



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA DE
CONTROLE E AUTOMAÇÃO - CEAU**



LARISSA CAROLINA CORRAIDE DA SILVA

**GERENCIAMENTO DO GASTO DE EQUIPAMENTOS EM MODO *STANDBY* E
ECONOMIA DE ENERGIA**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO**

**OURO PRETO - MG
2016**

LARISSA CAROLINA CORRAIDE DA SILVA

**GERENCIAMENTO DO GASTO DE EQUIPAMENTOS EM MODO *STANDBY* E
ECONOMIA DE ENERGIA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção de Grau em Engenheiro de Controle e Automação.

Orientadora: Professora Ms. Regiane de Sousa e Silva Ramalho

OURO PRETO – MG
Escola de Minas – UFOP

2016

S586g

Silva, Larissa Carolina Corraide da.

Gerenciamento do gasto de equipamentos em modo standby e economia de energia [manuscrito] / Larissa Carolina Corraide da Silva. - 2016.

60f.: il.: color; grafs; tabs.

Orientador: Prof. MSc. Regiane de Sousa e Silva Ramalho.

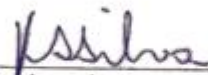
Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia de Controle e Automação e Técnicas Fundamentais.

1. Automação residencial. 2. Suprimento emergencial de potencia. 3. Android (Recurso eletrônico). 4. Energia eletrica - Consumo. I. Ramalho, Regiane de Sousa e Silva. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Titulo.

CDU: 681.5

Catálogo: ficha@sisbin.ufop.br

Monografia defendida e aprovada, em 02 de agosto de 2016, pela comissão avaliadora constituída pelos professores:



Profa. M. Sc. Regiane de Sousa e Silva Ramalho - Orientadora



Prof. Dr. Luiz Fernando Rispoli Alves – Professor Convidado



Prof. Dr. Paulo Marcos de Barros Monteiro – Professor Convidado

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, minha guerreira, que fez o possível e impossível para que eu chegasse onde cheguei, meu muito obrigada. Agradeço as minhas irmãs pela ajuda, confiança e, principalmente, por serem minha fonte de inspiração. Minha família por entender minha ausência e ser minha base.

Agradeço a Escola de Minas e seus mestres, especialmente minha orientadora Regiane, por todo o conhecimento que foi passado com tanta dedicação.

Ao Matheus, meu muito obrigada, pelo carinho, atenção, apoio e incentivo quando o que eu mais queria era desistir e durante todo o período de desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a Fundação Gorceix, especialmente ao Rogério Veiga, por toda ajuda e incentivo, oportunidade e confiança a mim depositada.

Agradeço a todos os amigos que eu fiz em minha graduação, em especial automação 10.2, e todos os velhos amigos pelo apoio e compreensão.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê. ”

Arthur Schopenhauer

RESUMO

Nos dias atuais, um dos grandes desperdícios de energia elétrica residencial é causado pelos equipamentos eletroeletrônicos que possuem um modo de operação denominado *standby*. Neste tipo de operação, o equipamento deixa de realizar sua função principal, mas permanece energizado e consumindo energia, mesmo que em pequena quantidade, com o intuito de esperar até que o consumidor volte a utilizá-lo. Devido ao elevado consumo de energia elétrica nas residências e visando a sustentabilidade, a economia financeira e o melhor aproveitamento dos recursos energéticos, será apresentado uma estimativa do gasto de energia elétrica com ênfase nos equipamentos em *standby*. Vale ressaltar que a estimativa do consumo de energia é fundamental para um melhor entendimento da parcela de gastos nas contas de energia, uma vez que os consumidores pressupõem que os equipamentos em modo de espera não gastam energia de forma significativa. Como solução para otimização do consumo, propõe-se um sistema de automação residencial onde o consumidor consiga identificar os equipamentos que estão ligados no momento e que não estão sendo utilizados e, caso necessário, gerenciá-los. É possível a redução de gastos de energia elétrica através de um monitoramento de temperatura desejada e desligamento de luzes de forma remota. Desta maneira, o sistema possibilita ao usuário desligar totalmente os equipamentos que não estão sendo utilizados no momento de forma automatizada, sem precisar de desligá-los da tomada. Assim, o sistema evita o gasto dos aparelhos eletroeletrônicos que não estão em uso, com o intuito de minimizar o desperdício da energia elétrica e, conseqüentemente, aumentar a vida útil dos equipamentos e otimização dos recursos naturais, gerando menos interferência no meio ambiente.

Palavras chave: Arduino, Android, automação residencial, consumo de energia elétrica, *standby*, economia de energia.

ABSTRACT

Nowadays, one of the biggest waste of residential energy is being caused by electronic equipment that have an operating mode called *standby*. In this type of operation, the device stops performing its primary function, but remains energized and consuming energy even in small quantities, in order to wait until the consumer start using it again. Observing the high consumption of electricity in several homes and seeking sustainability, financial savings and better use of energy resources, an estimate of energy consumption highlighting the standby mode of operation will be studied. This estimation is fundamental to have a better understanding of the energy bills, since consumers assume that the *standby* equipment does not spend significant energy. As a solution for reducing the consumption of energy, this study proposes a home automation system that can identify the devices that are connected to the house plugs in the moment and manage them. The proposed system will allow the user to disconnect the devices that are not being used automatically, without doing the action to get up and turn them off. In this way, the system avoids the expense of consumer electronics devices that in standby mode in order to minimize the waste of electricity and, consequently, increase the life of equipment and preserve the natural resources, creating less interference in the environment.

Keywords: Arduino, android, home automation system, energy consumption, *standby* power.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIE - Agência Internacional de Energia

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais

IDE - *Integrated Development Environment*

IMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

LDR - *Light Dependent Resistor*

LED - *Light Emitting Diode.*

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

POCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

USA – *United State of America*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Símbolo de Standby	13
Figura 2: Led identificador de standby	14
Figura 3: Uso da função Standby dos eletrodomésticos	18
Figura 4: Componentes responsáveis pela função <i>standby</i>	20
Figura 5: Esquema de funcionamento do Econotech	22
Figura 6: HISAVER SWE-100U	23
Figura 7: Dois modelos de Stand By Block	23
Figura 8: Esquema de funcionamento do equipamento Stand By Block	24
Figura 9: Explicação da etiqueta Selo Procel	25
Figura 10: Placa Arduino	26
Figura 11: Módulo <i>Bluetooth</i>	26
Figura 12: Divisor de tensão	27
Figura 13: Configuração do Relé	28
Figura 14: Módulo com dois relés (10A - 110V/220V)	28
Figura 15: Esquema de funcionamento de um relé	28
Figura 16: Transistor do tipo NPN	29
Figura 17: Transistor BC337	29
Figura 18: Diodo	29
Figura 19: Circuito esquemático de drive	30
Figura 20: Montagem do circuito de acionamento do relé	30
Figura 21: Sensor LDR	31
Figura 22: Pinagem LM35	31
Figura 23: Arduino IDE	32
Figura 24: Tela inicial do aplicativo	33
Figura 25: Vista do ambiente no modo desing	33
Figura 26: Vista do ambiente no modo Blocks	34
Figura 27: Emulador Android	34
Figura 28: Comparativo do consumo dos eletrodomésticos	36
Figura 29: Porcentagem de uso em modo ativo e <i>standby</i>	37
Figura 30: Comparativo entre os equipamentos de acordo com o modo de uso	37
Figura 31: Circuito de proteção Arduino – Relé	39
Figura 32: Diagrama de blocos do sistema	41
Figura 33: Montagem do circuito	41
Figura 34: Montagem do circuito completo	42
Figura 35: Fluxograma do programa desenvolvido	43

Figura 36: Proposta de tela inicial do aplicativo	44
Figura 37: Notificação de ativação do <i>bluetooth</i>	44
Figura 38: Cômodos para gerenciamento	45
Figura 39: Fluxograma do aplicativo.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Gastos de equipamentos em modo standby	19
Tabela 2: Consumo dos equipamentos em standby	36
Tabela 3: Estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos de acordo com um uso hipotético	51
Tabela 4: Estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos de acordo com um uso hipotético	52
Tabela 5: Dados do consumo médio de cafeteira	53
Tabela 6: Dados do consumo médio de computadores	53
Tabela 7: Dados do consumo médio de lavadora de roupas.....	53
Tabela 8: Dados do consumo médio de forno micro-ondas	53
Tabela 9: Dados do consumo médio de aparelhos de som	54
Tabela 10: Dados do consumo médio de televisões LCD	54
Tabela 11: Dados do consumo médio de videogames.....	54
Tabela 12: Estimativa do consumo de alguns equipamentos	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Considerações Iniciais	13
1.2	Objetivos	14
1.2.1	Gerais	14
1.2.2	Específicos	14
1.3	Justificativa	15
1.4	Metodologia	15
1.5	Estrutura do trabalho	16
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	17
2.1	Energia Elétrica	17
2.2	Modo <i>Standby</i>	17
2.2.1	Redução do consumo do modo <i>standby</i>	19
2.2.2	Redução para 1 Watt	21
2.2.3	Equipamentos estudados para redução do consumo de energia em <i>Standby</i>	21
2.2.4	ECONOTECH	22
2.2.5	HISAVER SWE-100U	22
2.2.6	STAND BY BLOCK	23
2.3	Selo Procel	24
2.4	Eficiência Energética	25
2.5	Arduino	25
2.6	Módulo <i>bluetooth</i>	26
2.6.1	Comunicação <i>Bluetooth</i>	27
2.7	Relé	27
2.8	Transistor BC337	28
2.9	Diodo IN4001	29
2.10	Circuito básico de Drive	30
2.11	Sensor LDR	31
2.12	Sensor LM35	31
2.13	Softwares	31
2.13.1	Arduino – IDE	31
2.13.2	App Inventor	32
3	ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA RESIDENCIAL	35
3.1	Simulação dos gastos	35

3.2	Estimativa do consumo dos equipamentos em Standby	35
3.3	Análise dos resultados.....	36
4	SISTEMA AUTOMÁTICO	38
4.1	Medidor de energia elétrica em tempo real.....	38
4.2	Sistema de controle	38
4.2.1	Conexão Bluetooth.....	38
4.2.2	Acionamento relé	39
4.3	Monitoramento de temperatura	39
4.4	Feedback de luminosidade	40
4.5	Diagrama de blocos.....	40
4.6	Montagem do circuito	41
4.7	Programação Arduino	42
4.8	Aplicativo.....	43
5	CONCLUSÃO	46
6	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	48
7	ANEXOS	51
8	APÊNDICES.....	55

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Nos dias atuais, a eletricidade possui um papel de grande importância no dia-a-dia dos consumidores, pois é ela que possibilita a utilização dos diversos equipamentos capazes de tornar a vida mais cômoda e confortável nas residências. Contrapondo suas vantagens e benefícios para quem a consome, a energia possui um alto custo, uma vez que 49% do valor da energia elétrica é devido a impostos (RICCIARDI, 2012), e gera danos irreparáveis ao meio ambiente, como por exemplo a necessidade de represamento de rios para a geração de energia e a conseqüente retirada da população ao redor, prejudicando assim a economia local e o clima.

Devido a estes impactos ambientais e o alto custo financeiro, tem-se observado uma grande conscientização e conseqüente preocupação em utilizar a energia de forma racional, sem prejudicar a comodidade da vida atual, com o objetivo de não só reduzir os gastos mensais de uma residência, mas também para redução dos impactos ambientais e melhoria da eficiência energética, uma grande preocupação mundial atualmente.

Associando a economia de energia elétrica com a comodidade e bem-estar do cotidiano do usuário, observa-se que um grande número de equipamentos que apresentam a função modo de espera, são responsáveis em média por 15% dos gastos de energia causando, assim, um grande impacto, tanto no orçamento do consumidor quanto também na quantidade de energia gasta (SUDRÉ,2015). Este modo de espera, quando o equipamento permanece ligado, geralmente é indicado com um LED, consumindo energia e aguardando o usuário iniciar o seu uso novamente (Figura 2). A simbologia deste modo de operação ainda não está consolidada, portanto uma das simbologias presente no mercado está ilustrada na figura 1.



Figura 1: Símbolo de Standby

Fonte: TORRES,2008



Figura 2: Led identificador de standby

Fonte: PECORARO

Com o ininterrupto progresso da tecnologia, desenvolveu-se equipamentos eletroeletrônicos cada vez mais cômodo para o usuário devido a presença de controle remoto e operações como modo de espera destes eletrodomésticos. Por outro lado, o consumo de energia dos equipamentos em modo *standby*, ou seja, o modo de espera, se torna um desperdício, pois o usuário consome energia quando não está utilizando o aparelho.

Devido ao grande benefício de equipamentos que gerenciem o uso dos equipamentos em *standby*, muitos estudos estão sendo realizados em todo o mundo e aparelhos que se baseiam na presença do usuário para desligá-lo de forma cômoda estão sendo desenvolvidos não só no Brasil, mas como em outros países. Alguns desses métodos serão descritos posteriormente ao longo do trabalho e, também será proposto um novo sistema para evitar o modo de espera dos equipamentos, uma vez que o usuário pode desligá-los remotamente.

1.2 Objetivos

1.2.1 Gerais

Realizar estudo sobre o consumo de energia elétrica residencial, estimando os gastos causados por um equipamento em modo *standby*, analisar as soluções no mercado para a otimização de energia nos equipamentos em *standby* e propor um sistema que desligue estes equipamentos sem tirá-los da tomada com o intuito de minimizar o desperdício de energia, porém não minimizando a comodidade dos dias atuais dos consumidores.

1.2.2 Específicos

Os objetivos específicos desta dissertação são:

- Estimar o consumo de energia e os gastos com *standby* através de simuladores de concessionárias de energia e pesquisa de posse de hábitos;

- Análise de alguns equipamentos já existentes no mercado para o gerenciamento dos equipamentos em modo de espera;
- Proposta de um novo sistema com o objetivo de reduzir o gasto utilizando o controle com o Arduino e relés.
- Proposta de um aplicativo para Android, como uma interface entre o usuário e o consumidor, para que o mesmo possa otimizar o consumo de energia elétrica através da energização ou não das tomadas e um sistema de monitoramento de temperatura desejada.

1.3 Justificativa

Nos dias atuais, devido ao desenvolvimento da tecnologia, o usuário desfruta de um grande nível de comodidade e, portanto, muitos hábitos são desenvolvidos pelos usuários, como por exemplo o ato de desligar os eletroeletrônicos usando controle remoto sem desligá-los completamente, deixar o computador ligado no período de almoço, de banho ou até mesmo uma noite inteira, deixar o modem ou roteador ligados durante todo o período do dia e da noite quando ninguém está utilizando-os.

