



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECATRÔNICA

Desenvolvimento de um sistema de automação
residencial – Smart Home

William Martins Fontanete

NATAL- RN, 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECATRÔNICA

Desenvolvimento de um sistema de automação residencial – Smart Home

William Martins Fontanete

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Mecatrônica da Universidade Federal do
Rio Grande do Norte como parte dos
requisitos para a obtenção do título de
Engenheiro Mecatrônico, orientado pelo
Prof. Dr Samaherni Moraes Dias

NATAL – RN

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECATRÔNICA

Desenvolvimento de um sistema de automação
residencial – Smart Home

William Martins Fontanete

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso

Prof. Dr Samaherni Moraes Dias

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Orientador

Prof. Dr. Kurios Iuri Pinheiro De Melo Queiroz

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Avaliador Interno

Prof. Dr. Joilson Batista de Almeida Rego

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Avaliador Interno

NATAL, 9 de dezembro de 2016

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me apoiaram e me deram forças para continuar lutando pelos meus sonhos, que sempre me mostraram o melhor caminho a seguir para atingir meus objetivos, aos meus amigos que também me deram muito apoio, muitas vezes demonstrando interesse no projeto, perguntando, dando idéias, ajudando a pensar em soluções, à minha namorada que acompanhou todo o desenvolvimento do projeto, também dando ideias e ajudando com os testes, ao meu orientador, Prof. Dr. Samaherni Moraes Dias que me deu todo o apoio necessário no projeto, ajudando com as dificuldades encontradas durante a elaboração do mesmo, e a todos os professores do curso que foram tão importantes para o meu crescimento acadêmico e no desenvolvimento deste trabalho.

Resumo

O objetivo principal desse trabalho é o desenvolvimento de um sistema de automação residencial de fácil instalação, de forma que o próprio consumidor a possa fazer, não precisando custear nada além do valor do produto adquirido. Além da facilidade na instalação, um dos objetivos desse trabalho é tornar esse serviço mais acessível financeiramente.

Nesse trabalho, um produto foi construído para funcionar como uma central que controla por rede Wi-Fi, tomadas e interruptores, através de um aplicativo desenvolvido. A central possui um microcontrolador chamado ESP8266, que é o responsável pela comunicação Wi-Fi, e um Arduíno Mega, que é responsável tanto pelo processamento dos dados que são recebidos e/ou enviados pelo ESP8266, quanto por facilitar a configuração que deve ser feita pelo usuário na central, por meio de menus.

Palavras-chave: Automação residencial, fácil instalação, acessível financeiramente

Lista de ilustrações

Figura 1 – Arduino Mega	2
Figura 2 – Módulo ESP8266	3
Figura 3 – Adaptador SD	3
Figura 4 – Módulo I2C e display LCD 16x2	4
Figura 5 – Módulos transmissor e receptor Rf	4
Figura 6 – HT12D e HT12E	5
Figura 7 – Diagrama de blocos da central de controle	6
Figura 8 – Diagrama de blocos do aplicativo	7
Figura 9 – Diagrama de blocos dos dispositivos	7
Figura 10 – Circuito inicial do projeto	8
Figura 11 – Circuito com LCD para monitoramento	9
Figura 12 – Circuito atualizado com botões de navegação	9
Figura 13 – Circuito com adaptador de cartão SD	10
Figura 14 – Central com transmissor Rf e codificador de sinal	11
Figura 15 – Central de controle real	11
Figura 16 – Circuito para controle de uma tomada	12
Figura 17 – Circuito para controle de um interruptor	12
Figura 18 – Circuito completo	13
Figura 19 – Sistema real montado	13
Figura 20 – Primeiro modelo do aplicativo desenvolvido	14
Figura 21 – Aplicativo final	15
Figura 22 – Exemplo de funcionamento	16

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Custo de desenvolvimento do dispositivo.....	17
Tabela 2 – Custo para desenvolvimento da central de controle.....	18

Sumário

Dedicatória	i
Resumo	ii
Lista de ilustrações	iii
Lista de Tabelas	iv
Sumário	v
1 Introdução.....	1
1.1 Objetivos	1
2 Revisão bibliográfica.....	2
2.1 Componentes utilizados.....	2
3 Central de controle	6
3.1 Estrutura do sistema	6
3.1.1 Sistema da central	6
3.1.2 Sistema do aplicativo	6
3.1.3 Sistema dos dispositivos	7
3.2 Hardware.....	8
4 Aplicativo	14
5 Resultados e discussões	17
6 Conclusões	19
7 Referências	20

1 Introdução

Um artigo sobre “Projeto de Interiores e Automação” (Associação Brasileira de Automação Residencial, 2005), afirma que a automação residencial promove a integração e racionalização dos diversos sistemas existentes em uma residência, relacionados à comunicação, transmissão de dados, iluminação, climatização, segurança, áudio e vídeo, irrigação de jardim etc, gerando como benefícios: economia, conforto e segurança.

