um equipamento eletrônico. Através dessa placa o usuário poderia religar o equipamento desejado, acionando estes botões, pois os mesmos enviariam este comando para o Microcontrolador.

Sendo assim, dessa forma o sistema não gera nenhum tipo de impacto na utilização ou mudança de hábitos quanto as rotinas estabelecidas de utilização ativa dos aparelhos eletrônicos dessa residência, garantindo assim que a implantação desse sistema não traga nenhum tipo de privação ou racionamento no uso dos equipamentos eletrônicos dispostos na mesma.

O outro subsistema integrado ao sistema proposto, é responsável pelo gerenciamento da iluminação da residência e este funcionaria da seguinte forma, primeiramente o sistema iria verificar qual a quantidade de iluminação natural presente no cômodo, através de um sensor LDR de luminosidade conectado ao sistema, de forma a analisar se é necessário ou não, a utilização da iluminação artificial, utilizando como base para essa decisão os dados sobre o nível de iluminância (lux) por tido de ambiente ou atividade, presentes na figura 16 (ANEXO C) da NBR5413 da ABNT. Feita essa análise inicial, o sistema poderá agir das seguintes maneiras: desativar as lâmpadas, se os níveis de lux do ambiente estiverem iguais ou acima dos parâmetros estabelecidos na NBR5413, e ativar ou manter ativada as lâmpadas, se os níveis de lux do ambiente estiverem menores que os parâmetros estabelecidos na NBR5413.

Além disso, este subsistema de iluminação também iria monitorar se há ou não a presença de pessoas ou atividades dentro dos cômodos, quando as luzes dos mesmos estivessem ativadas, através de um sensor de presença integrado ao sistema. Em sequência, o sistema iria analisar os dados destes cômodos, e em caso de não haver nenhum tipo de atividade detectada pelo sensor de presença, o sistema iria intervir desativando as lâmpadas destes ambientes.

Portanto, desse modo o sistema pode intervir no gerenciamento da iluminação da residência, de forma a eliminar possíveis períodos de utilização indevida da energia elétrica com a iluminação, em ambientes que não estejam sendo utilizados

ou que tenham iluminação natural suficiente para atender as demandas de iluminância dos mesmos.

Esquemáticamente, o sistema de automação proposto para esta residência atuaria seguindo os princípios da figura 13 a seguir.