Aparentemente o gasto gerado pelos equipamentos no modo de espera é mínimo, porém quando se somam a todos os consumidores que possuem essa mesma rotina, a agência internacional de energia (AIE) revela que em 2013 foram perdidos oitenta bilhões de dólares devido a energia desperdiçada neste tipo de operação (*standby*). Além disso, eles também afirmam que os consumidores poderiam economizar aproximadamente 600 TWh até 2020 (CAPELAS JR, 2014).

O cenário em algumas regiões do país atualmente é a falta de água, e que conseqüentemente leva a um racionamento de energia. Diante deste quadro, faz-se necessário o projeto de casas sustentáveis que contribuam para a minimização da energia elétrica sem que haja racionamento de energia. E como consequência da redução do consumo de energia elétrica, a emissão de gás carbônico iria diminuir e, conseqüentemente, a redução de problemas ambientais.

É importante salientar que o projeto proposto não visa apenas a sustentabilidade, mas também a comodidade do usuário. Portanto, o projeto preza além da preocupação com o ambiente que está em alta nos dias atuais, o conforto e a facilidade do dia-a-dia.

1.4 Metodologia

Para a análise do consumo de energia elétrica residencial e estimativa dos gastos causados pelo *standby*, faz-se necessário uma abordagem teórica sobre o assunto em questão, assim como

equipamentos já disponíveis no mercado para diminuir o consumo de energia elétrica quando os equipamentos estão operando em *standby*, ou seja, modo de espera.

Em seguida, realizou-se uma estimativa do consumo de energia elétrica de uma residência analisando alguns equipamentos. Este estudo possibilitou uma estimativa do uso dos equipamentos mais utilizados nas residências atuais, assim como o seu consumo em modo de espera com base em estudos já desenvolvidos por pesquisadores. Dessa maneira, foi possível analisar a parcela presente na conta de luz devido ao *standby*.

Finalmente, foi feita uma análise dos resultados e a proposta de um método que possa desligar totalmente os aparelhos de maneira remota quando os mesmos não estão operando em sua função principal. Primeiramente estudou-se o acionamento do relé utilizando Arduino para ligar ou desligar as tomadas, em seguida o estudo da comunicação *bluetooth* e, finalmente, a proposta do aplicativo para o sistema Arduino, indispensável para a comunicação entre o usuário e o controle do sistema proposto para gerenciamento de equipamentos em *standby*. Sendo assim, faz-se necessário uma revisão dos equipamentos utilizados no sistema proposto, paralelamente a última etapa deste trabalho.

1.5 Estrutura do trabalho

Este trabalho é composto por 6 capítulos.

No capítulo 1, Introdução, apresenta-se uma breve introdução do consumo de energia dos equipamentos funcionando em modo de operação *standby*, necessária para o desenvolvimento do trabalho, assim como os objetivos a serem alcançados nesta monografia, justificados com o cenário atual de redução do consumo de energia.

No Capítulo 2, Revisão Bibliográfica, expõe-se os conceitos teóricos como fundamentação básica para o estudo, além dos componentes necessários para o desenvolvimento do sistema.

No Capítulo 3, Estimativa do consumo de energia elétrica residencial, apresenta-se o estudo da estimativa do consumo de energia de equipamentos em modo ativo e em modo *standby*, além da apresentação de gráficos que ilustram os resultados dessa pesquisa.

No Capítulo 4, expõe-se o sistema de gerenciamento de equipamentos em modo *standby* e no Capítulo 5, Conclusão, são realizadas as considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 Energia Elétrica

A energia elétrica, baseada na geração de diferença de potencial elétrico em dois pontos permitindo uma corrente elétrica entre ambos, é uma fonte de energia proveniente da transformação de fontes primárias disponíveis no planeta (FREITAS, ZANCAN,2008). Como algumas vantagens, ela é facilmente transportável, possui baixa perda energética e é indispensável para operação de máquinas, eletrodomésticos e equipamentos em geral.

2.2 Modo *Standby*

O modo *standby* é a denominação de um modo de operação presente nos equipamentos, em que os mesmos permanecem ligados, porém consumindo uma quantia menor de energia elétrica, com o intuito de aguardar até que o usuário volte a usar o equipamento (CEMIG,2014). Sua principal vantagem é a manutenção das informações no equipamento, como logins, e a facilidade do uso de ligar o equipamento usando controle remoto.

O consumo de energia elétrica, quando o aparelho não está realizando a sua função primária, ou seja, ligado, se dá pelo consumo de conversores internos, convertendo a tensão alternada em tensão contínua usada pelo aparelho, circuitos e sensores que recebem sinal remoto, displays e LED's de indicação (*Standby Power: FAQs*,2016)

O micro-ondas é um grande vilão para o usuário, porque neste modo é possível que o equipamento armazene configurações já feitas anteriormente, como a indicação das horas no display frontal. Este equipamento não está utilizando a mesma potência que quando está em funcionamento, mas está consumindo uma parcela de energia elétrica para manter aceso o painel informando as horas. Em uso doméstico, o micro-ondas passa mais tempo neste estado do que em funcionamento, gerando assim um consumo e um consequente custo na conta de energia elétrica desnecessariamente.

Outro grande exemplo de equipamentos em *standby* é o caso da televisão, onde o usuário pode desligá-la remotamente devido à grande comodidade proporcionada pelo controle remoto, porém a mesma permanece ligada, e algumas acionam um LED frontal indicando que estão neste modo de operação. É importante salientar que o consumo de energia elétrica também acontece quando nenhuma luz fica aparentemente acesa no equipamento, o carregador de celular é um exemplo.

Equipamentos como Smart TV's não possuem necessidade de ficarem em modo *standby*, uma vez que todas as suas informações são salvas na nuvem e não no próprio equipamento. Portanto, quando o consumidor desligar e ligar novamente, o equipamento carregará esses dados da nuvem e não do próprio equipamento. Sendo assim, não justifica a televisão em *standby* para perda de informações, apenas para a comodidade do uso de controle remoto.

Devido a necessidade de estudos sobre o consumo de energia elétrica e a relação entre classe econômica, *standby*, entre outros, o Departamento de Planejamento e Estudos de Conservação de Energia da Eletrobrás realiza, além de pesquisas sobre a posse de hábitos do uso de equipamentos nas residências brasileiras, algumas informações sobre classe econômica, uso de eletrodomésticos em *standby* e qualidade do fornecimento de energia elétrica, por exemplo. Após este estudo, a organização elabora um relatório com todas essas informações presentes em gráficos e tabelas. A figura 3 apresenta alguns eletrodomésticos e o seu percentual de uso em modo *standby*. Observa-se que o equipamento que mais é utilizado em modo *standby* é televisão, seguida pelo som. Por último, encontra-se o ventilador de teto dentre os equipamentos analisados.

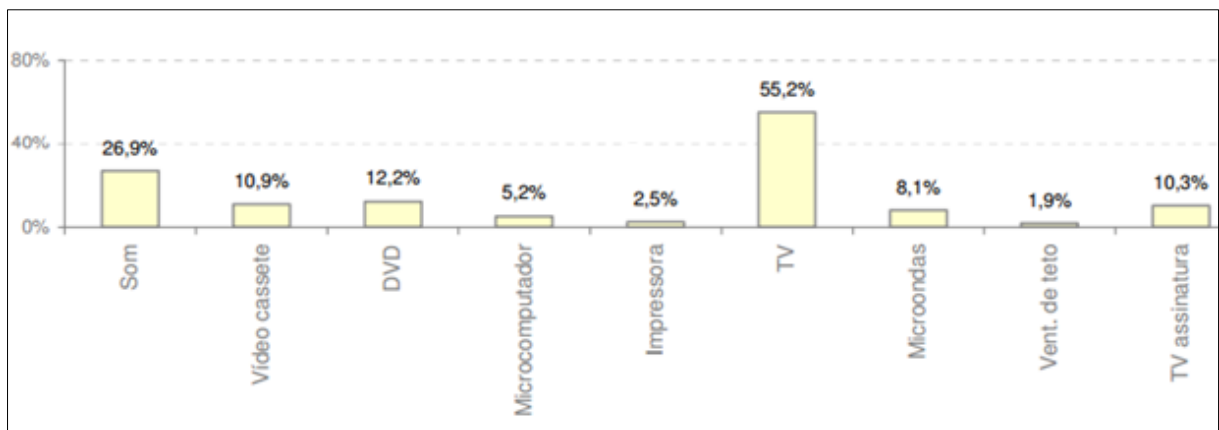


Figura 3: Uso da função Standby dos eletrodomésticos

Fonte: ELETROBRAS / PROCEL, 2007

O assunto de redução de gastos devido ao *standby* está sendo desenvolvido desde a década de 90 em diversos países. Dentre esses estudos, o Laboratório Nacional de Lawrence Berkeley (Lawrence Berkeley National Laboratory), um laboratório do Departamento de Energia dos Estados Unidos da América e gerido pela universidade da Califórnia (USA), realizou um estudo sobre o consumo de diferentes equipamentos utilizados em residências. Diversos equipamentos foram estudados, observando os valores máximos e mínimos de consumo e, posteriormente, calculou-se sua respectiva média de consumo. Na tabela 1, encontra-se alguns produtos

analisados nesse estudo. Dados mais recentes sobre o consumo de equipamento em modo de espera, encontra-se no ANEXO II.

Tabela 1: Gastos de equipamentos em modo standby

Fonte: Raine, Greenberg & Meier, 1996

Produto	Média de consumo (W)	Mínimo (W)	Máximo (W)
Ar condicionado	0,9	0,9	0,9
Cafeteira	1,14	0	2,7
Carregador de celular	2,24	0,75	4,11
CD Player	5,04	2	18,4
Impressora a laser	1,58	0	4,5
Modem DSL	1,37	0,33	2,02
Televisão	6,97	0,2	48,5

2.2.1 Redução do consumo do modo *standby*

Após os estudos dos primeiros pesquisadores sobre este modo de operação, três autores, Raine, Greenberg e Meier, obtiveram destaques com seus estudos que tinham por objetivo otimizar o consumo de energia elétrica gerada pelo modo *standby*. Este trabalho foi realizado em 1996 e atualmente continua sendo referenciado e utilizado como base para a alteração dos componentes eletrônicos utilizados nos equipamentos com a finalidade de reduzir o consumo de energia.

Segundo Raine, Greenberg e Meier, as principais perdas provenientes do modo *standby* podem ser geradas devido a três partes: fonte de alimentação de baixa tensão, o circuito e os componentes de entrada e saída do sistema que estão presentes na maioria dos equipamentos. A energia gasta se dá pela soma dos gastos destes itens. Os componentes presentes nestes três sistemas permitem um alto consumo de energia, se não forem projetados adequadamente. A figura 4 ilustra esses principais componentes.

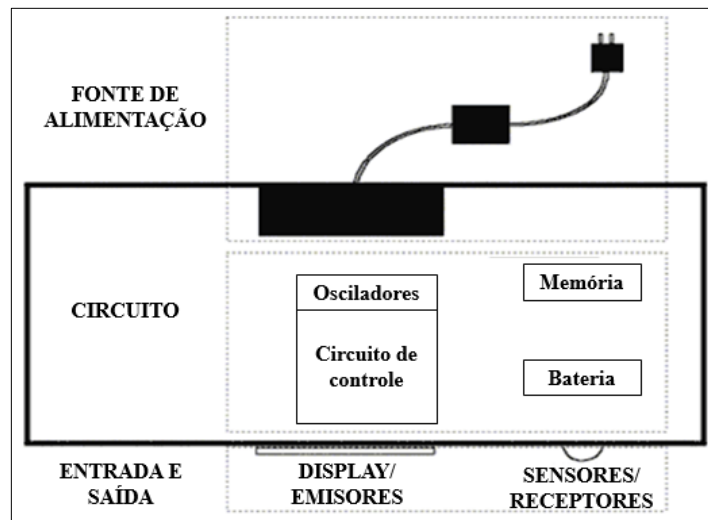


Figura 4: Componentes responsáveis pela função *standby*

Fonte: Rainer, Greenberg & Meier, 1996

2.2.1.1 Fonte de alimentação

Em muitos componentes a fonte de alimentação é necessária, uma vez que os aparelhos trabalham com tensão menor e contínua.

Segundo Rainer, Greenberg e Meier, o maior consumo de energia ocorre na alimentação do sistema, porém é o mais fácil de ser modificado com o intuito de reduzir os gastos energéticos. Nesse processo de alimentação, onde a corrente flui, ou seja, nos equipamentos ativos ou em *Standby*, três watts podem ser gastos. Com o intuito de minimizar os gastos nas fontes, podem ser citados as seguintes sugestões (Rainer, Greenberg & Meier 1996):

- Melhorar a eficiência da conversão, portanto indica-se o uso de fontes chaveadas. Caso seja utilizada fontes lineares, é necessário a utilização de maior quantidade de metal e lâminas de pequenas espessuras no núcleo do transformador.
- Fonte de alimentação inteligente que pudesse cessar realmente o funcionamento do equipamento quando o mesmo fosse desligado, porém permanecesse no modo *standby*. Ou além disso, o uso de baterias recarregáveis ou painéis fotovoltaicos para o fornecimento de energia, enquanto o equipamento estiver em modo *standby*.

2.2.1.2 Circuito de comando

O circuito interno dos equipamentos é composto por osciladores, equipamentos de controle e, em alguns casos, memórias para armazenamento de informações. Para a otimização do gasto energético nessa etapa, sugere-se:

- Osciladores de baixa frequência, uma vez que os osciladores de alta frequência consomem mais energia;
- Pequenos chips no sistema de controle;
- O uso de baterias de lítio.

2.2.1.3 Circuito de entrada e saída

É o sistema constituído de emissores e receptores, permitindo a comunicação entre o equipamento e o usuário. Os emissores podem ser os painéis com LED's, sendo que quanto maior a quantidade de LED's presentes no display, maior o consumo de energia. Já os receptores são os sensores de rádio ou infravermelho que recebem o sinal do controle remoto.

2.2.2 Redução para 1 Watt

A agência internacional de energia (AIE), com base nos estudos realizados por Rainer, Meier e Greenberg, que analisava o consumo de equipamentos em *standby*, propôs a redução da quantidade de energia gasta, quando o equipamento opera neste modo, para no máximo um watt, uma redução significativa comparada com o gasto de alguns eletrodomésticos, por exemplo. Para os pesquisadores, este é um valor suficiente para que todos os componentes responsáveis pela operação em modo de espera opere corretamente, sem gerar altos custos para os fabricantes (MEIER; HUBER; ROSEN,1998). A partir dessa nova metodologia, seria possível a redução de 70% das perdas nas principais partes de um equipamento, já aqui citadas (WEBBER, 1998).