Embora apresente melhorias, a automação residencial está restrita a um pequeno número de usuários devido ao seu custo. Buscando atacar este problema, este trabalho visa elaborar um dispositivo, de baixo custo, que possa automatizar uma residência e que possua uma fácil instalação e manutenção, ou seja, que o próprio usuário seja capaz de fazer.

Atualmente, os custos para se contratar um sistema de automação residencial podem ir de R\$ 1 mil, para sistemas de iluminação de uma sala, até R\$ 250 mil, para uma residência com todos os sistemas automatizados, como luz, portas, janelas, cortinas, portões, segurança, piscina. (ANDRAUES, 2015, online)

1.1 Objetivos

Neste projeto os objetivos principais são, a facilidade na instalação, para que o consumidor tenha a liberdade para instalar e facilidade na configuração da Central de Controle, sendo possível que a mesma central seja utilizada em residências diferentes, bastando apenas reconfigurar a mesma.

Outro objetivo buscado é a possibilidade de controlar os dispositivos existentes, mesmo não estando na casa, para isso o usuário deve possuir em seu smartfone conexão com a internet e o aplicativo desenvolvido para esse fim. Deve também possuir conexão com a internet na central de controle.

2 Revisão bibliográfica

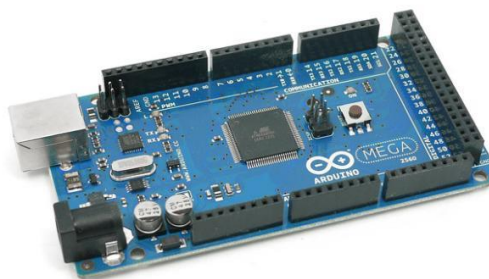
2.1 Componentes utilizados

Para o desenvolvimento desse projeto, foi feito o uso de alguns componentes específicos, os quais serão detalhados abaixo:

a. Arduino Mega:

Inicialmente, o arduino que seria utilizado como “processador” da central de controle deste projeto, seria o Arduino Nano, porém, este não possuía à sua disposição, uma memória suficiente para suportar o software que seria embarcado. Uma pesquisa sobre as memórias disponíveis em diversos modelos de Arduinos, mostrou que o único que suportaria o projeto seria o Arduino Mega, por esse motivo, o Arduino Mega é o escolhido no projeto. Um Arduino Mega pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Arduino Mega



Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega>

b. ESP8266:

Este componente é responsável pela comunicação WiFi, pode ser utilizado tanto como um ponto de acesso quanto como um cliente em uma rede WiFi. Foi escolhido por tornar a conexão mais simples, pois redes WiFi em residências são muito comuns hoje em dia, e mesmo em residências que possam não possuir uma rede WiFi, o ESP8266, configurado como roteador, pode prover a rede que será utilizada para

fazer o controle e monitoramento dos dispositivos. Um módulo ESP8266 pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – Módulo ESP8266



Fonte: <http://www.arduinoportugal.pt/temas/como-utilizar-o-esp8266/>

c. Adaptador SD:

Em busca de salvar determinadas configurações feitas na central de controle, optou-se pela utilização de algum tipo de memória, por isso um adaptador de memória SD foi adicionado ao projeto, o modelo escolhido pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Adaptador SD



Fonte: <http://rn.olx.com.br/rio-grande-do-norte/computadores-e-acessorios/micro-sd-micro-tf-card-adaptador-arduino-106648222>

d. Módulo I2C e display LCD 16x2

De forma a facilitar o andamento da configuração da Central de Controle, foi feita a utilização de um Display LCD 16x2 e em busca de facilitar a instalação e utilizar a menor quantidade possível de portas digitais do Arduino Mega, o Módulo I2C foi utilizado, ambos, Módulo I2C e Display LCD podem ser vistos na Figura 4.

Figura 4 – Módulo I2C e display LCD 16x2

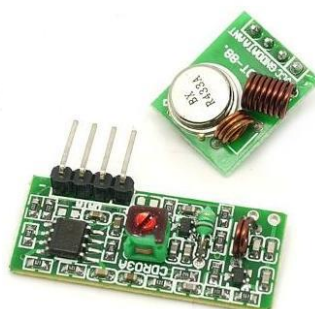


Fonte: http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-719147225-display-lcd-16x2-e-modulo-i2c-serial-_JM

e. Transmissor e receptor Rf

Buscando evitar a comunicação cabeada, um transmissor Rf é utilizado na central de controle, e um receptor Rf em cada dispositivo adicionado ao projeto, estes módulos transmitem em uma frequência de 433 MHz e podem ser observados na Figura 5.

