

MÓDULO DE CONTROLE PARA SALAS AUTOMATIZADAS - UMA FORMA DE ELIMINAR OS CONTROLES REMOTOS

LUMERTZ, Mateus Moro¹; CONTI, Caio Henrique Cunha²; PAULA FILHO, Pedro Luiz de³; SILVA, Hamilton Pereira da⁴; ERDMANN, Alfredo⁵.

^{1,2,3,4,5}Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Medianeira, Paraná, Brasil
¹mateusmoro@hotmail.com; ²conti_caio@hotmail.com; ³plpf2004@gmail.com;
⁴hamilton.pereiradasilva@gmail.com; ⁵Alfredo.Erdmann@gmail.com

Resumo

Os controles remotos podem vir a se tornar empecilhos em ambientes públicos com grande tráfego de pessoas, pois podem ser perdidos ou danificados. Através de um módulo de controle fixo na parede que se constitui de emissores infravermelho para substituírem os controles remotos, com um Arduino para processar as informações, criou-se uma sala modelo para ambientes automatizados, depois dos estudos realizados o projeto ficou pronto para ser expandido e utilizado em vários locais.

Palavras-chave: automação, domótica, Arduino, controle remoto.

Abstract

The remote controls may turn out to be obstacles in public places with a huge transit of people, because the remotes might be lost or damaged. Through a fixed control module on the wall, which consists of infrared transmitters to replace the remote control, with an Arduino to process the information, was created a model room for automated places, after the studies the project got ready to be expanded and used in various locations.

Key-words: automation, Arduino, remote control, domotic.

1. Introdução

Automação residencial, ou domótica, se refere ao controle e a automação aplicados em residências, permitindo a gestão eficiente do uso de energia, além de proporcionar segurança, conforto e comunicação entre o usuário e o sistema (CEDOM, 2015). Quando aplicada em ambientes não residenciais como hospitais, hotéis, ou no comércio, a domótica passa a receber o nome de Automação Predial.

Uma ferramenta que permite iniciar estudos nessa área, e vêm ganhando espaço nas áreas experimentais é o Arduino, uma pequena placa para prototipagens, criada em 2005 na Itália por Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis (ARDUINOa, 2015), que tinham como propósito inicial aplicações em projetos de escolas. O Arduino pode ser facilmente programado e reprogramado, funcionando através da linguagem *wiring*, que se assemelha bastante com a linguagem C/C++, muitos exemplos e bibliotecas prontas para os mais diversos usos podem ser encontradas na internet (ARDUINOb, 2015). Vários projetos já vêm utilizando-o em seus processos de desenvolvimento, como a caneta ARC para pessoas com Mal de Parkinson criada pelo grupo britânico Dopa Solution's (LENHARO, 2015).

Como a tecnologia vem adentrando cada vez mais no cotidiano das pessoas, tem-se uma grande variedade de aparelhos eletrônicos que são controlados via controle remoto (televisão, ar condicionado, aparelhos de som, etc), o que proporciona maior conforto e mobilidade para ambientes residenciais, porém pode não ser a melhor solução para ambientes públicos com grande fluxo de pessoas onde os controles remotos podem ser facilmente perdidos ou danificados, também pode se tornar uma desvantagem quando um ambiente possui vários aparelhos eletrônicos e por conseguinte vários controles remotos.

Com o intuito de tentar diminuir esses problemas, foi desenvolvida uma aplicação da automação residencial/predial, utilizando-se o Arduino, e com seu uso, um único módulo de controle gerencia o funcionamento de alguns equipamentos, inicialmente controlando o ar-condicionado e o projetor multimídia em uma sala modelo na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Medianeira, simulando o ambiente de uma sala de aula, que poderá ser uma futura aplicação do projeto.

2. Metodologia

Tanto o ar-condicionado quanto o projetor recebem informações do controle remoto através da emissão de ondas luminosas em espectro infravermelho (IR - ondas com comprimento de 700nm à 1mm), portanto não são visíveis para os olhos humanos (o espectro visível é de 350nm à 700nm) (HALLIDAY; RESNIK; WALKER. 2003).