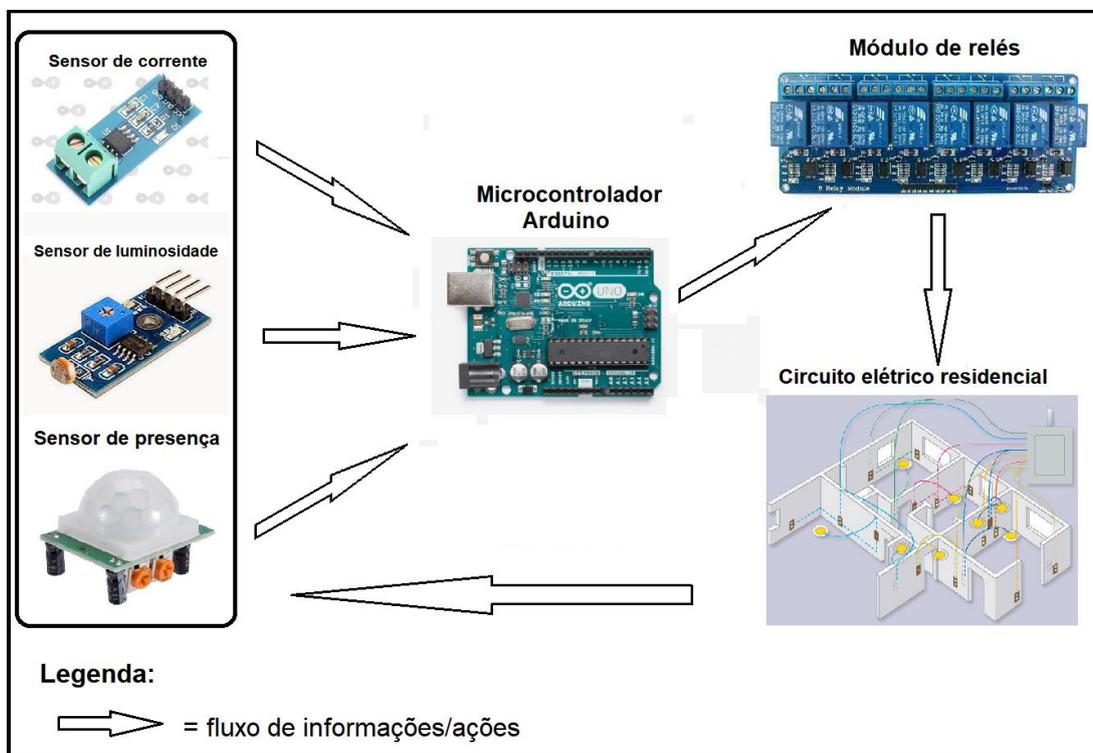


Figura 13 - Esquema do sistema de automação residencial proposto

(Fonte: Autor)

Logo, o sistema de automação residencial proposto, atua da seguinte maneira, os sensores de corrente mandam as informações sobre o modo de operação de cada equipamento eletrônico para o microcontrolador, e se estes equipamentos estiverem no modo Standby, o microcontrolador envia o comando, para desativá-los por completo, ao módulo de relés. Além disso, o sistema também lê as informações sobre a iluminação da residência, através dos sensores de luminosidade e presença, que enviam estas informações ao microcontrolador, que por sua vez, executa o comando de desativar ou não as lâmpadas de cada cômodo, através do módulo de relés. As informações e comandos que percorrem o sistema ocorrem na sequencia descrita na figura 13, e estas permanecem num fluxo permanente através do sistema, até que este sistema de automação seja desativado ou pausado externamente, por meio de um comando específico pré-estabelecido ou de um administrador.

4.2.1. Impactos esperados pela utilização do sistema

Para fazer a análise dos impactos que podem ser gerados a partir da implantação deste sistema de automação proposto, foram levados em consideração as seguintes premissas básicas, primeiramente que o sistema seja capaz de eliminar por completo os períodos de utilização dos equipamentos eletrônicos em modo Standby, desativando estes aparelhos por completo nos momentos em que estariam consumindo energia elétrica neste modo de atividade através do subsistema responsável por gerenciar os equipamentos eletrônicos, eliminando completamente a parcela de consumo e gastos de energia elétrica com o modo Standby. Outra premissa levada em consideração sobre este sistema de automação, foi a de que seria possível reduzir cerca de 20% do período de utilização de energia elétrica com a iluminação nesta residência, através da eliminação de possíveis períodos de ativação desnecessária das lâmpadas em cômodos vazios ou com iluminação natural suficiente.

Sendo assim, partindo destas premissas, pode-se estimar a redução no consumo de energia elétrica ocasionado pela utilização do sistema de automação proposto. Partindo das premissas estabelecidas sobre os impactos que podem ser gerados pela implantação deste sistema de automação, estimou-se uma redução no consumo de energia elétrica de 8,785 kWh, através da desativação do modo Standby dos aparelhos eletrônicos, e de 8,400 kWh, através da diminuição do tempo de ativação das lâmpadas em momentos desnecessários. Com estes valores estimados foi possível estimar um comparativo entre o consumo de energia elétrica desta residência sem a utilização do sistema proposto de automação e com a utilização do sistema de automação proposto. Estes dados podem ser vistos na tabela 4 em seguida.

Tabela 4 - Consumo de energia elétrica da residência com e sem o sistema de automação

Consumo mensal de energia elétrica sem o sistema de automação	Consumo mensal de energia elétrica com sistema de automação
348,21 kWh	331,02 kWh
R\$ 224,22 reais	R\$ 213,15 reais

Utilizando os dados da tabela 4, foi elaborado o gráfico da figura 14, para demonstrar o comparativo do consumo de energia elétrica desta residência sem a utilização do sistema de automação e com a utilização do mesmo.