Figura 5 – Módulos transmissor e receptor Rf

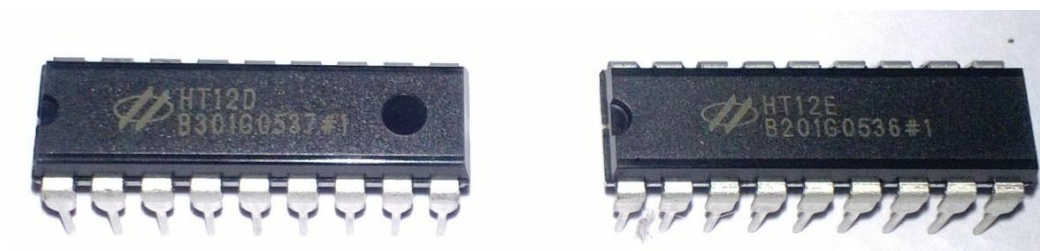


Fonte: <http://rn.olx.com.br/rio-grande-do-norte/computadores-e-acessorios/modulo-rf-443mhz-transmissor-receptor-wireless-arduino-pic-113914115>

f. HT12D e HT12E

Estes dois circuitos integrados têm o papel de codificar e decodificar sinais para que a transmissão Rf ocorra sem a necessidade de um microcontrolador, podendo fazer o controle de até 4 portas digitais, e utilizando uma codificação de 8 bits. Estes circuitos integrados podem ser vistos na Figura 6.

Figura 6 – HT12D e HT12E



Fonte - http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-718082439-ci-ht12d-ht12e-_JM

3 Central de controle

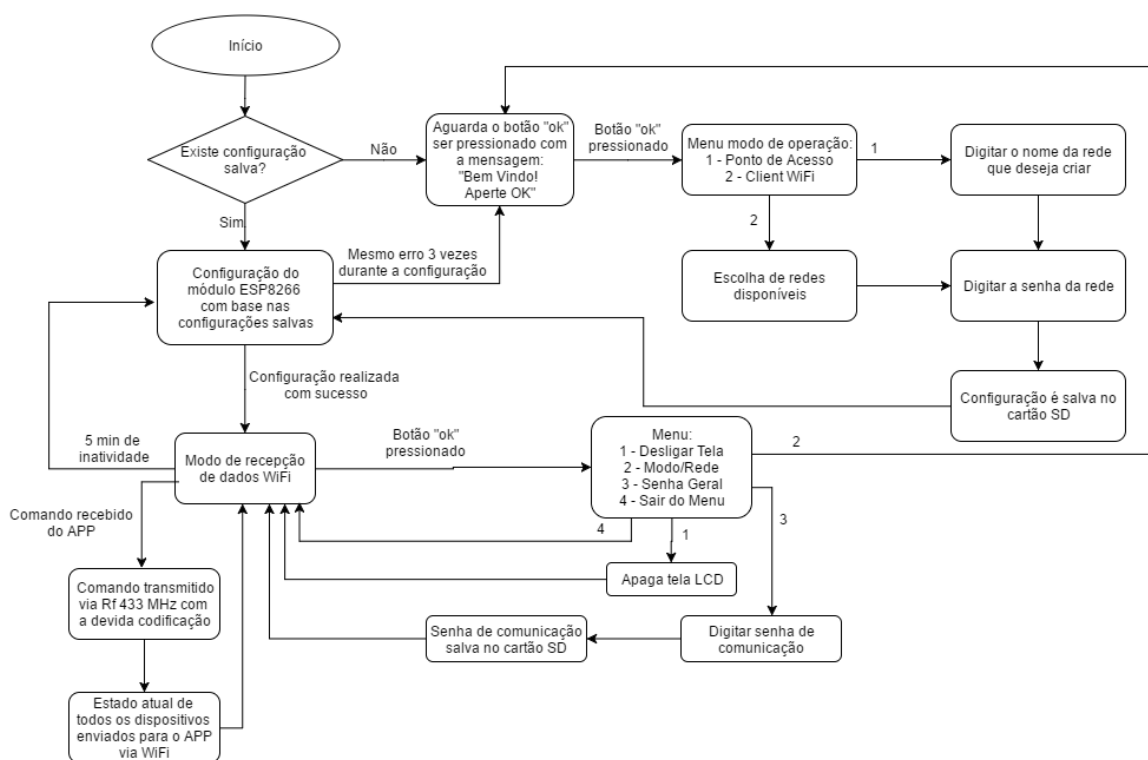
3.1 Estrutura do sistema

O sistema da central de controle funciona interligando três diferentes sistemas, os quais serão detalhados abaixo:

3.1.1 Sistema da central

O sistema principal, está embarcado no microcontrolador da central de controle e é responsável por receber comandos via WiFi, provenientes de um aplicativo, e converte-los em comandos que serão transmitidos via Rf 433 MHz para os dispositivos a serem controlados. Um diagrama de blocos deste sistema pode ser visto na Figura 7

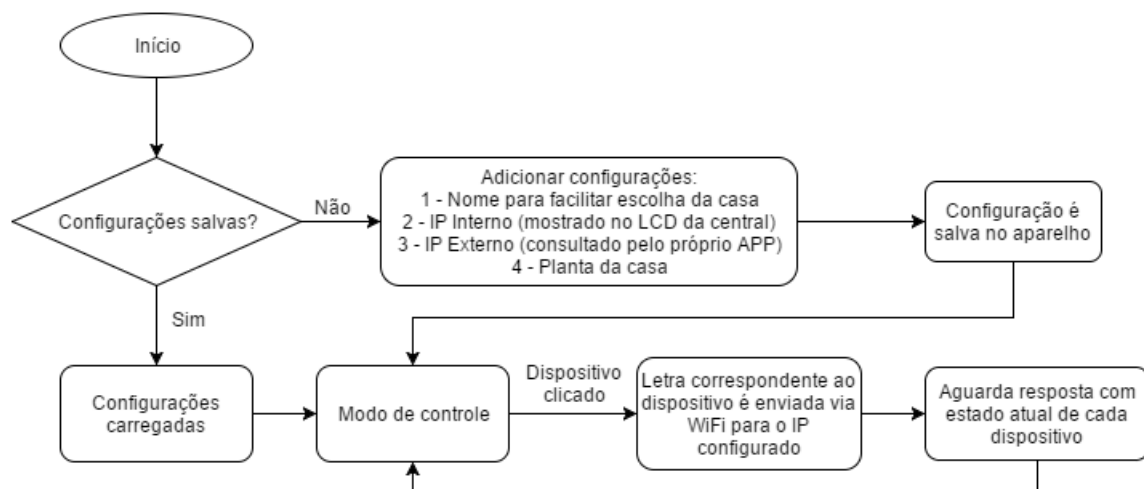
Figura 7 – Diagrama de blocos da central de controle



3.1.2 Sistema do aplicativo

O segundo sistema que compõe o projeto, é o sistema presente no aplicativo desenvolvido, responsável por transmitir comandos dados pelo usuário, via WiFi, para a central de controle. Esse sistema pode ser observado na Figura 8.

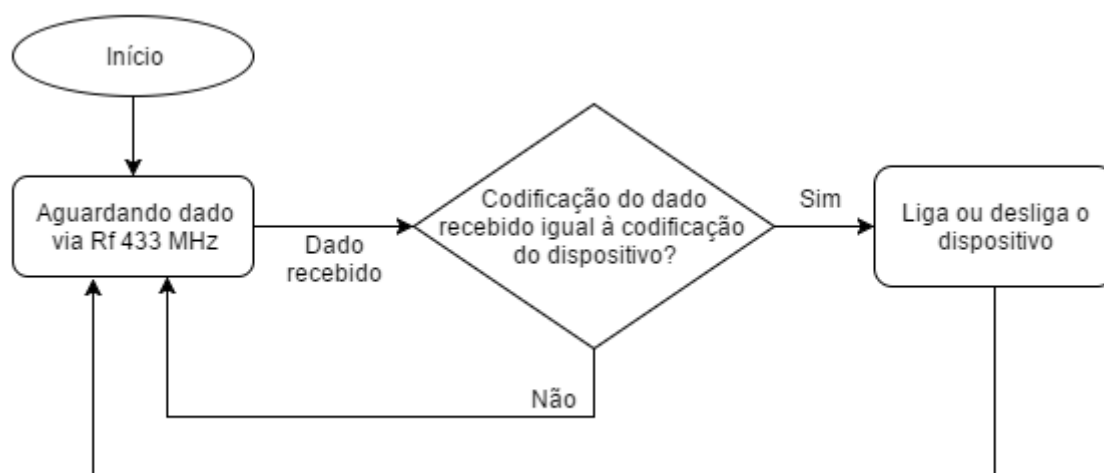
Figura 8 – Diagrama de blocos do aplicativo



3.1.3 Sistema dos dispositivos

Por fim, o terceiro sistema, é o sistema presente em cada dispositivo desenvolvido. Esse sistema pode ser visto na Figura 9, e é responsável por receber comandos via Rf 433 MHz, decodificá-los, e ligar ou desligar o dispositivo.