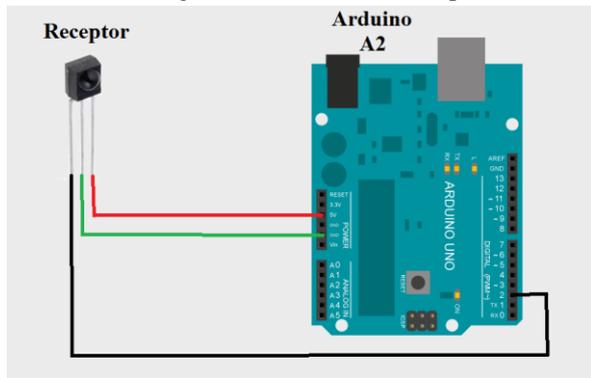
O controle remoto possui um emissor que consegue reproduzir rapidamente pulsos longos e curtos de ondas infravermelhas em uma frequência pré-determinada, transmitindo assim para os receptores presentes nos equipamentos (ar-condicionado e projetor) uma mensagem que é transformada em sinais elétricos e estes são tratados como dados binários que são processados pelo controlador do equipamento (CAVALCANTE; RODRIGUES; BUENO. 2013).

Com isso, o objetivo desse trabalho é obter quais são as mensagens que os aparelhos precisam receber para executar suas funções, armazená-las e depois retransmiti-las a partir de emissores IR fixos que deverão substituir os controles remotos nos locais onde serão implementados, para isso um Arduino (A1) irá ficar responsável de controlar essas transmissões.

Para o entendimento e interpretação destas mensagens trocadas entre controles remotos e

equipamentos foi construído um circuito com outro Arduino (A2) e um receptor IR (modelo TSOP1838), esse circuito pode ser visualizado na Figura 1, o TSOP1838 é um sensor que percebe luz em espectro infravermelho, este receptor foi encarregado de captar os pulsos emitidos pelos controles remotos.

Figura 1 - Circuito do Receptor



Fonte: Autoria Própria

A programação deste circuito foi baseada em um programa de autoria da Adafruit¹, com algumas modificações pois o programa inicial não estava preparado para ler mensagens muito extensas como se mostrou necessário.

Na Figura 2 é apresentada uma das modificações feitas no código original, a variável “pulses” é um vetor bidimensional com capacidade para 320x2 elementos, inicialmente possuía capacidade para apenas 100x2 elementos, a mensagem emitida pelo controle remoto do ar-condicionado necessitou de um vetor de 227 elementos para ser armazenada. Já os comandos de controle do projetor são menores e mais simples, a mensagem que o liga é a mesma que o desliga (o tamanho do vetor varia da marca do aparelho, assim como o vetor do ar-condicionado).

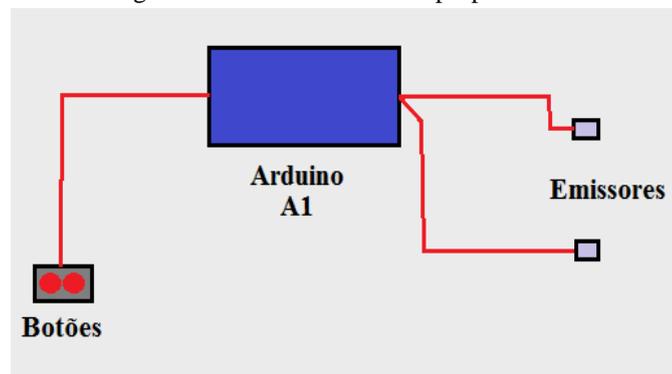
Figura 2 - Trecho de código modificado (referente ao receptor)

```
#define IRpin_PIN      PIND
#define IRpin          2
#define MAXPULSE 55000
#define RESOLUTION 20
uint16_t pulses[320][2];
uint8_t currentpulse = 0;
```

Fonte: Adaptado de Raw IR Decoder Sketch!¹

Para o módulo emissor foi proposto um modelo (mostrado na Figura 3), no qual os botões ficarão distantes do circuito do Arduino (A1), para evitar o acesso indesejado ao circuito por qualquer pessoa, os emissores também devem ficar distantes do circuito pois, estes devem ficar ao alcance dos receptores dos aparelhos controlados (ar-condicionado e projetor). A Figura 6 apresenta o circuito detalhado dos emissores.