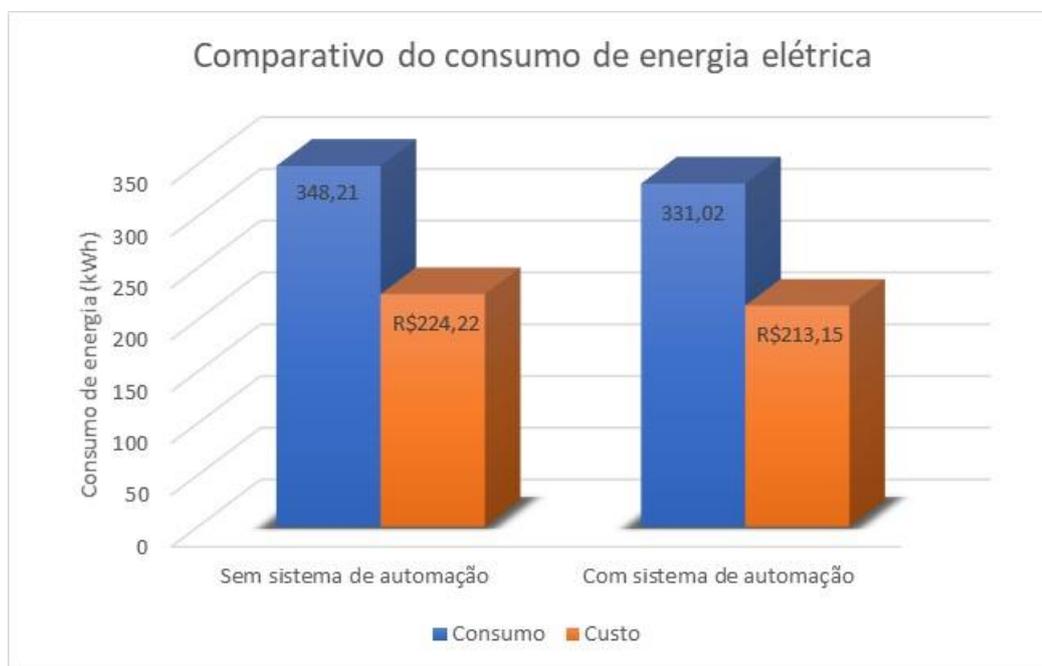


Figura 14 - Gráfico comparativo do consumo e custo com energia elétrica de uma residência

(Fonte: Autor)

Através destas estimativas, foi possível estimar uma redução percentual de cerca de 5%, no consumo total de energia elétrica desta residência, apenas com a utilização do sistema de automação proposto. Portanto, os gastos mensais com energia elétrica desta residência ficariam em torno de R\$213,15 reais, através da utilização do sistema de automação, o que geraria uma economia mensal de R\$11,07 reais e uma redução do consumo de energia de 17,185 kWh/mês.

4.2.2. Custos do sistema de automação proposto

Para estipular os custos do sistema de automação proposto, foram listados na tabela 5 os componentes básicos para o funcionamento do sistema e os preços médios de cada um, baseando-se nos componentes utilizados nos sistemas desenvolvidos por Silva (2016) e Souza (2011). Por fim, é estipulado o custo total da implantação do projeto.

Tabela 5- Custos do sistema de automação proposto

Componente	Preço
Microcontrolador Arduino UNO	R\$49,99
Sensor de Corrente (2)	R\$24,98
Sensor LDR (7)	R\$3,99
Sensor de Presença (7)	R\$41,93
Módulo 8 Relés	R\$34,99
Protoboard 830 Furos	R\$19,99
Fonte de Alimentação 12V/1 ^a	R\$12,90
Transformador Abaixador de tensão	R\$16,90
Kit de Resistores, Fios Jumper, Potenciômetros e outros	R\$45,00
TOTAL	R\$250,67

Portanto, o custo total de implementação do sistema de automação proposto, é de R\$250,67 reais, o que pode ser considerado relativamente baixo, por conta da possível redução de consumo energético obtido através da utilização deste sistema.

4.2.3. Análise do nível de viabilidade do sistema proposto

Para estipular o nível de viabilidade do sistema de automação residencial proposto, foi feita uma análise da relação entre o custo de implementação do sistema e a economia gerada pela utilização do mesmo, através do cálculo do Payback deste sistema, estimando assim o tempo de retorno médio do investimento neste sistema de automação.

Como a economia mensal estimada pela utilização deste sistema de automação é de R\$11,07 reais e o custo da implementação deste mesmo sistema é de R\$250,67 reais, logo o Payback deste sistema se daria em torno de 22,6 meses, ou seja, isso significa que o retorno do investimento inicial de implantação do sistema de automação proposto se daria em um período menor que 2 anos após sua implementação. Para demonstrar esse período de Payback, também foi elaborado o gráfico da figura 15 a seguir, contendo o período de retorno do investimento com o sistema de automação.