Figura 9 - Diagrama de blocos dos dispositivos

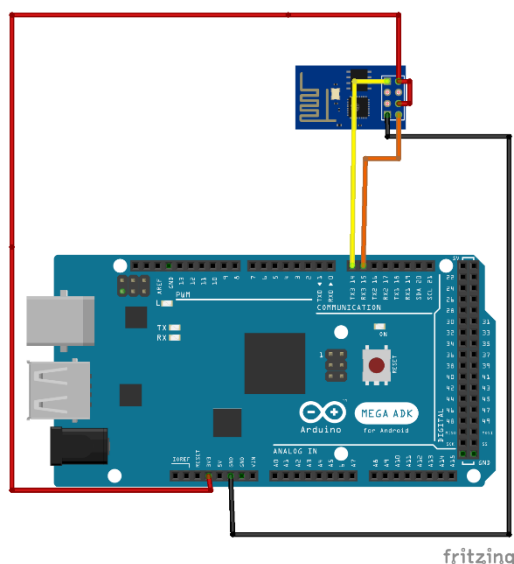


3.2 Hardware

Para dar início ao desenvolvimento, o primeiro objetivo traçado, foi um pequeno protótipo da central de comunicação, que tivesse todas ou quase todas as funcionalidades desejadas, porém que não fosse tão manipulável quanto o objetivo final do projeto, para que dessa forma, as melhorias fossem feitas com o sistema já em funcionamento pleno.

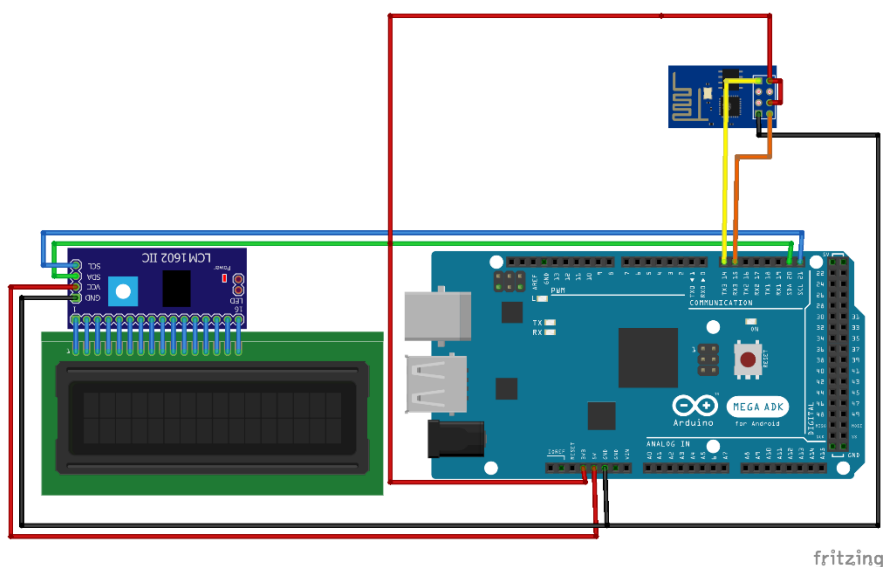
Para isso, um circuito com um Arduino Mega e um ESP8266 (responsável pela comunicação WiFi), foi montado, como pode ser visto na Figura 10, e um código foi feito para que o arduino simplesmente configurasse o ESP8266 para uma rede especificada em código, e o mantivesse aguardando comandos de controle vi WiFi.