2.2.3 Equipamentos estudados para redução do consumo de energia em Standby

Devido a grande preocupação na redução da geração de energia elétrica e, conseqüentemente, do consumo, alguns pesquisadores de diversos países desenvolveram sistemas para gerenciar equipamentos em *standby* através de sensores de presença, que indicariam a presença ou não do consumidor no cômodo, podendo assim desligar o aparelho. Alguns deles, serão detalhados a seguir.

2.2.4 ECONOTECH

O Econotech é um sistema, desenvolvido por estudantes do SENAI, de gerenciamento de equipamentos em *standby* baseado em detector de presença. Apresenta dois pinos, um que deve ser conectado à um aparelho principal e outro a um filtro de linha contendo os equipamentos (Figura 5). Em seu funcionamento, caso o sensor de presença identifique a presença de alguém no estabelecimento e o aparelho principal estiver em uso, o dispositivo permite passagem de corrente para o filtro de linha; caso contrário, não haverá liberação de corrente elétrica para o filtro. Assim, a liberação da corrente se dá se o componente principal estiver acionado e a presença detectada. (DURANTE; FERRARA; SANTOS, 2012)

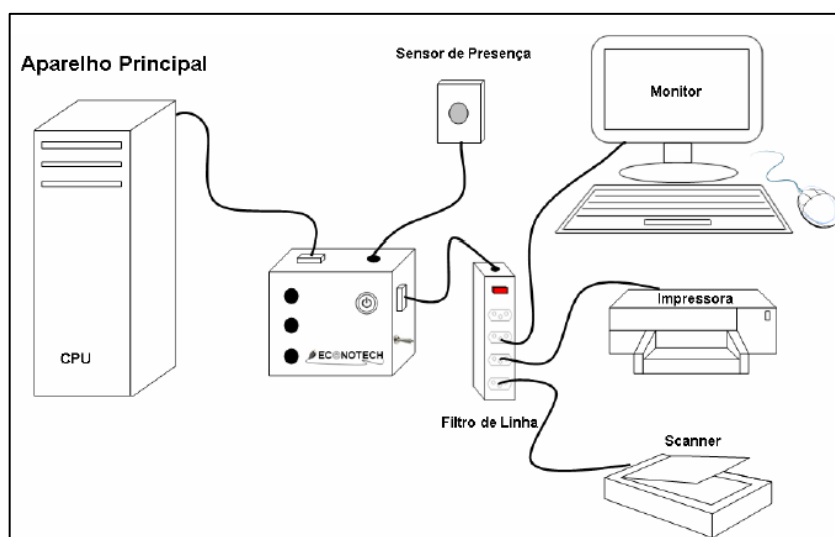


Figura 5: Esquema de funcionamento do Econotech

Fonte: DURANTE, FERRARA, SANTOS, 2012

2.2.5 HISAVER SWE-100U

Esta é uma tecnologia nacional desenvolvida com base na presença ou não do consumidor. Caso, após o tempo estabelecido pelo usuário nas possibilidades apresentadas por essa tecnologia, o sensor de movimento presente no equipamento não detecte mais a presença do consumidor, o mesmo desativa o computador e periféricos que estão ligados, ou outros equipamentos. Além disso, ele protege contra surtos de energia, já que se trata de um filtro de linha. (DURANTE, FERRARA, SANTOS, 2012). O equipamento encontra-se ilustrado na figura 6.



Figura 6: HISAVER SWE-100U

Fonte: (DURANTE, FERRARA, SANTOS, 2012)

2.2.6 STAND BY BLOCK

O Stand By Block é um equipamento desenvolvido pela Daneva, uma marca do Grupo Legrand, com o objetivo de desligar os equipamentos eletrônicos da tomada sem ter que efetivamente desconectá-los.

Este produto apresenta seis tomadas, sendo uma denominada bloqueadora, três independentes e duas livres. Há também uma chave disjuntora que protege todos os equipamentos que estiverem conectados. As tomadas livres (verdes) são tomadas que permanecem ativas, se a principal estiver acionada. Já as tomadas independentes (laranjas) apenas são ativadas se a tomada principal (vermelha) estiver em uso. Finalmente, a tomada em vermelho é tida como bloqueadora, ou seja, se estiver acionada, os equipamentos conectados as tomadas laranjas são acionados (LEGRAND, 2015).

O consumidor tem a opção de escolher dentre dois modelos deste produto, um possui duas entradas USB e outro não. A figura 7 ilustra os dois tipos de modelos presentes no mercado.



Figura 7: Dois modelos de Stand By Block

Fonte: LEGRAND, 2015

Como exemplo, se um monitor estiver conectado na tomada bloqueadora, um aparelho de vídeo game, um aparelho de som, e um aparelho de TV a cabo estiverem conectados nas tomadas

dependentes, caso o monitor seja desligado, os três equipamentos descritos anteriormente também serão totalmente desativados, evitando assim o consumo de energia elétrica desnecessária. A figura 8 ilustra o funcionamento deste equipamento, como descrito anteriormente.

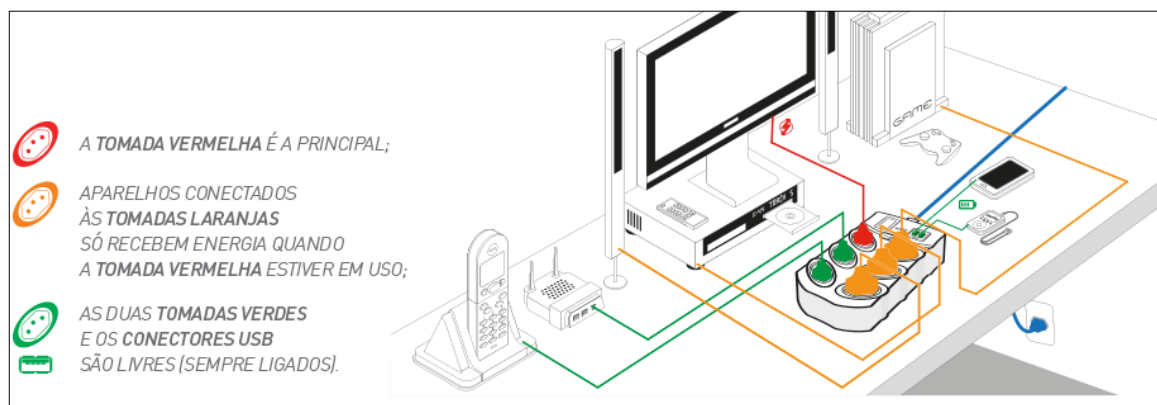


Figura 8: Esquema de funcionamento do equipamento Stand By Block

Fonte: LEGRAND, 2015

2.3 Selo Procel

O selo Procel (Figura 9) de economia de energia é uma ferramenta simples que permite que o consumidor conheça as características do produto, como sua eficiência e gasto energético. Essa eficiência é comprovada pelo IMETRO (PROCEL). Conhecendo assim essas características, possibilita que o usuário escolha o produto com menos gasto de energia e, conseqüentemente, minimizando o consumo da energia elétrica. Este selo não apresenta o consumo em *standby*, mas auxilia na compra de um equipamento que irá reduzir os gastos financeiros e de recursos naturais provenientes do consumo da energia elétrica. Essa ferramenta é uma alternativa para a utilização de equipamentos que consomem menos energia elétrica e, conseqüentemente, utilizando menos energia no modo *standby*, minimizando assim os gastos financeiros e quantidade de energia produzida.

Energia (Elétrica) Fabricante Marca Tipo de degelo Modelo /tensão(V)	REFRIGERADOR ABCDEF XYZ(Logo)	→ Indica o tipo de equipamento → Indica o nome do fabricante → Indica a marca comercial ou logomarca
	ABC/Automático IPQR/220 → Indica o modelo/tensão	
Mais eficiente Menos eficiente		→ A letra indica a eficiência energética do equipamento / Veja a tabela correspondente na coluna ao lado
CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mes) <small>(adotado no teste clima tropical)</small>	XY,Z	→ Indica o consumo de energia, em kWh/mês
Volume do compartimento refrigerado (l)	000	
Volume do compartimento do congelador(l)	000	
Temperatura do congelador (°C)	-18	
<small>Regulamento Específico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Linha de Refrigeradores e Assesados - RES/1001-0EF Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.</small>		
IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR		

Figura 9: Explicação da etiqueta Selo Procel

Fonte: MAGAZINE LUIZA

2.4 Eficiência Energética

A ideia da otimização da energia elétrica não é simplesmente reduzir o consumo financeiro na conta de luz, mas também a otimização de recursos naturais, a diminuição da produção de energia e, conseqüentemente, investimentos de infraestrutura para empresas que a produzem. Um estudo feito pela Petrobrás estima que 86% da energia que é consumida no mundo tem origem de fontes não renováveis. Assim, investindo em eficiência energética, é possível reduzir o uso dos recursos e poupar os mesmos para gerações futuras. (PETROBRAS,2011).

2.5 Arduino

Arduino é um hardware livre baseado na facilidade do uso de software e hardware. Capaz de ler entradas, como sensores, e transformar o sinal em saída, como por exemplo no acionamento de um motor através de um botão como entrada, o Arduino foi desenvolvido para auxiliar os

estudantes que não possuíam um conhecimento prévio de eletrônica e de programação. O mesmo é programado em linguagem Arduino, C/C++. (SOUZA,2013)

O Arduino sugerido nesse projeto foi o MEGA (Figura 10), uma placa de microcontrolador baseada no ATmega2560, composta por 54 pinos de entradas/saídas digitais, 16 entradas analógicas, 4 portas seriais, um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB (SOUZA,2014). Nele realiza-se toda a programação das tomadas através dos reles e da comunicação *Bluetooth*. Porém, na montagem do protótipo utilizou-se o Arduino UNO, pois o mesmo atendia o número de portas para teste. É aconselhável o uso do MEGA devido ao fato de possuir mais portas disponíveis.

A escolha do Arduino se deu pela facilidade da programação e os recursos disponíveis.

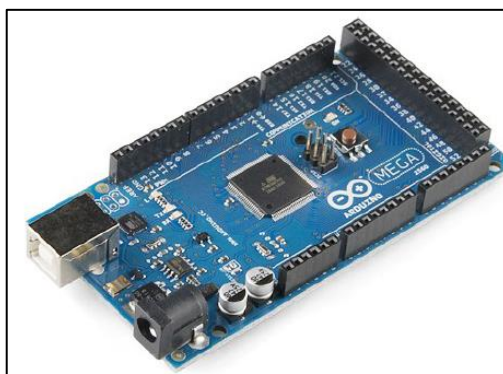


Figura 10: Placa Arduino

Fonte: SOUZA,2014

2.6 Módulo *bluetooth*

O módulo *bluetooth* utilizado para efetuar a comunicação entre o aplicativo usado pelo usuário e o Arduino, foi o Módulo *Trasceiver Bluetooth* HC-06 (Figura 11). As especificações deste módulo atendem os requisitos do projeto, principalmente quanto a distância máxima para efetuar a comunicação, uma vez que o uso do sistema será no interior da casa, ou seja, operará em pequenas distâncias.

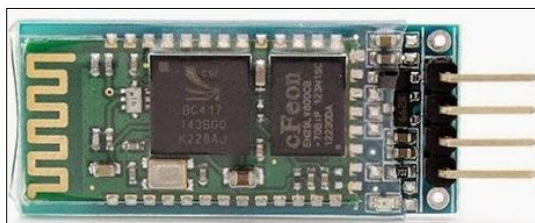


Figura 11: Módulo *Bluetooth*

Fonte: (ARDUINO E CIA, 2015)

Os pinos RX e TX do módulo *bluetooth* trabalham com nível lógico de 3.3V, uma vez que a tensão do Arduino é de 5V. É necessário a montagem de um circuito divisor de tensão, figura 12, para que a tensão de saída seja de aproximadamente 3,3V e não danifique o aparelho.

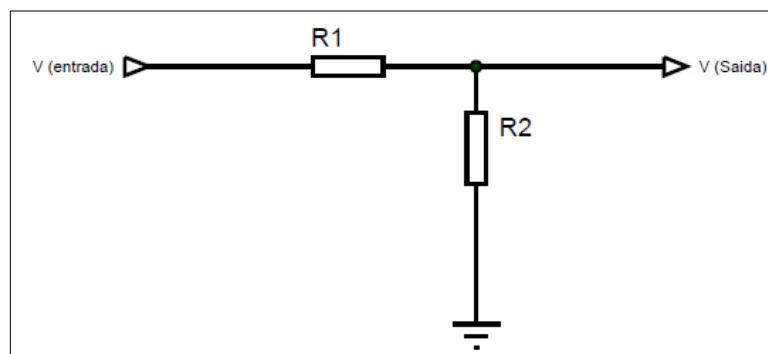


Figura 12: Divisor de tensão

$$V(\text{saída}) = \frac{R2}{R2+R1} V(\text{entrada}) \quad (1)$$

Através da equação (1), tem-se $R1=0,5151 R2$, para que a tensão de saída seja de no máximo 3,3 V., Devido ao fato de os resistores possuírem os valores comerciais, os valores escolhidos para $R1$ e $R2$ foram, respectivamente, 1,5 K Ω e 2,2 K Ω . Assim, o valor de tensão obtido na saída, foi de aproximadamente 3 Volts e o valor da relação entre $R1$ e $R2$ foi de $R1=0,6818 R2$.

2.6.1 Comunicação *Bluetooth*

A comunicação *Bluetooth* é um padrão de comunicação de curta distância sem fio utilizada entre os dispositivos portáteis. Esse tipo de comunicação é muito utilizada devido ao baixo consumo de energia e pela grande variedade dos equipamentos que possuem este recurso. O *bluetooth* tem um alcance máximo de 10 m e velocidade de transmissão de aproximadamente 24 Mb/s. (BRITO; PUSKA; OGLIARI)

2.7 Relé

O relé é um dispositivo comutador eletromecânico, funcionando como uma chave que opera com baixa tensão (Figura 15). O dispositivo interno de acionamento de um relé é uma bobina que, quando há corrente, um campo magnético é induzido, atraindo assim um pino interno e fechando/abrindo os contatos. No relé utilizado, basta aplicar 5V na entrada da bobina; quando houver corrente, o contato C se liga ao A, caso contrário, se liga ao B, como mostra a figura 13

(HOMOFACIENS). O relé se faz necessário para o acionamento da tomada (110V/220V) através do Arduino, cuja tensão é 5V (Figura 14). Para equipamentos que demandam uma potência maior, por exemplo um micro-ondas, deve-se utilizar relés para correntes acima de 10A, caso contrário, um relé de 10 A é o suficiente.