Figura 15 - Gráfico do tempo de retorno do investimento

(Fonte: Autor)

O gráfico da figura 15 demonstra o período de retorno do investimento inicial realizado para implementação do sistema de automação, sendo que este gráfico parte do custo de implantação deste sistema, e sua parte negativa corresponde ao período inicial logo após o sistema ser implantado na residência. O ponto do gráfico toca a linha de R\$0,00 reais, é o ponto equivalente ao período de retorno do investimento, que é de aproximadamente 23 meses, e todos os pontos posteriores a este, representam o montante de economia gerada pela utilização deste sistema de automação residencial em um período de 60 meses.

Portanto, é comprovável a viabilidade da implementação do sistema de automação proposto na residência definida como base desta análise, e por conta disso, como foi utilizado de parâmetros arbitrários para definir esta residência, os resultados obtidos para a mesma podem ser propagados para outras modelagens de residências, de forma a permitir a obtenção destes mesmos níveis de resultados para situações de modelagem em sistemas não-hipotéticos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não há como negar que os aparelhos eletrônicos modernos, que utilizam do modo de operação em Standby, propiciam certos níveis de conforto para seus usuários, principalmente por conta da facilidade e simplicidade em poder ativar ou desativar estes aparelhos remotamente, sem que haja a necessidade de se aproximar dos mesmos. Esta praticidade na operação dos equipamentos eletrônicos em uma residência, fez com que o modo de operação em Standby fosse amplamente utilizado pela maioria dos usuários, por grandes períodos, até mesmo quando não se faz necessária uma reativação rápida do equipamento.

Porém, nem todos os usuários tem noção, ou mesmo sabem, o impacto causado pela utilização deste modo de operação em Standby, o que pode ser considerado um problema, visto que o nível de energia elétrica consumida por estes aparelhos, nestes períodos de inatividade, não é desprezível. Neste estudo, foi mensurado o valor hipotético de um consumo não planejado ou programado, dos equipamentos em modo Standby, e o impacto da utilização por longos períodos deste modo de atividade, geraria, um consumo mensal de energia em torno de 8,785 kWh/mês, ou seja, seriam desperdiçados cerca de 8,785 kWh/mês pelo consumo ocioso dos equipamentos eletrônicos em modo Standby.

Além disto, outro ponto analisado sobre o consumo mensal de energia elétrica de uma residência, foi no âmbito da iluminação, sendo que, ao se considerar os períodos de utilização das lâmpadas, estabelecidos pelo PROCEL/Eletrobrás, estimou-se um consumo médio mensal, apenas com iluminação, de 42 kWh/mês, sendo este setor, responsável por cerca de 12,1% do consumo de energia elétrica desta residência. Após identificado este nível de consumo apenas com iluminação, foram propostas algumas ações, por meio do sistema de automação, que possibilitassem uma redução dos períodos em que houvesse necessidade da utilização da iluminação artificial nos cômodos desta residência.

As ações sugeridas para a redução do consumo de energia elétrica desta residência, foram: a utilização de sensores de luminosidade nos cômodos da casa, para evitar um acionamento desnecessário de alguma lâmpada, quando houver luminosidade suficiente neste ambiente; a utilização de sensores de presença nos cômodos da casa, para que também fosse evitado que uma lâmpada permanecesse ativa em um ambiente que não estivesse sendo utilizado; além da

utilização dos sensores de corrente, acoplados ao circuito elétrico desta casa, de forma a desativar completamente os aparelhos eletrônicos desta residência, nos períodos em que não estejam sendo utilizados ativamente, evitando um período de consumo ocioso da energia elétrica por estes equipamentos.

Sendo assim, foi possível estimar uma economia mensal de energia elétrica, através da possível implantação do sistema de automação proposto, e este valor obtido foi de 17,185 kWh/mês, o que resultaria numa diminuição de gastos de R\$11,07 reais por mês com a conta de energia elétrica desta casa. Com isso, foi possível demonstrar o impacto que seria gerado pela implantação deste sistema de automação na residência, bem como comprovar a viabilidade na implantação do mesmo.

Os valores estimados apresentados como resultados deste trabalho, devem apresentar erros e desvios quanto ao valor real mensurável de cada medição, pois como as medições utilizados como base neste estudo foram frutos de uma média de dados, existem erros aleatórios e sistemáticos associados a estes valores. Porém, estas faixas de erros associados aos valores encontrados, não anulam sua veracidade, visto que, por mais que existam estes erros associados aos resultados estimados, o procedimento de coleta destes dados, garante uma minimização da propagação destes erros.