Figura 10 – Circuito Inicial do projeto



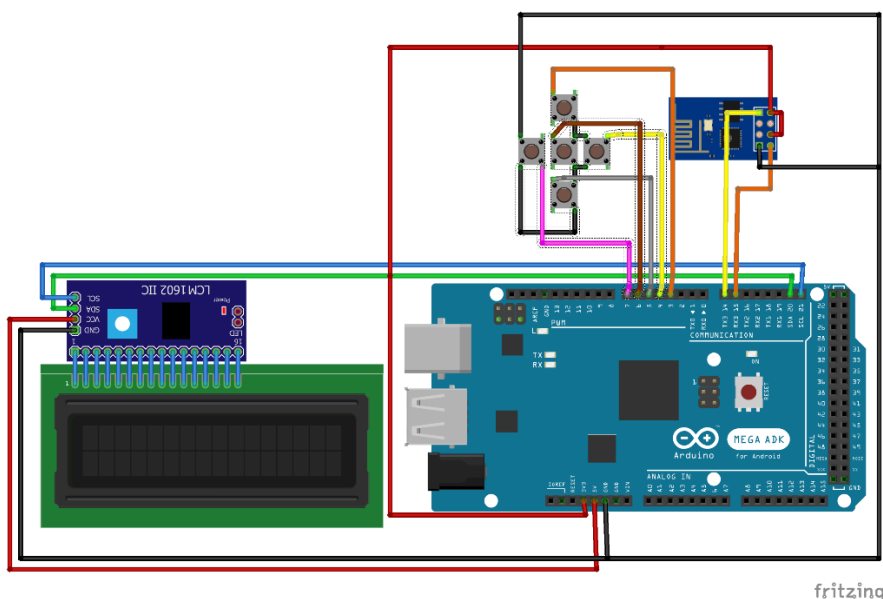
Porém, para que houvesse a comunicação entre o ESP8266 e o aplicativo desenvolvido, era necessário ter o conhecimento do IP adquirido pelo ESP8266 ao se conectar à rede definida. Para isso, pensou-se em um display LCD que informasse ao usuário o que estava sendo configurado no ESP8266 e ao final da configuração, informasse o IP que deveria ser utilizado para comunicação. Chegando assim no circuito da Figura 11.

Figura 11 – Circuito com LCD para monitoramento



Porém, um dos objetivos desse projeto, era a disponibilidade desta central em desenvolvimento ser reconfigurada pelo usuário, para que fosse capaz de funcionar corretamente em qualquer rede WiFi desejada, sem a necessidade de alterar o código presente no Arduino. Para isso, uma nova atualização foi feita no circuito, com a adição de 5 botões, como pode ser observado na Figura 12, e menus foram desenvolvidos em código, para facilitar a configuração feita pelo usuário.

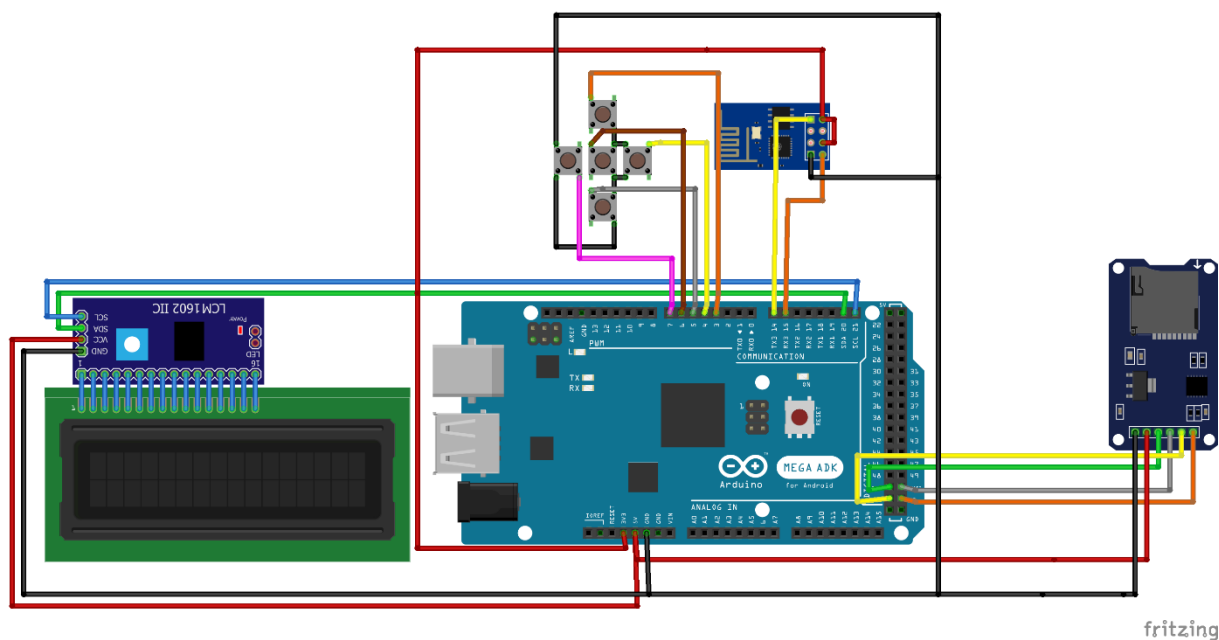
Figura 12 – Circuito Atualizado com botões de navegação



Chegando ao circuito da Figura 12, observou-se que seria necessário reconfigurar a central todas as vezes que a mesma fosse reiniciada, mesmo que não

se fizesse necessária a alteração na rede que a central deveria se conectar, o que tornaria o processo cansativo para o usuário, logo, pensou-se em um circuito como o da figura 13, com uma memória em cartão SD, para que a central de controle sempre iniciasse dando ao usuário a chance de escolher se gostaria ou não de carregar a última configuração utilizada.