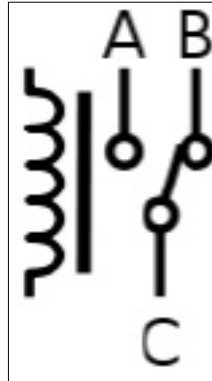


Figura 13: Configuração do Relé

Fonte: HOMOFACIENS



Figura 14: Módulo com dois relés (10A - 110V/220V)

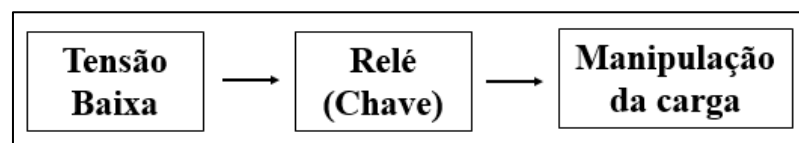


Figura 15: Esquema de funcionamento de um relé

2.8 Transistor BC337

O transistor (Figura 17) é um componente eletrônico utilizado como comutador na eletrônica digital, funcionando na região de corte e de saturação. O mais comum é o transistor bipolar, que é formado por regiões de diferentes materiais, P e N. (INTRATOR; MELLO, 1980)

O transistor BC337 é um transistor do tipo NPN (Figura 16), sendo utilizado como amplificador e comutador em baixas potências (FAIRCHILD,2015).

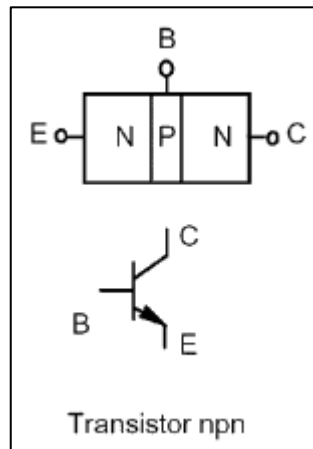


Figura 16: Transistor do tipo NPN
Fonte: (INTRATOR; MELLO, 1980)

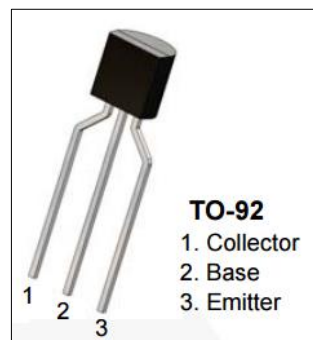


Figura 17: Transistor BC337
Fonte: (FAIRCHILD,2015)

2.9 Diodo IN4001

O diodo semicondutor (Figura 18) é um componente eletrônico que pode funcionar tanto como condutor quanto isolante, dependendo da forma como a tensão é aplicada nos seus terminais. (INTRATOR; MELLO, 1980).

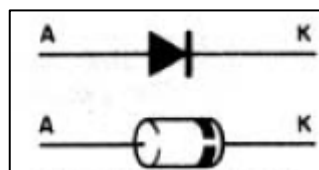


Figura 18: Diodo
Fonte: (INTRATOR; MELLO, 1980)

2.10 Circuito básico de Drive

A figura 19 mostra o circuito esquemático contendo além do diodo, o transistor e o relé. A montagem realizada em protoboard é mostrada na figura 20, onde a carga acionada pelo relé são dois LEDs, representando as cargas reais do sistema, um conectado ao contato normalmente aberto e outro ao contato normalmente fechado, ou seja, quando o relé é acionado, um LED é ligado e o outro desligado. Além disso, na montagem foi colocado um resistor de *pull-down*, para que nenhum sinal flutuante, ruído, seja considerado como sinal na base do transistor. Em destaque, o drive de acionamento do relé.

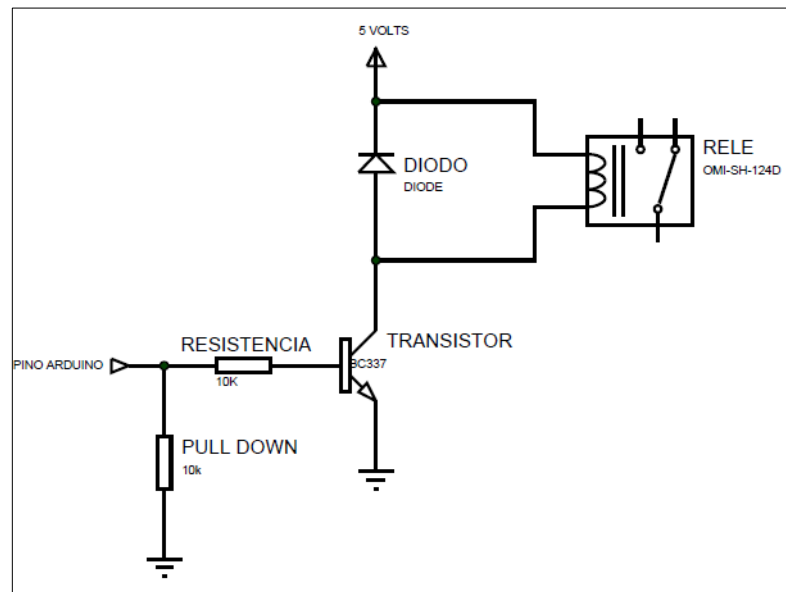


Figura 19: Circuito esquemático de drive

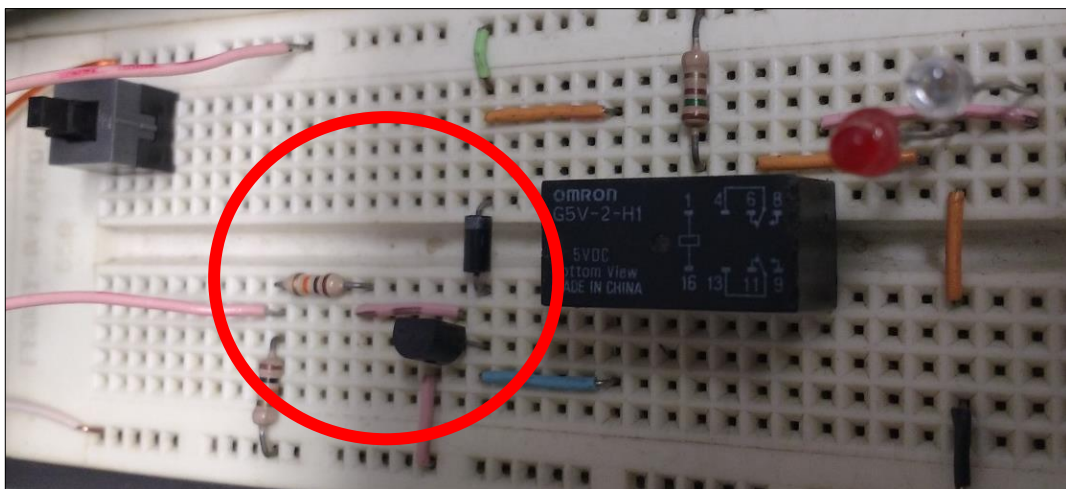


Figura 20: Montagem do circuito de acionamento do relé.

2.11 Sensor LDR

O sensor de luminosidade LDR (Figura 21) é um sensor em que a resistência em seus terminais é variada de acordo com a intensidade da luminosidade. Uma vez que mais luz é incidida no sensor, menor é a resistência, e, quanto menor a incidência de luz, maior é a resistência.

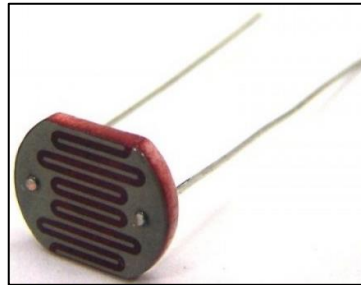


Figura 21: Sensor LDR

2.12 Sensor LM35

O sensor LM35 é um sensor de temperatura onde a saída é uma tensão proporcional a temperatura, possuindo uma faixa de leitura de -55°C a 150°C . A tensão de saída é de $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ (TEXAS INSTRUMENTS, 2016). Este sensor possui três pinos, sendo dois de alimentação e um de saída do sinal (Figura 22).

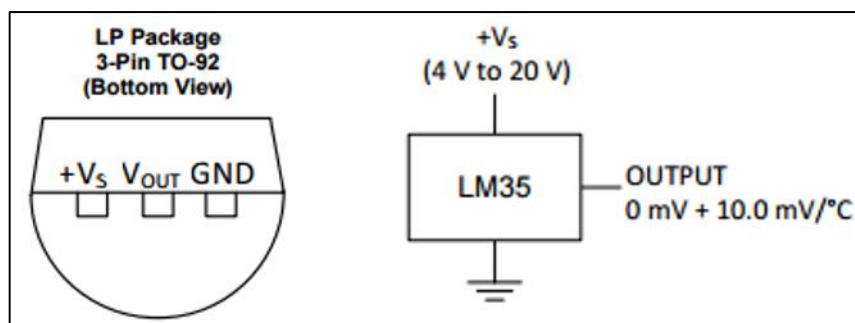


Figura 22: Pinagem LM35

Fonte: TEXAS INSTRUMENTS, 2016

2.13 Softwares

2.13.1 Arduino – IDE

É um ambiente de desenvolvimento (Figura 23) que possibilita a programação do Arduino e a comunicação entre o programa e o Arduino. Diante deste contexto, é possível realizar o *upload* do programa para a placa. O Arduino executará as instruções interagindo com suas entradas e saídas. (MCROBERTS, 2011).

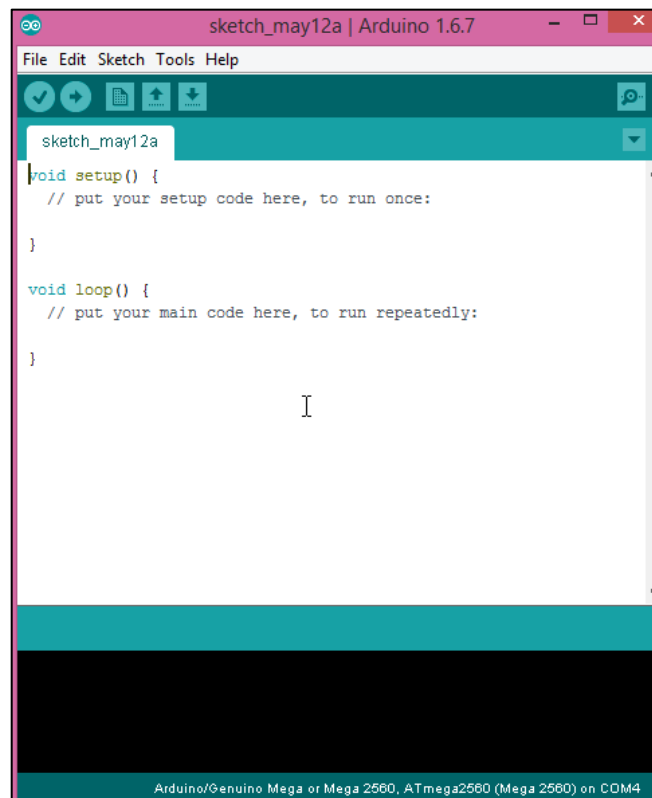


Figura 23: Arduino IDE

2.13.2 App Inventor

Para o desenvolvimento de um aplicativo Android, a linguagem utilizada é a linguagem Java. Portanto, pesquisadores do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts/EUA) criaram um aplicativo, online e gratuito, onde é possível a criação de aplicativos apenas com conhecimentos básicos de programação, utilizando a ideia de bloco (Figura 24). Para utilizar o App MIT inventor 2 é necessário apenas uma conta gmail (MIT APP INVENTOR)

O sistema possui dois modos, o modo design (Figura 25) e o modo blocos (Figura 26). O modo design personaliza e utiliza os componentes básicos para um aplicativo, como por exemplo botões e imagens. Já o modo blocks permite a programação em blocos que são conectados de forma lógica, como um quebra cabeça, para o correto funcionamento dos equipamentos utilizados no outro modo.

Após a montagem do aplicativo é possível simulá-lo com um emulador disponível pelo App MIT Inventor, figura 27.