Estudar alternativas para diminuir o consumo de energia elétrica de uma residência ou aumentar a eficiência deste consumo, tornando este consumo mais consciente e saudável para o meio ambiente, é uma forma de buscar soluções sustentáveis para problemas enfrentados no dia-a-dia. A obtenção de reduções relevantes deste consumo, em situações particulares, como o caso estudado nesta pesquisa, sobre o consumo de energia elétrica de uma residência hipotética, se divulgados e aplicados em larga escala, atingindo um grande número de residência com estas economias de energia, poderiam extrapolar o ambiente em particular de apenas uma casa, gerando um impacto em maior escala dos níveis de redução do consumo de energia elétrica local e regional.

Existe a proposta do desenvolvimento de trabalhos futuros com este mesmo tema, de forma a reproduzir um protótipo funcional do sistema proposto, para que através desse, seja possível verificar na prática os valores reais da redução do consumo de energia, bem como analisar propostas e implementar possíveis melhorias no sistema, de modo a torna-lo mais eficiente e eficaz. Outra proposta

seria ampliar este sistema de automação para controlar todos os equipamentos eletrônicos de uma residência, e analisar se é viável efetuar a leitura do consumo de energia elétrica de cada equipamento, para que o usuário possa moderar a utilização dos equipamentos que apresentem as maiores taxas de consumo de energia. Por fim, também fica como uma proposta futura, analisar e desenvolver um protótipo deste sistema voltado para um ambiente universitário, de modo a desenvolver um sistema de gerenciamento do consumo de energia elétrica em um centro da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABESCO - Desperdício de energia gera perdas de R\$ 12,6 bilhões – Disponível em: <<http://jconline.ne10.uol.com.br/canal/economia/pernambuco/noticia/2015/10/28/-desperdicio-de-energia-gera-perdas-de-r-126-bilhoes--205558.php>>. Acesso em: novembro 2016.
- BEGHINI, Lucas Bragazza. *Automação residencial de baixo custo por meio de dispositivos móveis com sistema operacional Android*. 2013. 76f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.
- BOLZANI, Caio Augustus Moraes. *Desenvolvimento de simulador de controle de dispositivos residenciais inteligentes: uma introdução aos sistemas domóticos*. 2004. 115f. Dissertação de mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Carlos, São Paulo, 2004.
- COSTA, Clécio. *Um estudo sobre adaptações para redução do consumo de energia elétrica em sistemas de ar condicionado*. 2016. 102f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.
- DANTAS, Bruno Farias. *Estimativa do impacto no consumo de energia causado pelo standby dos aparelhos eletroeletrônicos*. 2014. 92f. Dissertação de mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- FREITAS, José Abílio de; ZANCAN, Marcos Daniel. *Eletricidade*: 3.ed. Santa Maria, 2011.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. *Métodos de pesquisa*. Plageder, 2009.
- GIL, Antonio Carlos. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*: 4.ed. Editora Atlas, São Paulo, 2002.
- MARTINS, Nardênio Almeida. *Sistemas Microcontrolados: Uma Abordagem com o Microcontrolador PIC 16F84*. Editora Novatec, 2005.
- MCROBERTS, Michael. *Arduino Básico*. Editora Novatec, 2011.
- MENKES, Monica. *Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade*. 2004. 295f. Tese de doutorado – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- NERY, Marcos Vinícius. *Solução para gestão do consumo de energia residencial*. 2013. 64f. Trabalho de conclusão de curso – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2013.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. *Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática*. São Paulo: Editora Atlas (2006).

SGARBI, Julio André. *Domotica Inteligente: Automação Residencial Baseada em Comportamento*. 2007. 107f. Dissertação de mestrado – Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, 2007.

SILVA, Larissa Carolina Corraide da. *Gerenciamento do gasto de equipamentos em modo standby e economia de energia*. 2016. 60f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

SOUZA, André José Martins de. *Controle e automação de iluminação residencial por telefone*. 2011. 90f. Trabalho de conclusão de curso – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2011.

TEZA, Vanderlei Rabelo. *Alguns aspectos sobre a automação residencial: domótica*. 2002. 106f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

VENTURI, Eli. *Protótipo de um sistema para controle e monitoração residencial através de dispositivos móveis utilizando a plataforma .NET*. 2005. 68f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2005.