Figura 13 – Circuito com adaptador de cartão SD



Nesse momento todas as configurações desejadas em Hardware estavam feitas, porém a central de controle comandava cada um dos dispositivos através de um par de fios, o que tornava a instalação algo mais difícil. De forma a contornar essa dificuldade, pensou-se na utilização de um transmissor Rf e diversos receptores Rf (um em cada dispositivo a ser controlado).

Para que o gasto com os receptores Rf presentes em cada dispositivo fosse menor, a utilização de um microcontrolador (Arduino) por dispositivo foi descartada, e surgiu a ideia da utilização dos Circuitos Integrados de codificação e decodificação de sinal HT12E (Codificador) e HT12D (Decodificador), que fariam o controle de qual dispositivo deveria responder ao comando recebido.

A central com o codificador e o transmissor Rf pode ser observada na Figura 14, enquanto uma foto do circuito real pode ser observada na Figura 15.

Figura 14 – Central com transmissor Rf e Codificador de sinal

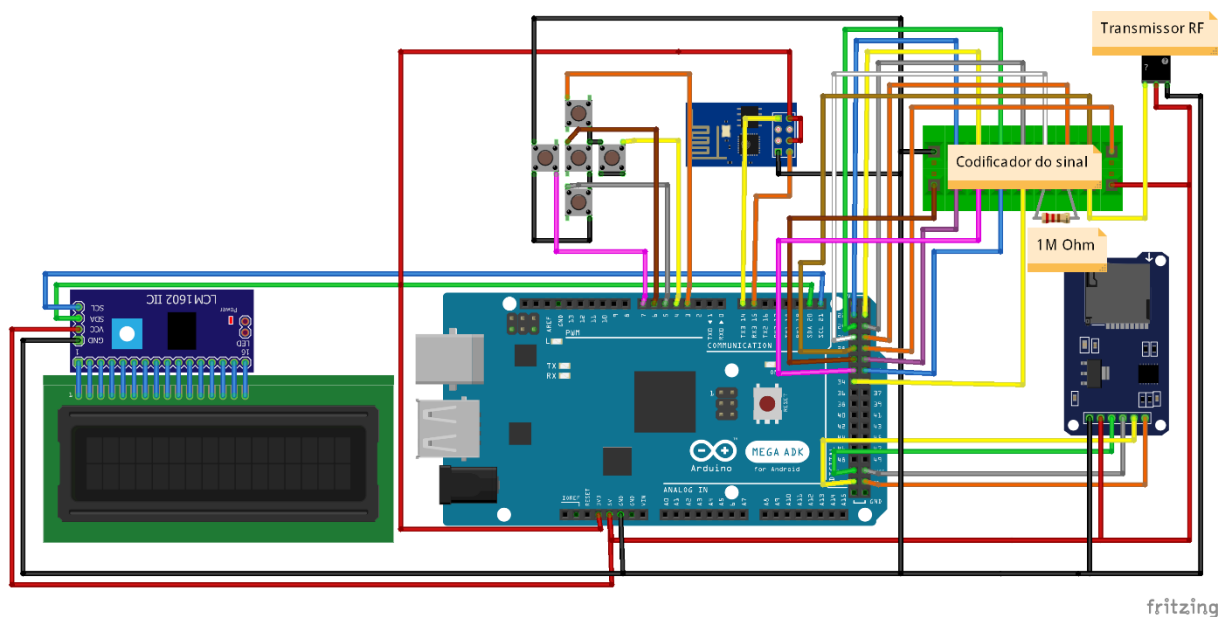
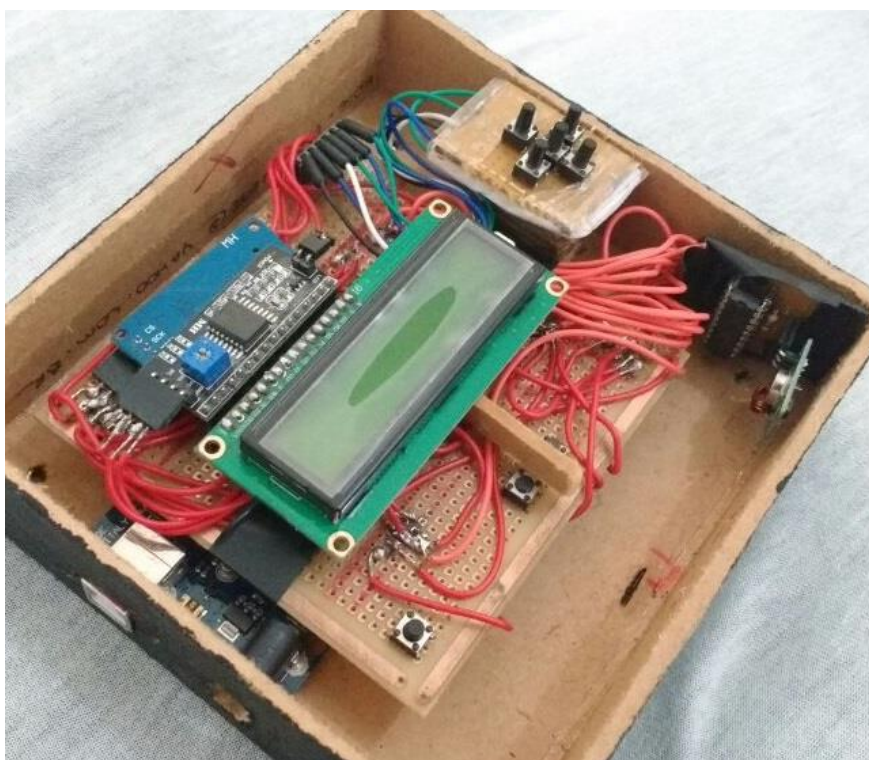