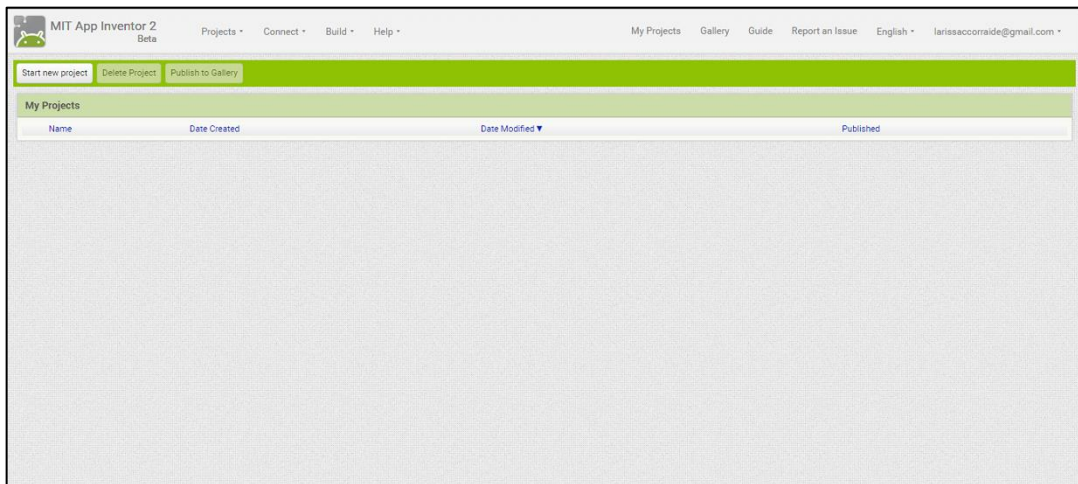


Figura 24: Tela inicial do aplicativo

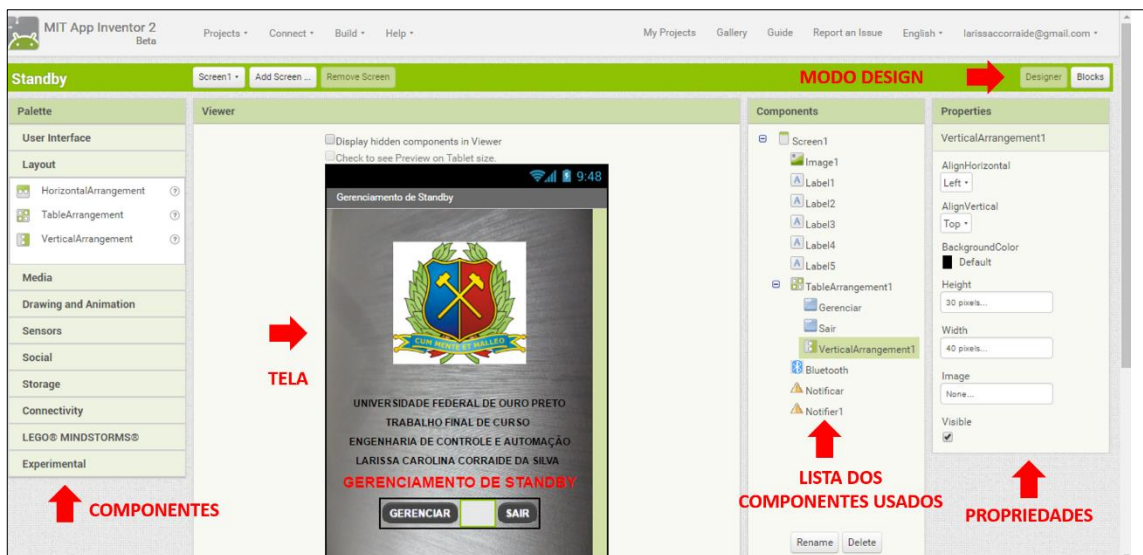


Figura 25: Vista do ambiente no modo desing

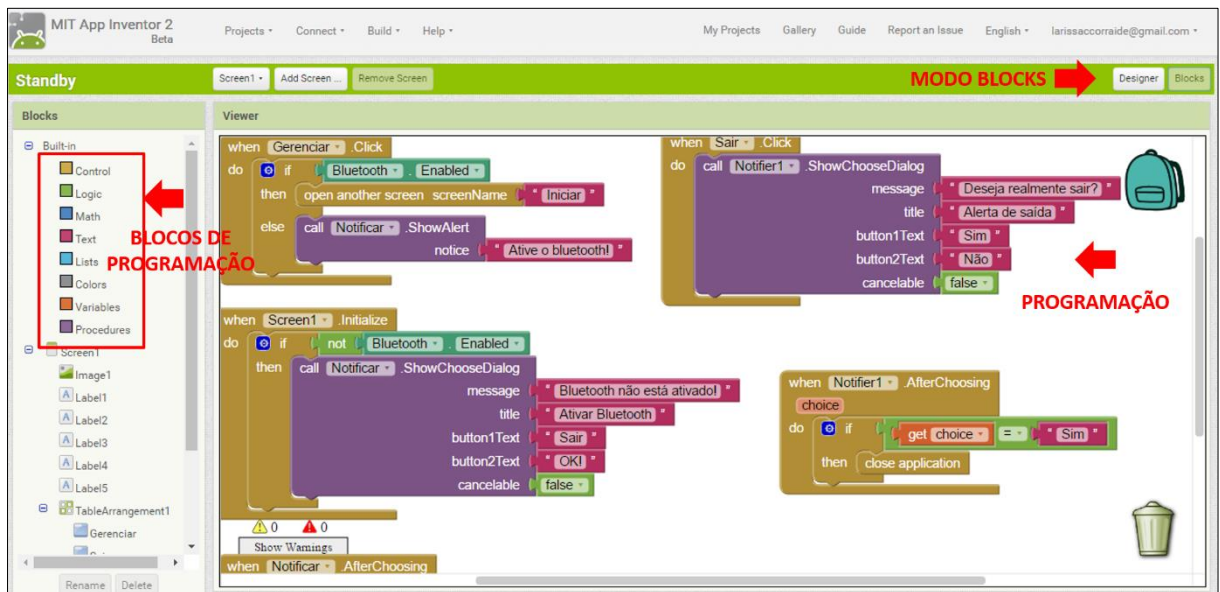


Figura 26: Vista do ambiente no modo Blocks



Figura 27: Emulador Android

3 ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA RESIDENCIAL

Para a estimativa do consumo de energia elétrica residencial, fez-se uma estimativa do consumo de energia com base na tabela de gasto desenvolvida pela Eletrobrás dos equipamentos e quantidade de dias utilizados de maneira hipotética. Para a simulação do gasto de energia elétrica dos aparelhos, foi utilizado o simulador da CEMIG. Assim, foi estimado, de acordo com a potência média, o consumo mensal dos equipamentos ativos. Os gastos provenientes do modo *Standby* foram calculados de acordo com o estudo realizado por (DANTAS,2014) com o tempo que o equipamento permanece neste modo multiplicado pela média do consumo em modo *Standby*.

3.1 Simulação dos gastos

Utilizando a tabela de estimativa do uso de cada equipamento da Eletrobrás (ANEXO I), foi realizado a simulação do consumo de energia elétrica de uma residência. O consumo médio obtido por cada equipamento e total encontram-se no APÊNDICE A.

O valor estimado do consumo foi de 284,88 KWh. Levando em consideração a bandeira amarela para consumidores do tipo residencial (B1), o valor gasto da conta de luz seria de R\$143,29 (sem impostos).

3.2 Estimativa do consumo dos equipamentos em Standby

Para a estimativa dos gastos gerados pelo *standby*, foram selecionados os seguintes eletrodomésticos: aparelho de som, cafeteira, computador, máquina de lavar, forno micro-ondas, televisão e vídeo- game. Calculou-se a energia gasta por eles neste modo, de acordo com as horas de utilização e o consumo médio em *standby*. Segundo Dantas, os consumos estimados em modo *standby* foram realizados através de uma série de medições de equipamentos em modo *standby* de diversas marcas e modelos e realizado uma média desse consumo (ANEXO II). Os valores estimados dos equipamentos operando em modo de espera encontram-se na tabela 2.

Para calcular o consumo total mensal do equipamento, estimou-se que o eletrodoméstico fica ligado direto na tomada o dia todo e, portanto, as horas que não estão em atividade, estão operando em modo de espera.

Tabela 2: Consumo dos equipamentos em standby

Equipamentos	Uso (Horas)	Consumo KWh	Total Mensal (KWh)
Aparelho de som	23	0,00247	1,7043
Cafeteira	23,75	0,00016	0,114
Forno Micro-ondas	23,75	0,00183	1,305
TV LCD (2)	23	0,00040	0,552
Videogame	21	0,00040	0,27
Máquina de lavar	23	0,00042	0,2898
Computador (2)	21	0,00180	2,268
TOTAL		6,4962 (KWh)	

Levando em consideração a bandeira amarela, apenas para esses equipamentos analisados, o valor gasto da conta de luz devido ao modo de espera seria de R\$ 3,41, sem tributos, ao mês.

3.3 Análise dos resultados

Após as estimativas do consumo de energia elétrica, pode-se observar que o eletrodoméstico que mais consome energia elétrica nas residências é o chuveiro. Na figura 28 está representado um comparativo entre todos os equipamentos analisados e seu devido consumo.

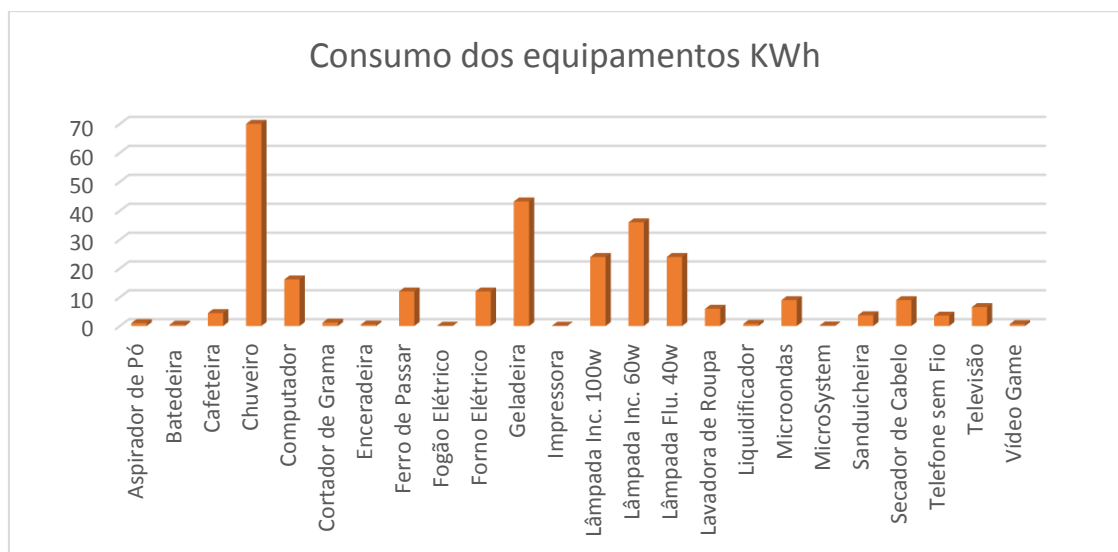


Figura 28: Comparativo do consumo dos eletrodomésticos

Finalmente, fazendo um estudo do consumo dos equipamentos em modo *standby* e modo ativo, os aparelhos analisados nesta pesquisa consomem em média 26,925 KWh (R\$14,01) mensal, devido a sua utilização no modo ativo, e no modo *standby* 6,496 (R\$ 3,41,) KWh. Portanto, se ligados na tomada diretamente durante todos os dias do mês, a parcela de consumo neste modo representa 19%, como mostra a figura 29.

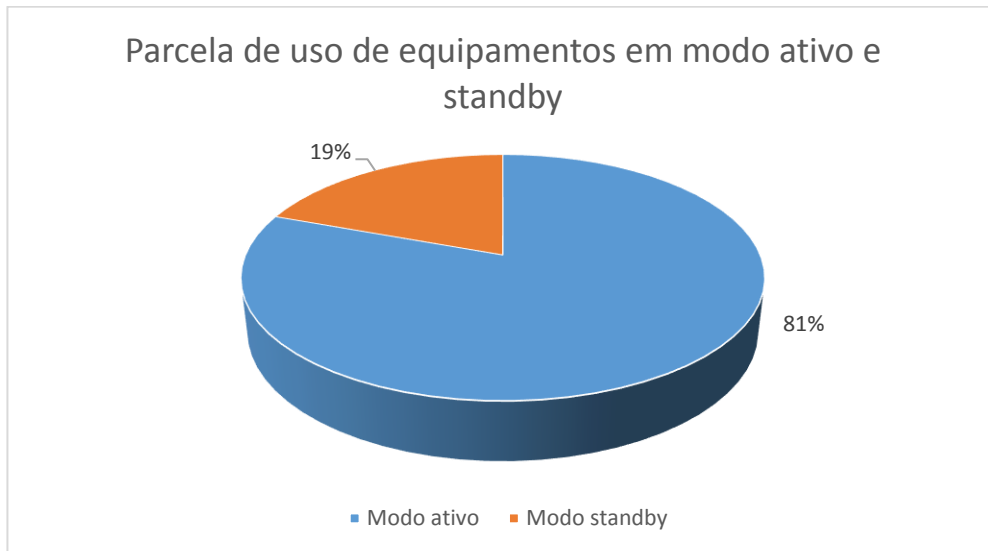


Figura 29: Porcentagem de uso em modo ativo e *standby*

Também foi possível fazer a comparação do consumo nos dois modos de operação, em funcionamento e em *standby*. Observa-se que o eletrodoméstico, aparelho de som, é o equipamento onde a maior parte da energia usada é devido ao modo *standby*. Já a cafeteira, apresenta a menor parcela em modo *standby* (Figura 30).

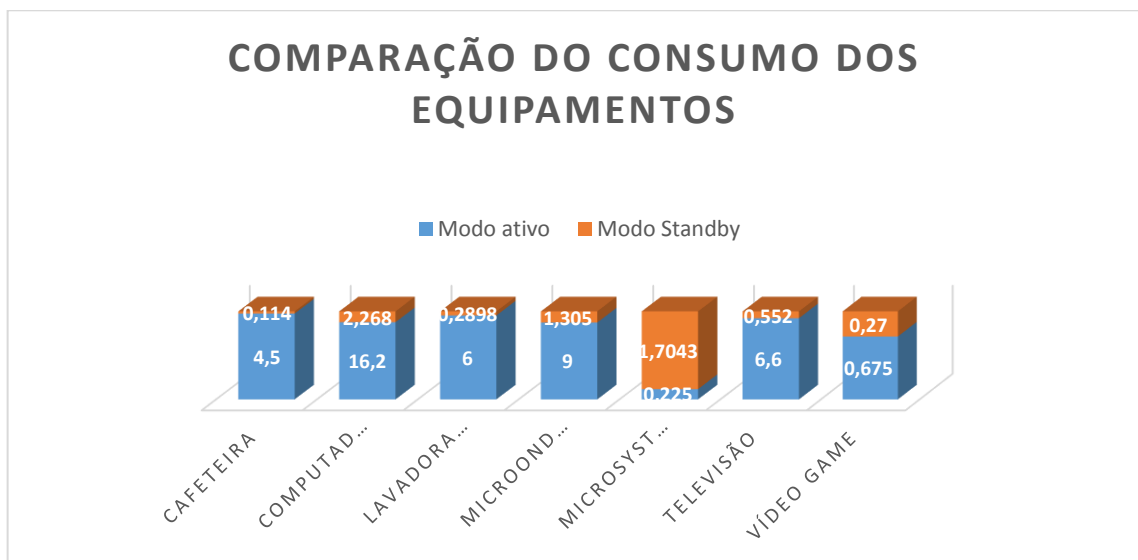


Figura 30: Comparativo entre os equipamentos de acordo com o modo de uso

4 SISTEMA AUTOMÁTICO

A principal ideia da automação residencial nos dias de hoje é incrementar o nível de comodidade para o consumidor, para que o mesmo faça menos esforços ao desligar e acionar equipamentos, além da conservação das tomadas devido ao desgaste e quebra da fiação dos equipamentos por desligamento.

O sistema automático proposto é aquele em que o usuário pode desligar os aparelhos que estão conectados à tomada quando não estão exercendo sua principal função de maneira automatizada.

Com o auxílio de Arduino (microcontrolador), relés, e um aplicativo desenvolvido para sistema operacional Android, o usuário pode utilizar o aplicativo celular, onde apresentará uma tela com os cômodos e suas respectivas tomadas. Desta maneira, o usuário consegue identificar as tomadas que estão em funcionamento e, caso estejam operando em modo *standby*, podem ser desligadas remotamente. O aplicativo via *bluetooth* conecta com o Arduino e desativa o relé e, conseqüentemente, a tomada em uso. É interessante acoplar um medidor de energia nas tomadas, para que o uso da energia elétrica auxilie o usuário a identificar o equipamento em *standby*. Essa medição de energia se dá em tempo real e apenas em tomadas. Neste projeto não se propõe medição de energia elétrica total da residência, uma vez que o foco do trabalho é a estimativa e otimização de energia elétrica devido aos aparelhos eletrônicos ligados em *standby*.