Figura 3 - Modelo de emissor proposto



Fonte: Autoria Própria

Para conseguir controlar ambos os aparelhos em um módulo de controle único, um Arduino (A1) ficou responsável de processar as informações e fazer com que emissores infravermelhos instalados, pulsem e transmitam as mesmas mensagens codificadas que foram captadas pelo receptor do circuito do Arduino A2, de forma a funcionar de modo equivalente aos controles remotos. Foram necessários dois emissores na instalação do protótipo, um para o ar-

¹ <https://learn.adafruit.com/ir-sensor/using-an-ir-sensor>

condicionado e outro para o projetor, já que estes equipamentos ficam distantes entre si.

A mensagem é transmitida através da intensidade dos pulsos e dos intervalos entre eles, então no código do Arduino referente ao circuito do receptor (A2), todas essas informações foram armazenadas em pares em um vetor (intensidade do pulso; intervalo em microssegundos até o próximo pulso), porém o tamanho total do vetor é sempre ímpar, já que o último pulso não precisa de intervalo por não haver sucessor. Na leitura, o primeiro par emitido é apenas um inicializador, ele geralmente possui o maior pulso e o maior intervalo, depois dele os outros transmitem a mensagem que faz o equipamento ligar ou desligar.

Na programação do Arduino A1, foi utilizada uma biblioteca específica para trabalhar com sensores infravermelho em forma de controles remotos, biblioteca IRremote², criada por Ken Shirriff. O código mostrado pela Figura 4 envia os comandos para o ar-condicionado, no qual *liga* e *desliga* se referem aos vetores que armazenam as mensagens captadas pelo receptor IR, *codeLenLiga* e *codeLenDesliga* o tamanho desses vetores e 38 a frequência em que eles são emitidos, que é um valor comum em equipamentos eletrônicos (IRremote Library, 2015).

para verificar se os emissores às estavam transmitindo corretamente, foi feito um teste com uma televisão da marca Samsung, com o seu controle remoto foi captada a mensagem emitida pelo botão de liga/desliga, o vetor de 135 elementos está representado no Gráfico 1.

Com o módulo de controle foi emitida a mensagem através dos emissores infravermelho, a televisão respondeu corretamente aos comandos se ligando e também desligando com a emissão da mensagem.

O mesmo ocorreu no processo de testes com o projetor multimídia e com o ar-condicionado da sala modelo.

Figura 4 - Função que liga ou desliga o ar-condicionado

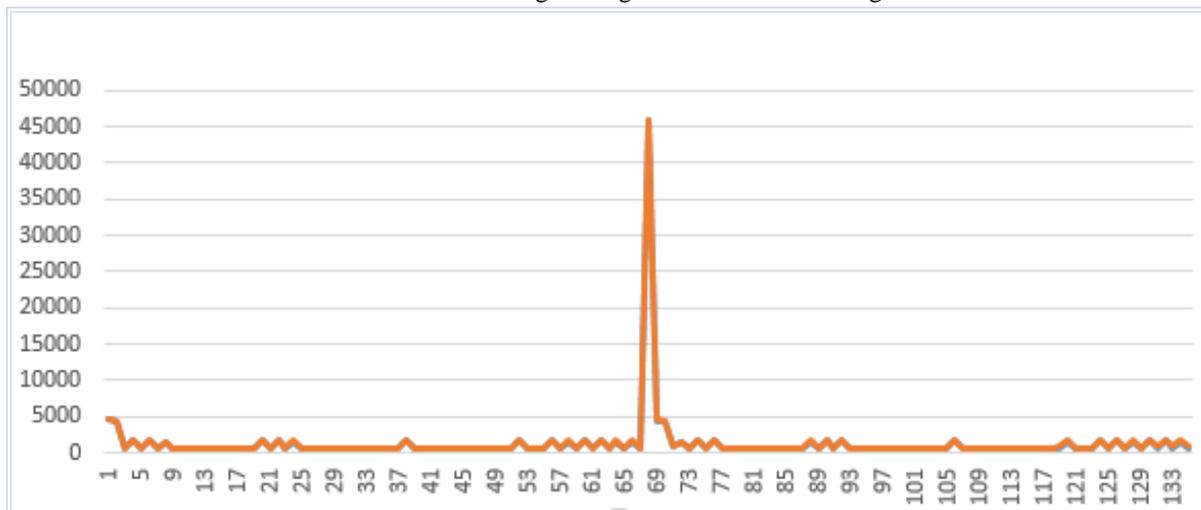
```
void sendCodeAR(int flag) {
    if(flag==0){
        irsend.sendRaw(liga, codeLenLiga, 38);
    }else{
        irsend.sendRaw(desliga, codeLenDesliga, 38);
    }
}
```