APÊNDICES

APÊDICE A – SIMULAÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA RESIDÊNCIA HIPOTÉTICA

Tabela 6 - Estimativa do consumo de energia elétrica

Equipamento	Quantidade	Potência (W)	Dias de uso (dias/mês)	Tempo de uso	Consumo (kWh/mês)
Aspirador de Pó	1	100	30	20min	1,00
Batedeira	1	180	8	20min	0,48
Cafeteira Elétrica	1	200	30	1h	6,00
Chuveiro	1	4000	30	32min	64,00
Computador	2	80	30	8h	38,40
Ferro de Passar	1	1000	12	1h	12,00
Fogão Elétrico	1	100	30	1h	3,00
Forno Elétrico	1	900	30	1h	27,00
Geladeira	1	90	30	24h	64,80
Impressora	1	25	30	1h	0,75
Lâmpada Flu. 40W	7	40	30	5h	42,00
Lavadora de Roupas	1	600	12	1h	7,20
Liquidificador	1	300	15	15min	1,13
Micro-ondas	1	1500	30	20min	15,00
Micro System	1	5	30	10h	1,50
Sanducheira	1	750	30	10min	3,75
Secador de Cabelo	1	1000	30	10min	5,00
TV LCD	2	100	30	5h	30,00
Ventilador	1	50	30	8h	12,00
Vídeo Game	1	20	15	4h	1,20
TOTAL	32	348,21

ANEXOS

ANEXO A – ESTIMATIVAS DE CONSUMO MÉDIO DOS EQUIPAMENTOS EM MODO STANDBY

Tabela 7 - Dados de consumo médio de cafeteiras

Aparelho	Medição	Tipo	Tamanho	Idade~	Marca	Consumo em 1 hora (kWh)		Consumo equivalente em 1 hora (kWh)	
						em utilização	em standby	em utilização	em standby
1	22	-	-	1	Nespresso	0,0425	0,0003	0,00287	0,00027
2	71	-	-	2	Faet	0,1179	0,0001	0,00798	0,00013
3	78	-	-	3	Arno	0,0578	0,0001	0,00391	0,00008
Valores médios do consumo						0,0727	0,0002	0,00492	0,00016

Fonte: Dantas, 2014

Tabela 8 - Dados de consumo médio de computadores

Aparelho	Medição	Tipo	Tamanho	Idade~	Marca	Consumo em 1 hora (kWh)		Consumo equivalente em 1 hora (kWh)	
						em utilização	em standby	em utilização	em standby
1	19	Desktop	21'	2	Dell	0,0663	0,0043	0,02049	0,00299
2	20	Desktop	21'	2	Dell	0,0481	0,0012	0,01485	0,00081
3	32	Desktop	21'	4	AOC	0,0641	0,0063	0,01980	0,00433
4	38	Notebook	14'	4	Sony Vaio	0,0157	0,0009	0,00485	0,00060
5	47	Notebook	14'	5	Acer	0,0321	0,0004	0,00990	0,00025
Valores médios do consumo						0,0452	0,0026	0,01398	0,00180

Fonte: Dantas, 2014

Tabela 9 - Dados de consumo médio de lavadoras de roupas

Aparelho	Medição	Tipo	Tamanho	Idade~	Marca	Consumo em 1 hora (kWh)		Consumo equivalente em 1 hora (kWh)	
						em utilização	em standby	em utilização	em standby
1	53	-	12kg	2	Electrolux	0,0821	0,0002	0,00192	0,00021
2	61	-	8kg	4	Brastemp	0,1487	0,0004	0,00348	0,00044
3	62	-	7kg	5	Electrolux	0,0716	0,0005	0,00168	0,00044
4	67	-	7kg	2	Electrolux	0,1299	0,0006	0,00304	0,00058
Valores médios do consumo						0,1081	0,0004	0,00253	0,00042

Fonte: Dantas, 2014

Tabela 10 - Dados de consumo médio de micro-ondas

Aparelho	Medição	Tipo	Tamanho	Idade~	Marca	Consumo em 1 hora (kWh)		Consumo equivalente em 1 hora (kWh)	
						em utilização	em standby	em utilização	em standby
1	6	-	30L	8	Brastemp	1,4613	0,0015	0,01000	0,00148
2	26	-	28L	2	Panasonic	1,5404	0,0018	0,01054	0,00175
3	31	-	20L	0,9	Consul	1,1220	0,0014	0,00768	0,00136
4	41	-	30L	20	Philco	1,4557	0,0037	0,00996	0,00369
5	44	-	18L	1	Electrolux	1,1865	0,0013	0,00812	0,00124
6	52	-	31L	7	GE	1,5704	0,0014	0,01075	0,00144
Valores médios do consumo						1,3894	0,0018	0,00951	0,00183