4.1 Medidor de energia elétrica em tempo real

O sistema de medição de energia elétrica em tempo real é um sistema desenvolvido para informar qual está sendo o consumo de energia pela residência naquele momento. Assim, o usuário tem condições de saber qual o seu gasto diariamente, não recebendo apenas a notificação da concessionária no final do mês. Desta maneira, é possível que o consumidor otimize o uso da energia gasta com o intuito de diminuir os gastos financeiros e energéticos.

O uso desse sistema de medição de energia pode auxiliar o consumidor na indicação de que o aparelho está em *standby* devido ao seu baixo consumo indicado.

4.2 Sistema de controle

4.2.1 Conexão Bluetooth

A comunicação Bluetooth é uma comunicação utilizada sem fios para conectar os dispositivos. O dispositivo que iniciou a conexão é marcado como mestre e os demais como escravos.

4.2.2 Acionamento relé

O acionamento do relé se dá através do sinal recebido do sistema Android, processado e enviado pelo arduino.

É importante salientar que a ligação direta entre o relé e o arduino deve ser evitada, uma vez que o arduino suporta uma corrente em suas portas de entrada e saída de até 40mA e a carga do relé, operando a 5V, é de aproximadamente 25 mA até 70mA (ELLECTUS DISTRIBUTION, 2001). Portanto, é impossível operar com segurança o sistema, já que a carga do relé é maior do que a que o sistema suporta.

A solução mais viável para este caso é o uso de um transistor, por exemplo BC337, que pode ser controlado pela tensão do Arduino e que também controla a corrente que o relé necessita.

O acionamento ou liberação do eletroímã do relé induz cargas sobre o circuito, sendo que essas cargas que retornam podem ser maiores que as que o transistor suporta, portanto há necessidade do uso de um diodo (IN4001), em paralelo com o relé, para evitar que isso aconteça. A figura 31 ilustra esse circuito.

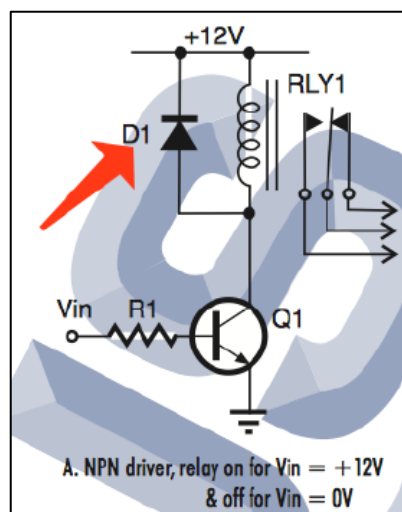


Figura 31: Circuito de proteção Arduino – Relé

Fonte: (ELLECTUS DISTRIBUTION, 2001)

4.3 Monitoramento de temperatura

Para o sistema de monitoramento da temperatura foi simulado um aquecedor, utilizando resistências. O usuário pode escolher o valor da temperatura desejada, e então a resistência é acionada simulando, assim, o funcionamento de um aquecedor. Neste sistema de monitoramento, pode-se utilizar outro dispositivo de climatização como exemplo, o ar condicionado

Quando a temperatura atingir o valor desejado, a mesma desativa, simbolizando o completo corte da tomada do aquecedor. Dessa maneira, evita que o equipamento permaneça em modo *standby*.

4.4 Feedback de luminosidade

O sensor LDR se fez necessário como *feedback* para o acionamento da lâmpada. Para diagnosticar se a lâmpada está acesa ou não, ele foi essencial para medir a intensidade de luz. Caso estivesse ligada a conversão A/D daria um número em torno de 700, caso estivesse queimada ou apagada o valor lido seria de aproximadamente 100. Foi utilizado esse tipo de feedback porque, caso a lâmpada estivesse queimada, a porta de saída do Arduino estaria em nível lógico alto e indicaria estado ligado. Porém, nesse sistema feito, se acionar a lâmpada, mas a mesma estiver queimada, o estado será desligado.

O sensor de luminosidade e o LED, representando uma lâmpada, foi colocado dentro de um tubo preto para o isolamento da luminosidade externa.

4.5 Diagrama de blocos

A figura 32 ilustra o diagrama de blocos do sistema desenvolvido. O microcontrolador é responsável por enviar e receber sinais de outros dispositivos e tratá-los de acordo com a programação. Foram utilizados feedbacks dos relés a partir de um outro contato disponível no mesmo para verificar se a carga foi acionada ou não. Caso seja acionada, o contato normalmente aberto se fecha e um sinal é enviado para o Arduino. Se houver algum problema mecânico no relé, este será sinalizado para o usuário através do status no aplicativo. É importante utilizar esse feedback para que seja possível verificar se a carga foi ativada ou não, e não apenas analisar o sinal que foi enviado para o relé.

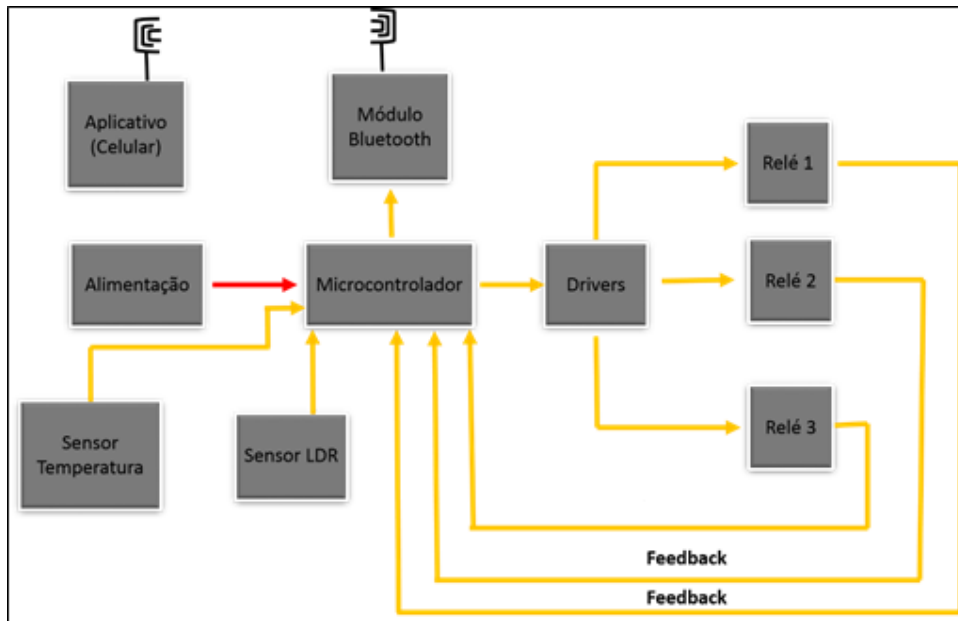


Figura 32: Diagrama de blocos do sistema

4.6 Montagem do circuito

A figura 33 mostra a montagem do circuito no protoboard com a comunicação com o Arduino.

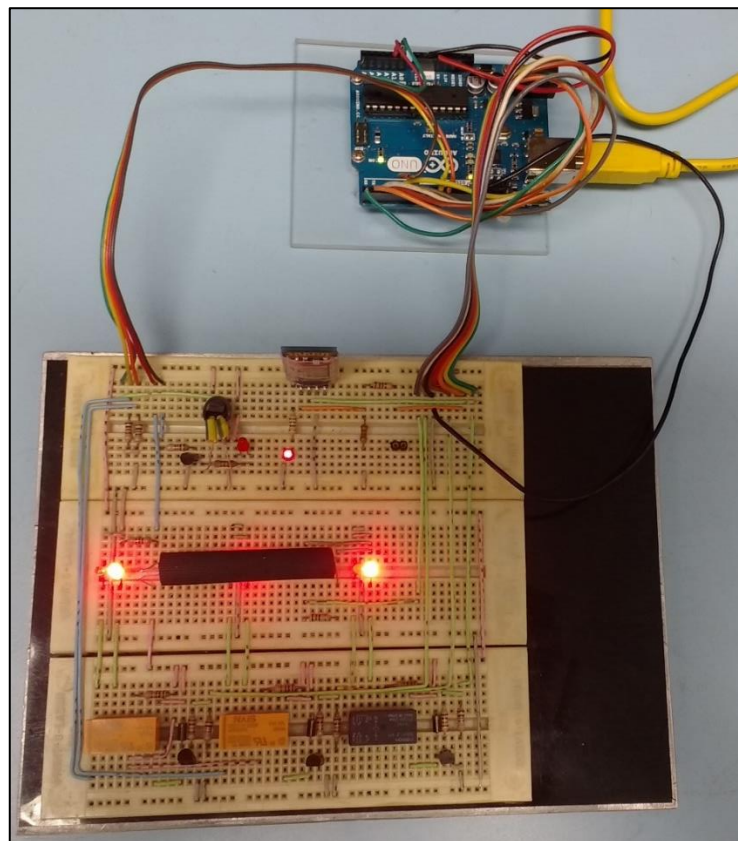


Figura 33: Montagem do circuito

Posteriormente após esta montagem, foi utilizado além dos LEDs, duas lâmpadas (127V) para demonstração da carga real do sistema. Portanto dois relés foram instalados paralelamente aos já montados no protoboard. A diferença entre os relés é que os relés conectados às lâmpadas eram ativados com sinal baixo, contrariamente os relés que acionavam os LEDs. Assim, para que as lâmpadas fossem acionadas junto com os LEDs, elas foram ligadas nos contatos normalmente fechados. Assim no sinal baixo, as bobinas ficavam energizadas e conseqüentemente os contatos normalmente fechados se abriam e as lâmpadas não acendiam. A figura 34 ilustra a montagem com as lâmpadas, onde o relé foi energizado com 127V, o neutro conectado às lâmpadas, e a fase interrompida pelo contato do relé.

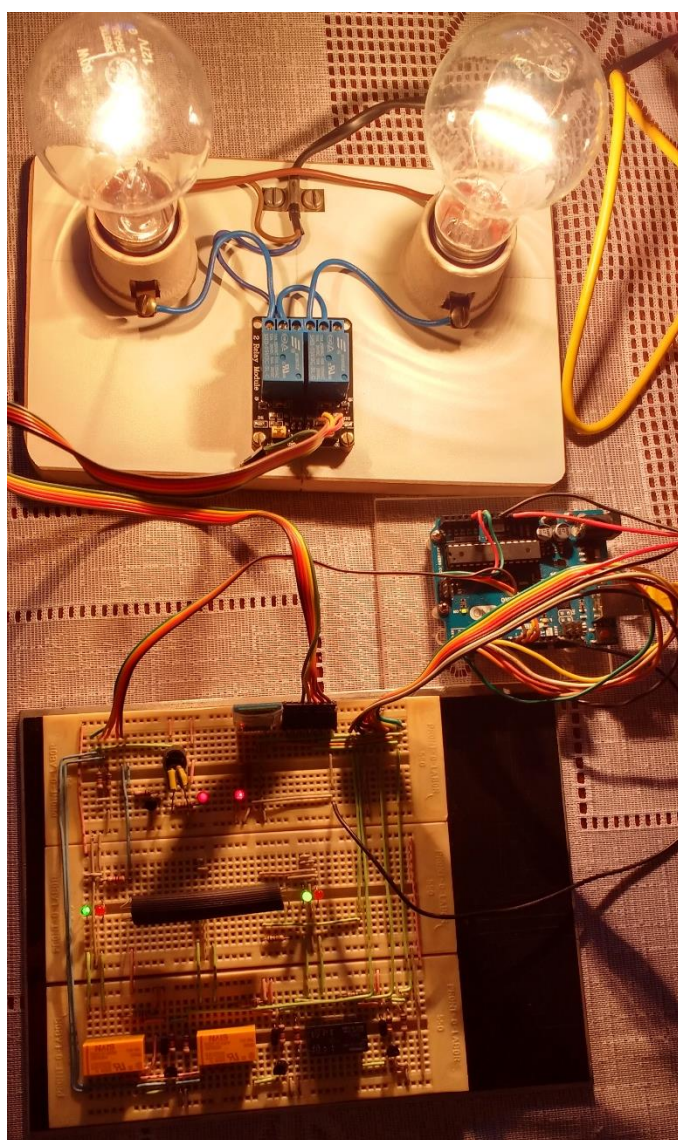


Figura 34: Montagem do circuito completo

4.7 Programação Arduino

Na programação do Arduino, é feita as configurações das portas como entradas ou saídas, podendo ser analógicas ou digitais, e também das variáveis. No loop do programa, o

mesmo fica aguardando o envio de algum dado do *bluetooth* e, posteriormente, executa os comandos de acordo com o valor que foi enviado. Por exemplo, o envio do número 11 indica a solicitação do valor da temperatura. Portanto quando o microcontrolador recebe o número 11, o mesmo indica o valor da temperatura. O fluxograma do programa encontra-se na figura 35. O código da programação realizada no arduino encontra-se no APÊNDICE B.

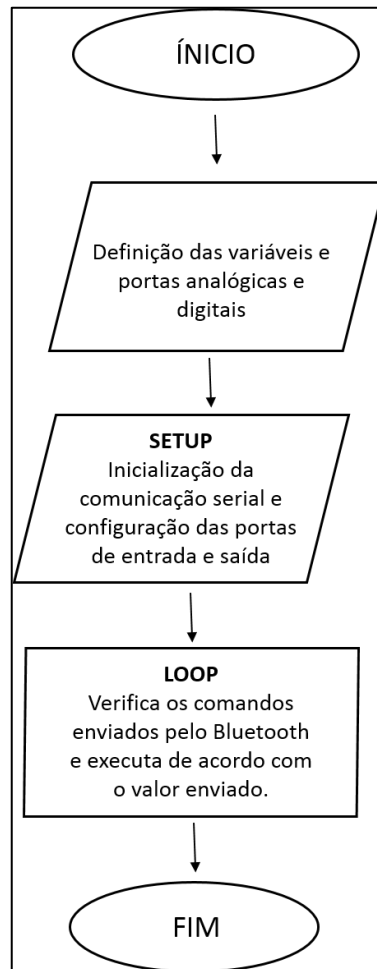


Figura 35: Fluxograma do programa desenvolvido

4.8 Aplicativo

O design do aplicativo foi desenvolvido no aplicativo MIT App Inventor 2. Na figura 36, encontra-se a tela inicial do aplicativo.



Figura 36: Proposta de tela inicial do aplicativo

Caso o *Bluetooth* não esteja ativado, o aplicativo mostra uma mensagem para o usuário informando que há necessidade de acionar o aplicativo, como mostra a figura 37.