Fonte: Autoria Própria.

Para verificar se o receptor de testes estava captando corretamente as mensagens, e também

² https://www.pjrc.com/teensy/td_libs_IRremote.html

Gráfico 1: Vetor liga/desliga de televisão Samsung



Fonte: Autoria Própria

3. Resultados e Discussão

Os emissores infravermelhos devem ficar corretamente posicionados para estarem na faixa de ação dos receptores presentes tanto no ar condicionado quanto no projetor, então por causa da distância em que esses aparelhos se encontram, os emissores também ficam distantes entre si, portanto eles são ligados no Arduino através de um cabo, para a instalação feita na sala modelo foi utilizado cabo de par trançado modelo de telefone.

Para verificar se a perda de sinal ao longo dele é relevante, foi seguido a sugestão de MATTEDE (2015), e analisado um cabo de tamanho semelhante ao que seria utilizado nas instalações (aproximadamente 6 metros de comprimento), a resistência total desse condutor foi medida, $1,5\Omega$, também foi aplicada uma tensão de 1,29V em uma das extremidades, verificando a tensão no emissor infravermelho colocado na outra extremidade obteve-se o valor 1,25V, ou seja, houve uma perda de 3,1% da tensão fornecida. O mesmo procedimento foi repetido para um cabo desnecessariamente grande, com comprimento de 30 metros, e obteve-se uma perda de 10% da tensão fornecida.

O experimento foi repetido com cabos de rede (CAT6), este tipo se mostrou ser mais eficiente, porém possui um valor comercial três vezes mais alto. Então optou-se por utilizar cabos modelo de telefone porque apesar de serem menos eficientes não possuem uma perda de tensão significativa nos comprimentos no qual serão utilizados.