Fonte: Dantas, 2014

Tabela 11 - Dados de consumo médio de aparelhos de som

Aparelho	Medição	Tipo	Tamanho	Idade~	Marca	Consumo em 1 hora (kWh)		Consumo equivalente em 1 hora (kWh)	
						em utilização	em standby	em utilização	em standby
1	10	-	3 em 1	23	Gradiente	0,0222	0,0003	0,00185	0,00023
2	51	-	3 em 1	16	Gradiente	0,0147	0,0090	0,00123	0,00827
3	64	-	3 em 1	3	Philco	0,0084	0,0007	0,00070	0,00065
4	70	-	3 em 1	7	Hyunday	0,0044	0,0016	0,00036	0,00144
5	77	-	4 em 1	5	Samsung	0,0238	0,0019	0,00198	0,00173
Valores médios do consumo						0,0147	0,0027	0,00122	0,00247

Fonte: Dantas, 2014

Tabela 12 - Dados de consumo médio de televisões LCD

Aparelho	Medição	Tipo	Tamanho	Idade~	Marca	Consumo em 1 hora (kWh)		Consumo equivalente em 1 hora (kWh)	
						em utilização	em standby	em utilização	em standby
1	11	LCD	26"	3	Semp	0,0611	0,0009	0,01569	0,00066
2	23	LCD	32"	8	Philips	0,1024	0,0006	0,02630	0,00045
3	35	LCD	32"	3	Philips	0,0776	0,0002	0,01994	0,00016
4	45	LCD	32"	3	Semp	0,0949	0,0009	0,02437	0,00071
5	55	LCD	32"	3	Toshiba	0,1141	0,0004	0,02933	0,00029
6	56	LCD	32"	5	Semp	0,0907	0,0004	0,02330	0,00032
7	57	LCD	42"	1	LG	0,1603	0,0002	0,04118	0,00018
8	58	LCD	26"	7	LG	0,0780	0,0006	0,02003	0,00043
Valores médios do consumo						0,0974	0,0005	0,02502	0,00040

Fonte: Dantas, 2014

Tabela 13 - Dados de consumo médio de videogames

Aparelho	Medição	Tipo	Tamanho	Idade~	Marca	Consumo em 1 hora (kWh)		Consumo equivalente em 1 hora (kWh)	
						em utilização	em <i>standby</i>	em utilização	em <i>standby</i>
1	21	-	-	1	Nintendo	0,0331	0,0005	0,00276	0,00044
2	36	-	-	1	ps3	0,0813	0,0004	0,00678	0,00036
Valores médios do consumo						0,0572	0,0004	0,00477	0,00040

Fonte: Dantas, 2014

ANEXO B – TABELA DE ESTIMATIVA DE CONSUMO MÉDIO MENSAL DE ELETRODOMÉSTICOS DE ACORDO COM USO HIPOTÉTICO

Tabela 14 - Estimativa de consumo médio mensal de acordo com uso hipotético

(continua)

Aparelhos Elétricos	Dias Estimados Uso/Mês	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (kWh)
Aparelho de Blu-ray	8	2 h	0,19
Aparelho de DVD	8	2 h	0,24
Aparelho de som	20	3 h	6,60
Aquecedor de ambiente	15	8 h	193,44
Aquecedor de mamadeira	30	15 min	0,75
Aquecedor de marmita	20	30 min	0,60
Ar-condicionado tipo janela menor ou igual a 9.000 BTU/h	30	8 h	128,80
Ar-condicionado tipo janela de 9.001 a 14.000 BTU/h	30	8 h	181,60
Ar-condicionado tipo janela maior que 14.000 BTU/h	30	8 h	374,00
Ar-condicionado tipo split menor ou igual a 10.000 BTU/h	30	8 h	142,28
Ar-condicionado tipo split de 10.001 a 15.000 BTU/h	30	8 h	193,76
Ar-condicionado tipo split de 15.001 a 20.000 BTU/h	30	8 h	293,68
Ar-condicionado tipo split de 20.001 a 30.000 BTU/h	30	8 h	439,20
Ar-condicionado tipo split maior que 30.000 BTU/h	30	8 h	679,20
Aspirador de pó	30	20 min	7,17
Batedeira	8	20 min	0,400
Boiler elétrico de 200 L	30	24 h	346,75
Bomba d'água 1/2 cv	30	30 min	7,20
Bomba d'água 1/3 cv	30	30 min	6,15
Cafeteira elétrica	30	1 h	6,56
Cafeteira expresso	30	1 h	23,82
Chaleira elétrica	30	1 h	28,23
Churrasqueira elétrica	5	4 h	76,00
Chuveiro elétrico - 4500 W	30	32 min	72,00
Chuveiro elétrico - 5500 W	30	32 min	88,00
Computador	30	8 h	15,12
Enceradeira	2	2 h	1,80