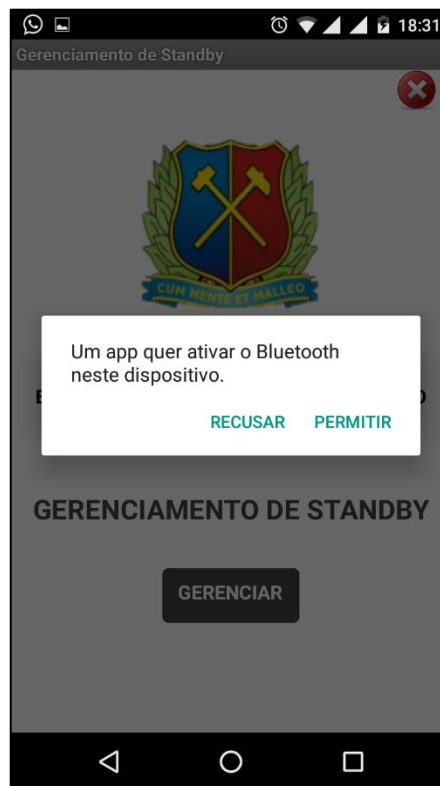


Figura 37: Notificação de ativação do *bluetooth*

O botão de gerenciar direciona para a página contendo os cômodos para gerenciamento, com suas respectivas funções, como mostra a figura 38.

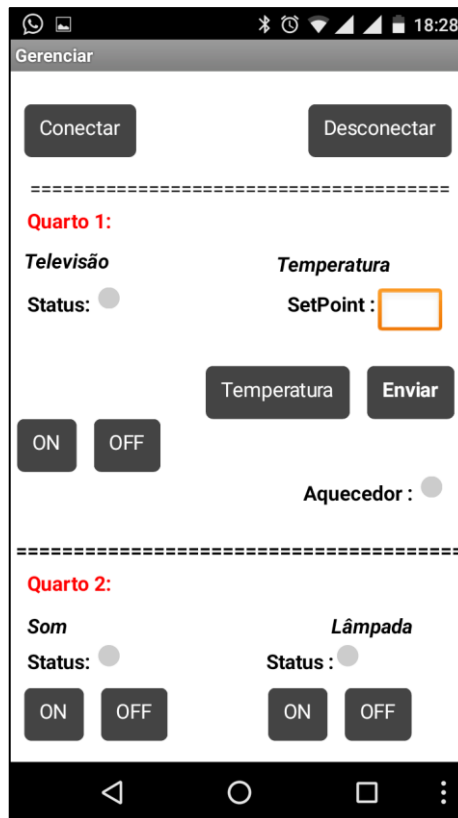


Figura 38: Cômodos para gerenciamento

O botão conectar permite que o usuário conecte ao módulo *bluetooth* e, após conectado, o aplicativo solicita o estado dos relés (ativados ou não). O botão desconectar permite que o usuário desconecte do módulo *bluetooth*. Os botões ON/OFF permitem o acionamento ou não dos equipamentos. Já o botão enviar, envia o SetPoint de temperatura, já digitado anteriormente, para o Arduino. Já o botão Temperatura, fornece o valor da temperatura no momento atual. O fluxograma do aplicativo proposto encontra-se na figura 39.

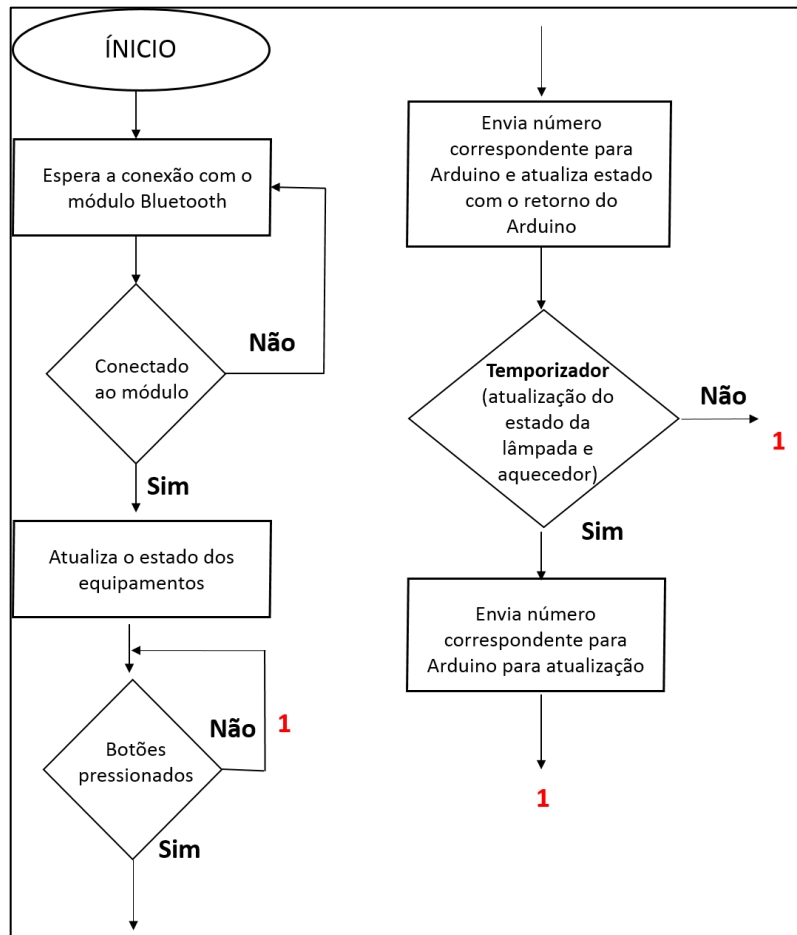


Figura 39: Fluxograma do aplicativo

5 CONCLUSÃO

Não se pode negar que os equipamentos eletrônicos que possuem o modo de operação *standby* proporcionam um grande conforto para os usuários devido a praticidade em poder operá-los em modo remoto. Em contrapartida, este modo de operação apresenta gastos na conta de energia, mesmo quando os aparelhos não possuem um LED indicador de modo de espera.

No cenário de desenvolvimento de novas tecnologias, a tendência é a operação de eletrodomésticos de maneira remota, com o objetivo de sempre diminuir os esforços físicos do consumidor. Devido a isso, há uma grande necessidade em gerenciar o consumo energético dos equipamentos, uma vez que eles contribuem para o aumento dos gastos energéticos.

Um grande problema para a otimização do consumo de energia elétrica de um aparelho em modo de espera é a não padronização do consumo dos equipamentos nesse modo de operação. Além disso, os consumidores não são informados claramente sobre o consumo dos equipamentos.

Há diversos estudos sobre sistemas que gerenciam os gastos, tecnologias para fabricação de equipamentos mais eficientes e econômicos, além de uma grande preocupação sobre os recursos não renováveis. O dever em reduzir o consumo dos equipamentos em modo *standby* é de responsabilidade não só dos fabricantes, mas também dos consumidores, e de um órgão responsável por fiscalizar se os equipamentos apresentam as configurações estabelecidas pelo fabricante.

A partir dos estudos de estimativa do gasto de equipamentos causados pelo modo *standby*, observa-se que este tipo de operação possui uma participação bem importante na conta de energia elétrica. É importante ressaltar que essa contribuição não é apenas financeira para o usuário, mas também é prejudicial aos recursos ambientais. De acordo com os estudos realizados, cerca de 20% do consumo de energia dos equipamentos estudados é devido aos equipamentos em modo de espera. Já pesquisas afirmam que o aumento na conta de energia elétrica devido a esse modo de operação é de 15% (CAPELAS JR,2014).

Os valores estimados apresentados neste trabalho apresentam diversos erros. Como exemplo, o consumo de um determinado equipamento utilizado para cálculo na estimativa é uma média de diversos equipamentos, de diversos modelos, após diversas medições. Ou seja, esta média pode ser maior que o consumo que um determinado consumidor possui em casa. Além disso, estas medições feitas podem apresentar erros como, por exemplo, erro na calibração do instrumento utilizado na medição.

Como medidas para otimização do consumo energético, os consumidores devem se policiar quanto a utilização de controles remotos para desativar algum equipamento, ter o hábito de hibernar o computador ou realmente desligar.

O trabalho proposto nesta monografia, superou os objetivos determinados, uma vez que foi também implementado o sistema de controle de temperatura, proporcionando um grande conhecimento dos gastos dos equipamentos em modo *standby* e o conhecimento de diversos equipamentos utilizados no gerenciamento desse modo de operação.

No sistema proposto, foi possível trabalhar com eletrônica na montagem do sistema e com a programação do microcontrolador e do aplicativo, tornando assim interessante o trabalho, devido a integração destas áreas.

Pode-se observar que, com a utilização desse sistema, o usuário poderá realmente reduzir os gastos de sua conta de energia, além de proporcionar uma comodidade na operação dos equipamentos de forma remota.

Uma melhoria no sistema proposto seria a implementação de um medidor de energia em tempo real na tomada em que determinado aparelho está conectado. Assim, o usuário saberia se o equipamento está em modo de operação principal, em modo de espera ou desligado. Dessa maneira, facilitaria o gerenciamento dos equipamentos, uma vez que o aplicativo proposto apenas indica se a tomada está ativada ou desativada, assim, o usuário pode desligar um equipamento que esteja sendo realmente utilizado, pensando que estivesse em modo *standby*.

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARDUINO E CIA. **Diferença entre os módulos *bluetooth* HC-05 e HC-06.** 2015. Disponível em < <http://www.arduinoecia.com.br/2015/01/diferenca-bluetooth-hc-05-hc-06.html>>. Acesso em 12 jun. 2016

BRAGA, N., C. **Relés - Conceitos e Aplicações.** São Paulo - Brasil – 2012

BRITO, C.R., PUSKA, A., OGLIARI, R. **Introdução à comunicação *bluetooth* no Android** Revista Mobile Magazine 47. Disponível em < <http://www.devmedia.com.br/introducaoacomunicacaoblueoothnoandroidrevistamobilemagazine47/27636>>. Acesso em 29 jul. 2015.

CAPELAS JR., Afonso. MODO "stand by" gerou US\$ 80 bilhões de gastos com energia em 2013. 2014. **EXAME.** Disponível em < <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/conhecaodesperdiciodostandbyparaomeioambiente>>.2014. Acesso em 29 de fev. 2016.

CEMIG. **Guia do melhor consumo. Dicas de economia de energia e segurança com a rede elétrica.** 2014

DANTAS, B.F. **Estimativa do impacto no consumo de energia causado pelo *standby* dos aparelhos eletroeletrônicos.** 2014. 92p. **Dissertação de mestrado. (Mestrado em Metrologia)** - Programa de Pós-Graduação em Metrologia para a Qualidade e Inovação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,2014

DURANTE, P.; FERRARA, G.G.; SANTOS, A.J., Econotech: Sistema de gerenciamento para equipamentos em *standby*. **SENAI Revista Eletrônica de Educação e Tecnologia do SENAI-SP.** ISSN: 1981-8270. v.6, n.11, mar. 2012.

ELETROBRAS / PROCEL. **Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso – Ano base- 2005.** Julho 2007

ELLECTUS DISTRIBUTION. **Relay driving basics.** Electus Distribution Reference Data Sheet: RELAYDRV.PDF. 2001

FAIRCHILD. **BCC 337/ BC338 NPN Epitaxial Silicon Transistor.** 2015. Disponível em: < <https://www.fairchildsemi.com/datasheets/BC/BC337.pdf> >. Acesso em 14 jun.2016

FREITAS, J. A. L.; ZANCAN, M. D. **Eletricidade.** Santa Maria, Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria - Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2008. pp.118

HOMOFACIENS. **Relay.** Disponível em: < http://www.homofaciens.de/technics-base-circuits-relay_en_navion.htm >. Acesso em 21 jul. 2016

INTRATOR, E., MELLO, H.A. **Dispositivos semicondutores.** 4 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora. 1980. 225p

LEGRAND. **Daneva lança bloqueador de *standby* e gera economia de energia.** 2015. Disponível em < <http://www.magazine/Edicoes/Edicao55/pt/EficienciaEnergetica/EficienciaEnergetica.html#ContainerGeral>>. Acesso em: 20 de fev.2016.

MAGAZINE LUIZA. **Selo procel o que significa.** Disponível em: < <http://www.magazineluiza.com.br/portaldalu/selo-procel-o-que-significa/371/>> Acesso em 04 jun. 2016

MCROBERTS, Mchael. **Arduino básico.** Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Novatec Editora, 2011.

MEIER, Alan K.; HUBER, Wolfgang; ROSEN, Karen. **Reducing Leaking Electricity to 1 Watt.** Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory: University of California, 1998.
MIT APP INVENTOR. **About us.** Disponível em: <<http://appinventor.mit.edu/explore/about-us.html>>. Acesso em: 22 nov. 2014.

PECORARO, C. **La verità sugli elettrodomestici in stand-by...non si conoscerà mai.** Disponível em: < http://www.terranauta.it/a758/consumo_critico/la_verita_sugli_elettrodomestici_in_standby_non_si_conoscera_mai.html>. Acesso em 04 jun. 2016

PETROBRAS. Disponível em: < <http://www.hotsitespetrobras.com.br/petrobras>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

PROCEL. **Selo Procel.** Disponível em: < <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B88A19AD9-04C6-43FC-BA2E-99B27EF54632%7D>> Acesso em: 20 mai. 2016

RAINER, L., S.GREENBERG, MEIER, A.1996 “**You won’t find these leaks with a blower door: The latest in leaking electricity in home.**” LBNL Report 39545, UC-1600, August. Barkeley, California: Lawrence Berkeley National Laboratory.

RICCIARDI, A., **O enigma do alto preço da energia,** disponível em: < <http://www.osetoreletrico.com.br/web/a-revista/928-o-enigma-do-alto-preco-da-energia.html> >, 2012. Acesso em 12 fev. 2016.

SOUZA, F. Embarcados. **Arduino - Primeiros Passos.** 2013. Disponível em: < <http://www.embarcados.com.br/arduino-primeiros-passos/>>. Acesso em 21 jul. 2016.

_____. Embarcados. **Arduino MEGA 2560.** 2014. Disponível em: < <http://www.embarcados.com.br/arduinomega2560/>>. Acesso em 29 jul. 2015.

Standby Power: FAQs. Disponível em < <http://standby.lbl.gov/faq.html#reduce>>. Acesso em 29 fev. 2016.

SUDRÉ, G., **Aparelhos em Stand By e o consumo de energia,** disponível em: < <http://blogs.gazetaonline.com.br/conexaodigital/aparelhos-em-stand-by-e-o-consumo-de-energia>>. Acesso em 11 out. 2015.

TEXAS INSTRUMENTS. **LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors.** 2016. Disponível em: < <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>>. Acesso em 05 jun. 2016.