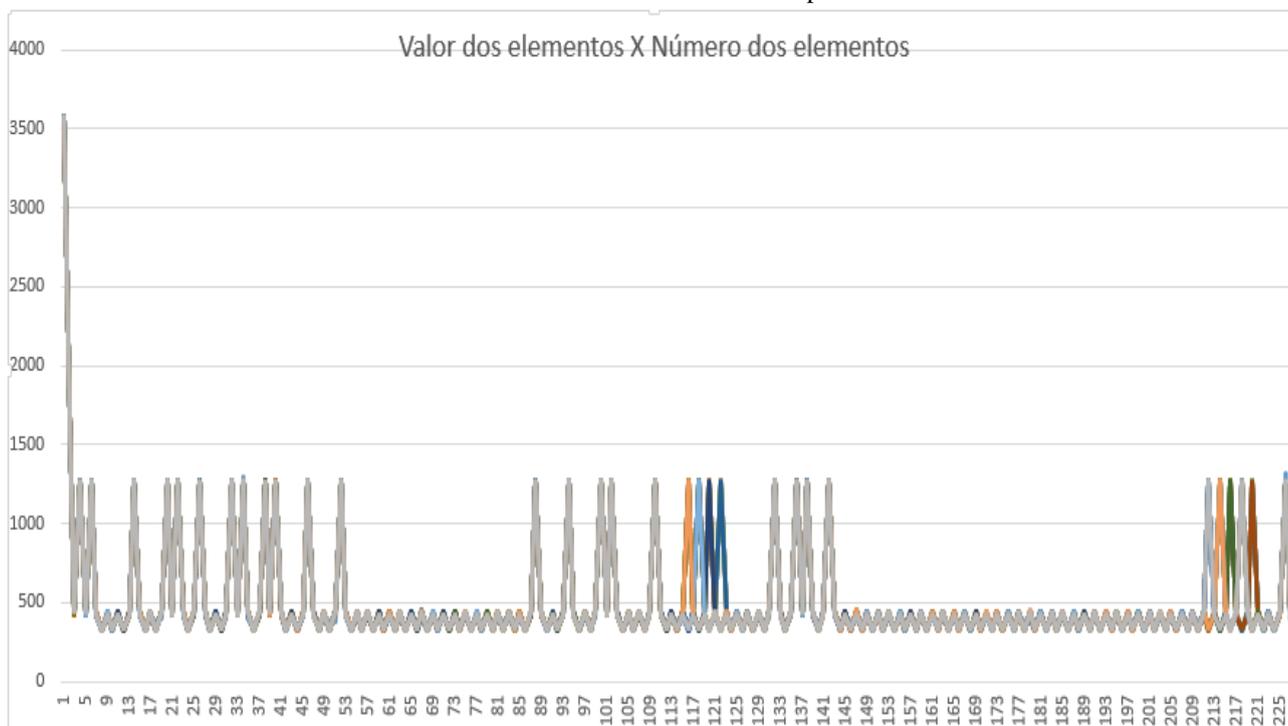
Resolvidas as questões físicas do projeto, foram analisados os elementos relativos à leitura dos controles remotos, depois de solucionado o problema da limitação dos tamanhos dos vetores no código original do receptor, o que estava dificultando a leitura da mensagem emitida pelo controle do ar-condicionado. Esta mesma leitura foi feita novamente várias vezes, alterando no controle remoto a temperatura de refrigeração. Na análise destes dados verificou-se que o tamanho do vetor é sempre constante, com 227 elementos, mas ele muda em determinados pontos a intensidade dos pulsos e dos intervalos para diferenciar os comandos emitidos. Ou seja, ele já se inicia com uma temperatura pré-definida pelo controle remoto, e a mensagem que transmite isso, o faz na mesma pulsação da mensagem que o faz ligar, por isso o vetor é muito extenso e o código do receptor precisou ser modificado, como já foi explicado.

Para melhor entender o processo de

identificação das mensagens pelo ar-condicionado, foi feito o Gráfico 2, contendo os elementos dos vetores correspondentes à todas

as temperaturas entre 17°C e 31°C.

Gráfico 2: Diferentes vetores de temperatura



Fonte: Autoria Própria

Analisando o gráfico é possível perceber que os vetores são praticamente iguais exceto entre os elementos 113-125 e 209-221, que são os intervalos onde a informação sobre a temperatura é transmitida para o ar-condicionado.

Também é possível identificar que os elementos inicializadores realmente possuem valores maiores que os outros.

Com isso, o processo de controle do ar-condicionado é mais complexo que o do projetor, pois nele uma mesma mensagem transmite vários comandos, já que esta deve conter informações do tipo liga ou desliga além do controle de temperatura, do modo de ventilação e de outras funções, então o controle remoto foi pré-ajustado e testado, a pulsação emitida na configuração específica escolhida foi captada pelo receptor IR.

Essa escolha foi baseada em MARTINS (2015), 18°C ou 16°C é geralmente a capacidade

máxima de refrigeração dos ares-condicionados, porém nessas condições existe muita perda de umidade no ambiente, e apesar do conforto isto não é bom para a saúde, principalmente pelas salas de aula se tratarem de ambientes fechados sem circulação de ar externo, o que causa acumulação de poluição e concentração de CO₂. Nessas condições podem surgir sintomas como sonolência, fadiga, além de facilitar contaminações com vírus e bactérias.

Esses sintomas são agravados pelo fato de que os ambientes em que o módulo de controle será instalado são públicos, havendo grande concentração de pessoas. Então para um ambiente confortável e também saudável, foi escolhida a temperatura de 24°C.