Aparelhos Elétricos	Dias Estimados Uso/Mês	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (kWh)
Espremedor de frutas	20	10 min	0,18
Exaustor fogão	30	2 h	9,96
Fax modem em stand by	30	24 h	2,16
Ferro elétrico automático a seco - 1050 W	12	1 h	2,40
Ferro elétrico automático a vapor - 1200 W	12	1 h	7,20
Fogão elétrico - cook top (por queimador)	30	1 h	68,55
Forno elétrico	30	1 h	15,00
Forno micro-ondas - 25 L	30	20 min	13,98
Freezer vertical/horizontal	30	24 h	47,55
Freezer vertical frost free	30	24 h	54,00
Frigobar	30	24 h	18,90
Fritadeira elétrica	15	30 min	6,81
Furadeira	4	1 h	0,94
Geladeira 1 porta	30	24 h	25,20
Geladeira 1 porta frost free	30	24 h	39,60
Geladeira 2 portas	30	24 h	48,24
Geladeira 2 portas frost free	30	24 h	56,88
Grill	10	30 min	3,20
Home theater - 350 W	8	2 h	5,60
Impressora	30	1 h	0,45
Lâmpada fluorescente compacta - 11 W	30	5 h	1,65
Lâmpada fluorescente compacta - 15 W	30	5 h	2,25
Lâmpada fluorescente compacta - 23 W	30	5 h	3,45
Lâmpada incandescente - 40 W	30	5 h	6,00
Lâmpada incandescente - 60 W	30	5 h	9,00
Lâmpada incandescente - 100 W	30	5 h	15,00
Lavadora de louças	30	40 min	30,86
Lavadora de roupas	12	1 h	1,76
Liquidificador	15	15 min	0,80
Máquina de costura	10	3 h	3,00
Modem de internet	30	8 h	1,92
Monitor	30	8 h	13,20
Monitor LCD	30	8 h	8,16
Multiprocessador	20	1 h	8,56

(conclusão)

Aparelhos Elétricos	Dias Estimados Uso/Mês	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (kWh)
Nebulizador	16	2,5 h	1,68
Notebook	30	8 h	4,80
Panela elétrica	20	1 h	22,00
Prancha (chapinha)	20	30 min	0,33
Projeter	20	1 h	4,78
Rádio elétrico pequeno	30	10 h	1,50
Rádio relógio	30	24 h	3,60
Roteador	30	8 h	1,44
Sanducheira	30	10 min	3,35
Scanner	30	1 h	0,27
Secador de cabelo - 1000 W	30	10 min	5,21
Secadora de roupa	8	1 h	14,92
Tanquinho	12	1 h	0,84
Telefone sem fio	30	24 h	2,16
Torneira elétrica - 3250 W	30	30 min	48,75
Torradeira	30	10 min	4,00
TV em cores - 14" (tubo)	30	5 h	6,30
TV em cores - 29" (tubo)	30	5 h	15,15
TV em cores - 32" (LCD)	30	5 h	14,25
TV em cores - 40" (LED)	30	5 h	12,45
TV em cores - 42" (LED)	30	5 h	30,45
TV portátil	30	5 h	7,05
Ventilador de mesa	30	8 h	17,28
Ventilador de teto	30	8 h	17,52
Videogame	15	4 h	1,44

Fonte: PROCEL/Eletróbrás

ANEXO C – TABELA NBR5413 DA ILUMINÂNCIA DE INTERIORES

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples	20 - 30 - 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 - 75 - 100	Orientação simples para permanência curta
	100 - 150 - 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200 - 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
B Iluminação geral para área de trabalho	500 - 750 - 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
	1000 - 1500 - 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000 - 3000 - 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5000 - 7500 - 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000 - 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Figura 16 - Tabela NBR5413

(Fonte: ABNT)