TORRES, G. **How Much Power Do Electronic Equipment Consume When in Standby Mode?.** 2008. Disponível em: < <http://www.hardwaresecrets.com/how-much-power-do>>

electronic-equipment-consume-when-in-standby-mode/#h82lY7fbYpIs1GjI.99>. Acesso em 4 jun. 2016.

WEBBER, C.A.1998. “**One-watt action plan carbon saving potential**”. Unpublished work in progress.

7 ANEXOS

ANEXO I - Estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos

Tabela 3: Estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos de acordo com um uso hipotético

Fonte: DANTAS,2014

APARELHOS ELÉTRICOS	DIAS ESTIMADOS	MÉDIA	CONSUMO MÉDIO MENSAL
	Uso/Mês	Utilização/Dia	(KWh)
APARELHO DE BLU RAY	8	2 h	0,192
APARELHO DE DVD	8	2 h	0,240
APARELHO DE SOM 3 EM 1	20	3 h	6,600
AQUECEDOR DE AMBIENTE	15	8 h	193,440
AQUECEDOR DE MAMADEIRA	30	15 min	0,750
AQUECEDOR DE MARMITA	20	30 min	0,600
AR CONDICIONADO TIPO JANELA MENOR OU IGUAL A 9.000 BTU	30	8 h	128,800
AR CONDICIONADO TIPO JANELA DE 9.001 A 14.000 BTU	30	8 h	181,600
AR CONDICIONADO TIPO JANELA MAIOR QUE 14.000 BTU	30	8 h	374,000
AR CONDICIONADO TIPO SPLIT MENOR OU IGUAL A 10.000 BTU	30	8 h	142,288
AR CONDICIONADO TIPO SPLIT DE 10.001 A 15.000 BTU	30	8 h	193,760
AR CONDICIONADO TIPO SPLIT DE 15.001 A 20.000 BTU	30	8 h	293,680
AR CONDICIONADO TIPO SPLIT DE 20.001 A 30.000 BTU	30	8 h	439,200
AR CONDICIONADO TIPO SPLIT MAIOR QUE 30.000 BTU	30	8 h	679,200
ASPIRADOR DE PÓ	30	20 min	7,170
BATEDEIRA	8	20 min	0,400
BOILER ELÉTRICO DE 200 L	30	24 h	346,750
BOMBA D'ÁGUA 1/2 CV	30	30 min	7,200
BOMBA D'ÁGUA 1/3 CV	30	30 min	6,150
CAFETEIRA ELÉTRICA	30	1 h	6,565
CAFETEIRA EXPRESSO	30	1 h	23,820
CHALEIRA ELÉTRICA	30	1 h	28,230
CHURRASQUEIRA ELÉTRICA	5	4 h	76,000
CHUVEIRO ELÉTRICO - 4500 W	30	32 min	72,000
CHUVEIRO ELÉTRICO - 5500 W	30	32 min	88,000
COMPUTADOR	30	8 h	15,120
ENCERADEIRA	2	2 h	1,800
ESPRESSO DE FRUTAS	20	10 min	0,187
EXAUSTOR FOGÃO	30	2 h	9,960
FAX MODEM EM STAND BY	30	24 h	2,160
FERRO ELÉTRICO AUTOMÁTICO A SECO - 1050 W	12	1 h	2,400
FERRO ELÉTRICO AUTOMÁTICO A VAPOR - 1200 W	12	1 h	7,200
FOGÃO ELÉTRICO - COOK TOP (POR QUEIMADOR)	30	1 h	68,550
FORNO ELÉTRICO	30	1 h	15,000
FORNO MICRO-ONDAS - 25 L	30	20 min	13,980
FREEZER VERTICAL/HORIZONTAL	30	24 h	47,550
FREEZER VERTICAL FROST FREE	30	24 h	54,000
FRIGOBAR	30	24 h	18,900
FRITADEIRA ELÉTRICA	15	30 min	6,810
FURADEIRA	4	1 h	0,944
GELADEIRA 1 PORTA	30	24 h	25,200
GELADEIRA 1 PORTA FROST FREE	30	24 h	39,600
GELADEIRA 2 PORTAS	30	24 h	48,240
GELADEIRA 2 PORTAS FROST FREE	30	24 h	56,880
GRILL	10	30 min	3,205
HOME THEATER - 350 W	8	2 h	5,600

Tabela 4: Estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos de acordo com um uso hipotético

Fonte: DANTAS,2014

APARELHOS ELÉTRICOS	DIAS ESTIMADOS	MÉDIA	CONSUMO MÉDIO MENSAL
	Uso/Mês	Utilização/Dia	(KWh)
IMPRESSORA	30	1 h	0,450
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 11 W	30	5 h	1,650
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 15 W	30	5 h	2,250
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 23 W	30	5 h	3,450
LÂMPADA INCANDESCENTE - 40 W	30	5 h	6,000
LÂMPADA INCANDESCENTE - 60 W	30	5 h	9,000
LÂMPADA INCANDESCENTE - 100 W	30	5 h	15,000
LAVADORA DE LOUÇAS	30	40 min	30,860
LAVADORA DE ROUPAS	12	1 h	1,764
LIQUIDIFICADOR	15	15 min	0,806
MÁQUINA DE COSTURA	10	3 h	3,000
MODEM DE INTERNET	30	8 h	1,920
MONITOR	30	8 h	13,200
MONITOR LCD	30	8 h	8,160
MULTIPROCESSADOR	20	1 h	8,560
NEBULIZADOR	16	2,5 h	1,680
NOTEBOOK	30	8 h	4,800
PANELA ELÉTRICA	20	1 h	22,000
PRANCHA (CHAPINHA)	20	30 min	0,330
PROJETOR	20	1 h	4,780
RÁDIO ELÉTRICO PEQUENO	30	10 h	1,500
RÁDIO RELÓGIO	30	24 h	3,600
ROTEADOR	30	8 h	1,440
SANDUICHEIRA	30	10 min	3,348
SCANNER	30	1 h	0,270
SECADOR DE CABELO - 1000 W	30	10 min	5,215
SECADORA DE ROUPA	8	1 h	14,920
TANQUINHO	12	1 h	0,840
TELEFONE SEM FIO	30	24 h	2,160
TORNEIRA ELÉTRICA - 3250 W	30	30 min	48,750
TORRADEIRA	30	10 min	4,000
TV EM CORES - 14" (TUBO)	30	5 h	6,300
TV EM CORES - 29" (TUBO)	30	5 h	15,150
TV EM CORES - 32" (LCD)	30	5 h	14,250
TV EM CORES - 40" (LED)	30	5 h	12,450
TV EM CORES - 42" (LCD)	30	5 h	30,450
TV PORTÁTIL	30	5 h	7,050
VENTILADOR DE MESA	30	8 h	17,280
VENTILADOR DE TETO	30	8 h	17,520
VIDEOGAME	15	4 h	1,440

ANEXO II - Estimativa de consumo médio de equipamentos em *standby*

Tabela 5: Dados do consumo médio de cafeteira

Fonte: DANTAS,2014

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	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

Tabela 6: Dados do consumo médio de computadores

Fonte: DANTAS,2014

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	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

Tabela 7: Dados do consumo médio de lavadora de roupas

Fonte: DANTAS,2014

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	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

Tabela 8: Dados do consumo médio de forno micro-ondas

Fonte: DANTAS,2014

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	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

Tabela 9: Dados do consumo médio de aparelhos de som

Fonte: DANTAS,2014

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	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

Tabela 10: Dados do consumo médio de televisões LCD

Fonte: DANTAS,2014

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	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

Tabela 11: Dados do consumo médio de videogames

Fonte: DANTAS,2014

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

8 APÊNDICES

APÊNCIDE A - Estimativa do consumo de uma residência analisando alguns equipamentos

Tabela 12: Estimativa do consumo de alguns equipamentos

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE	POTÊNCIA (W)	DIAS DE USO (DIA/MÊS)	TEMPO DE USO	TOTAL
Aspirador de Pó	1	100	30	20 min	1
Batedeira	1	120	8	30 min	0,48
Cafeteira	1	600	30	15 min	4,5
Chuveiro	2	3500	30	20 min	70
Computador	1	180	30	3h	16,2
Cortador de Grama	1	300	2	2	1,2
Enceradeira	1	250	2	1h	0,5
Ferro de Passar	1	1000	12	1h	12
Fogão Elétrico	1	60	30	5 min	0,15
Forno Elétrico	1	800	15	1h	12
Geladeira	1	90	30	16h	43,2
Impressora	1	25	30	10min	0,125
Lâmpada Inc. 100w	2	100	30	4h	24
Lâmpada Inc. 60w	5	60	30	4h	36
Lâmpada Flu. 40w	5	40	30	4h	24
Lavadora de Roupas	1	500	12	1h	6
Liquidificador	1	300	10	15min	0,75
Micro-ondas	1	1200	30	15min	9
Micro System	1	15	20	30min	0,15
Sandueira	1	750	30	10min	3,75
Secador de Cabelo	1	600	30	30min	9
Telefone sem Fio	1	15	30	24h	3,6
Televisão	2	110	30	1h	6,6
Vídeo Game	1	15	15	3h	0,675
TOTAL	35	–	–	–	284,88

APÊNCIDE B - Código do programa do Arduino

```

// Programa: Automação residencial utilizando Bluetooth
// Aluna: Larissa Carolina Corraide da Silva
// Projeto Final de Curso - Engenharia de Controle e Automação - UFOP

//Declaração das variáveis e portas analógicas e digitais

int rele1 = 2;
int rele2 = 3;
int rele3 = 4;
int lampada_quarto= 5;
int aquecedor = 8;

int retorno_rele1=9;
int retorno_rele2=10;

int leitura=0;           // Variável para armazenar valor lido do App
int setpoint_temp = 10; // Variável que armazena valor de setpoint da temperatura
int tempPin = A0;       // Canal 0 analogico para leitura da temperatura
int LuzPin1 = A1;       // Canal 1 analogico para leitura da luminosidade
float tempValue = 0;    // Variável para armazenar o valor lido do sensor de temperatura
float LuzValue =0;      // Variável para armazenar o valor lido do sensor LDR
float LuzValue_media=0; // Variável para armazenar a média do valor lido do sensor de
                        //luminosidade

//-----

// Definições

void setup() {

// Inicializa as variáveis como saída ou entrada
pinMode(rele1, OUTPUT);
pinMode(rele2, OUTPUT);

```

```

pinMode(rele3, OUTPUT);
pinMode(lampada_quarto, OUTPUT);
pinMode(aquecedor, OUTPUT);
pinMode(retorno_rele1, INPUT);
pinMode(retorno_rele2, INPUT);

//Inicializa a comunicação serial 9600 bits por segundo
Serial.begin(9600);
}

//-----

void loop() {
  int i=0;
  leitura=0;
  LuzValue_media= ((analogRead(LuzPin1)));

  if(Serial.available() > 0){          // Confere se há caracter para receber
    leitura = Serial.read();          // Armazena o valor lido na variável state
  }

  if (leitura == 1) {                 // Atualização dos status do relé página do aplicativo
    if (digitalRead(retorno_rele1))
      Serial.print(int(3));           // Envia 3 se relé estiver ativo
    else
      Serial.print(int(2));           // Envia 2 se relé estive desativado
    leitura=0;
  }

  else if (leitura == 4) {           // Atualização do status do relé página do aplicativo
    if (digitalRead(retorno_rele2))
      Serial.print(6);                // Envia 6 se relé estiver ativo
    else
      Serial.print(5);                // Envia 5 se relé estive desativado
    leitura=0;
  }
}

```

```

}
else if (leitura == 7) {
    digitalWrite(rele1, HIGH) // Aciona o rele1 - carga 1
}

else if (leitura == 8) {
    digitalWrite(rele1, LOW);} // Desativa o rele1 - carga 1

else if (leitura == 9) {
    digitalWrite(rele2, HIGH); // Aciona o rele2 - carga 2
}

else if (leitura == 10) {
    digitalWrite(rele2, LOW);} // Desativa o rele2 - carga 2

else if (leitura == 11) {
    tempValue=((analogRead(tempPin))); //Leitura analogical do sensor de temperatura
    tempValue= (((tempValue*5)/(1023))/0.01); //Conversão para C°
    Serial.print(" T:"); //Escreve caracter
    Serial.print(tempValue); // Escreve valor lido da temperatura
    Serial.print(" C° "); //Escreve caracter
    Serial.flush(); //Limpa porta serial
    leitura=0;
}

else if (leitura == 12) { // Atualização do status do relé página do aplicativo
    if (digitalRead(rele3))
        Serial.print(1); // Envia 1 se relé estiver ativo
    else
        Serial.print(2); // Envia 2 se relé estive desativado
}

else if (leitura == 15) {
    digitalWrite(rele3, HIGH); // Aciona o rele3 - carga 3
}

```

```

else if (leitura == 16) {
    digitalWrite(rele3, LOW);} // Desativa o rele3 - carga 3

else if (leitura == 17) {
    delay(500);
    setpoint_temp = (Serial.read()); // Armazena na variável setpoint_temp valor lido
    leitura=0;
}

else if (leitura == 18) { // Atualização do status do relé página do aplicativo
    if (digitalRead(aquecedor))
        Serial.print(1); // Envia 1 se aquecedor estiver ativo
    else
        Serial.print(2); // Envia 2 se aquecedor estive desativado
    leitura=0;
}

else if (leitura ==21){
    digitalWrite(lampada_quarto, HIGH);} // Ativa lâmpada

else if (leitura ==22){
    digitalWrite(lampada_quarto, LOW);} //Desativa lâmpada

else if (leitura ==23){

    for (int i=0;i<20;i++){
        LuzValue= ((analogRead(LuzPin1))); // Leitura sensor luminosidade
        LuzValue_media = LuzValue_media + LuzValue; // Somatório dos valores
    }
    LuzValue_media=LuzValue_media/20; // Média dos valores lidos
    Serial.print(LuzValue_media); // Envia valor da luminosidade
    Serial.println(" Lux");
    leitura=0;
}

```

```
else if (leitura ==24){
  if (LuzValue_media>400.00) // Se maior que 400 luz está acesa
    Serial.print(1); // Envia 1 para luz acesa
  else
    Serial.print(2); // Envia 1 para luz apagada
  leitura=0;
}

if ((setpoint_temp) > tempValue){ // Se valor setpoint maior que temperatura atual
  digitalWrite (aquecedor,HIGH); //Ativa aquecedor
}

if ((setpoint_temp) < tempValue){ // Se valor setpoint menor que temperatura atual
  digitalWrite (aquecedor,LOW); //Desativa aquecedor
}

delay(100); // esperar 100ms
}
```