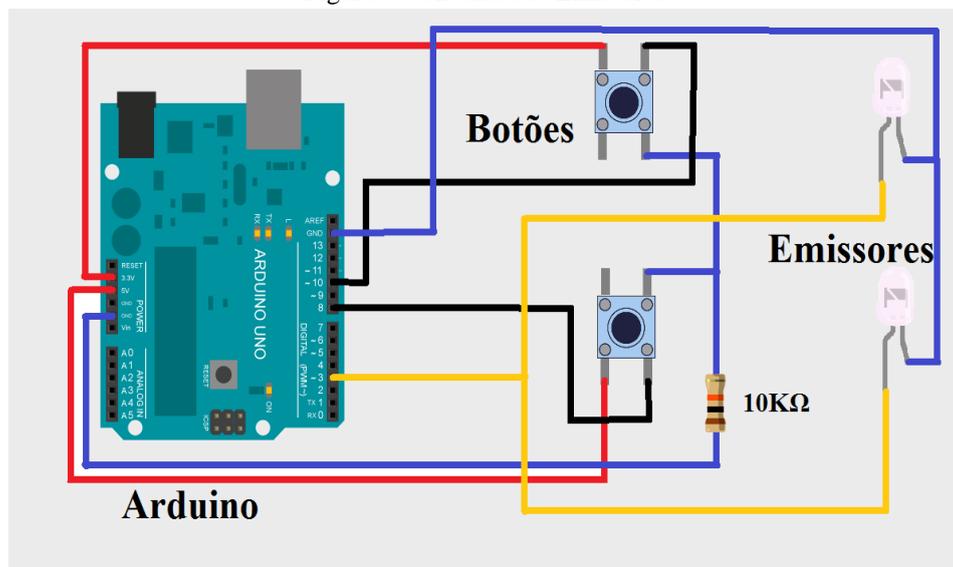
O processo de captação da mensagem emitida pelo controle remoto com temperatura pré-ajustada teve que ser realizado duas vezes, pois diferentemente do projetor a mensagem que liga o ar-condicionado não é a mesma mensagem

que desliga, então todo o processo de controle foi resumido em um vetor para ligar e outro vetor para desligar o aparelho (Figura 4).

O módulo de controle funcionou para o ar-condicionado e para o projetor da sala modelo, os vetores captados foram de 67 elementos para o projetor BenQ e 227 elementos para o ar-condicionado Elgin. Para futuras reproduções

deste projeto também foram captadas as pulsações emitidas pelos controles remotos de equipamentos de outras marcas, como os de projetores Sony com um vetor de 159 elementos, BenQ (outro modelo) com 203, e Epson com 203 elementos.

Figura 5 - Circuito dos Emissores



Fonte: Autoria Própria

A Figura 5 mostra como ficou o circuito final com os botões, os emissores do ar-condicionado e do projetor estão ligados em paralelo, isso significa que irão emitir a mesma pulsação, porém isso não é um problema, pois, as mensagens emitidas para os diferentes equipamentos são também diferentes, ou seja, o projetor não fará nada ao receber os comandos para o ar-condicionado e o ar-condicionado não fará nada ao receber os comandos para o projetor.

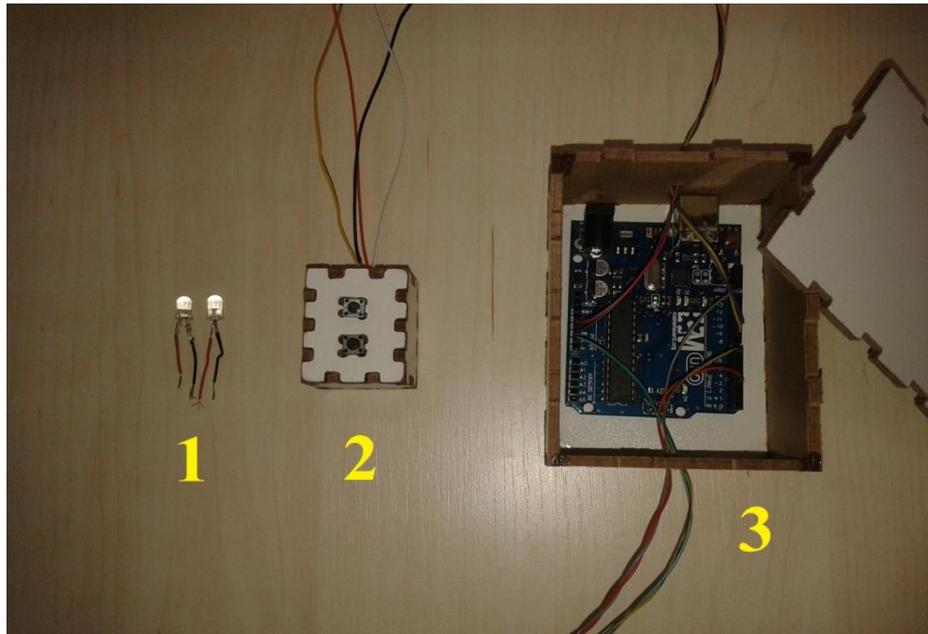
No modelo mostrado pela Figura 3 os emissores devem ficar posicionados em direção aos receptores do ar-condicionado e do projetor, porém a mensagem deve ser emitida a uma distância máxima para que o sinal chegue em seu destino.

Foi testado com o ar-condicionado a distância máxima que o emissor deve estar posicionado para que funcione sem falhar, a distância

horizontal máxima verificada para que isso aconteça foi de aproximadamente 7 metros desde que ele esteja corretamente apontado para o receptor, este se encontrava a 3,5 metros de altura porém apontado diagonalmente para baixo.

Após o correto posicionamento dos emissores, o módulo de controle foi testado repetidas vezes, onde os botões foram pressionados com frequência, os equipamentos responderam corretamente todas as vezes (exceto pelo primeiro apertado no botão do ar-condicionado, pois como esse botão executa as duas funções “Liga” e “Desliga”, dependendo do estado inicial do aparelho ele pode ser comandado a ligar/desligar sendo que já está ligado/desligado). A Figura 6 mostra o módulo de controle funcional pronto para a instalação, com os emissores (1), os botões (2) e o Arduino (3).

Figura 6: Módulo de controle pronto para a instalação



Fonte: Autoria Própria

4. Conclusão

A automatização da sala modelo L14B através do protótipo com o Arduino funcionou, os emissores corretamente posicionados não falham em enviar as mensagens para os equipamentos destinados.

Espera-se aplicar o módulo de controle em outras salas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Medianeira, eventualmente podendo o Arduino ser substituído por microcontroladores e o projeto ser expandido para agregar mais equipamentos além do ar-condicionado e o projetor. Para fins práticos, também pode-se desenvolver um circuito para a instalação de módulos em diversas salas utilizando apenas um controlador. Este projeto pode servir de base para futuras aplicações nas áreas de automação residencial/predial, onde o módulo de controle pode fazer parte de uma automatização mais completa de ambientes públicos ou domésticos.

5. Referências

ARDUINOa. **Credits.** Disponível em <<http://www.arduino.cc/en/Main/Credits>> Acesso em 24/04/2015.

ARDUINOb. **What is Arduino?** Disponível em <<http://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>> Acesso em 09/04/2015.

CAVALCANTE, Marisa; RODRIGUES, Thais; BUENO, Darlene. **Controle Remoto: Princípio de Funcionamento**, 2013.

CEDOM, Asociación Española de Domótica. **Qué es Domótica.** Disponível em <<http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>> Acesso em 08/04/2015.

HALLIDAY, David; RESNIK, Robert; WALKER, Jearl. Tradução de BIASI, Ronaldo Sérgio. **Fundamentos da Física**, Vol 4. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

IRremote **Library.** Disponível em <https://www.pjrc.com/teensy/td_libs_IRremote.html> Acesso em 01/04/2015.

LENHARO, Mariana. **Grupo Cria Caneta para Ajudar Pessoas com Parkinson a Escrever à Mão.** Disponível em <<http://g1.globo.com>>. Acesso em 06/04/2015.

MARTINS, Maria. **A Relação do Ar Condicionado e o Conforto Humano.** Disponível em <<http://www.abrava.com.br>>. Acesso em 25/07/2015.

Artigo submetido em: 08.08.2015

MATTEDE, Henrique. **Como calcular queda de tensão nos condutores?** Disponível em <<http://www.mundodaeletrica.com.br/como-calcular-queda-de-tensao-nos-condutores/>> Acesso em 06/04/2015.

Artigo aprovado para publicação em: 14.03.2016