Figura 15 – Central de Controle Real



Portanto, após essa alteração, os dispositivos que antes possuíam apenas um relé, ligado através de um par de fios à central de controle, deveriam possuir agora um circuito receptor e decodificador de sinal. Dois circuitos foram desenvolvidos para

testes, sendo um para controle de uma tomada, como pode ser visto na Figura 16, e outro para controle de um interruptor, como pode ser visto na Figura 17.

Figura 16 – Circuito para controle de uma tomada

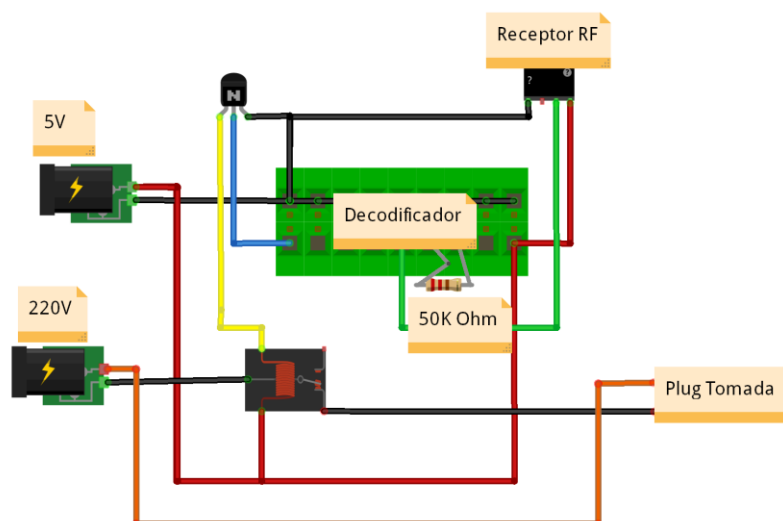
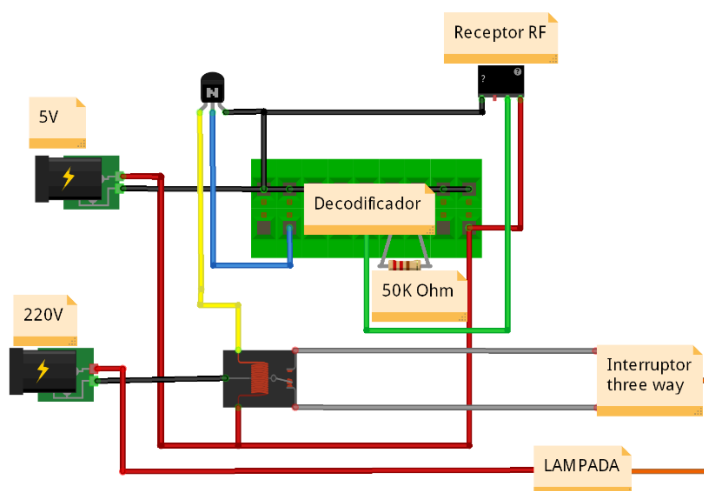


Figura 17 – Circuito para controle de um interruptor



Com isso, o circuito total da central de controle e dos possíveis dispositivos foi concluído como pode ser visto na Figura 18. O sistema real e montado pode ser visto na Figura 19.

Figura 18 – Circuito completo

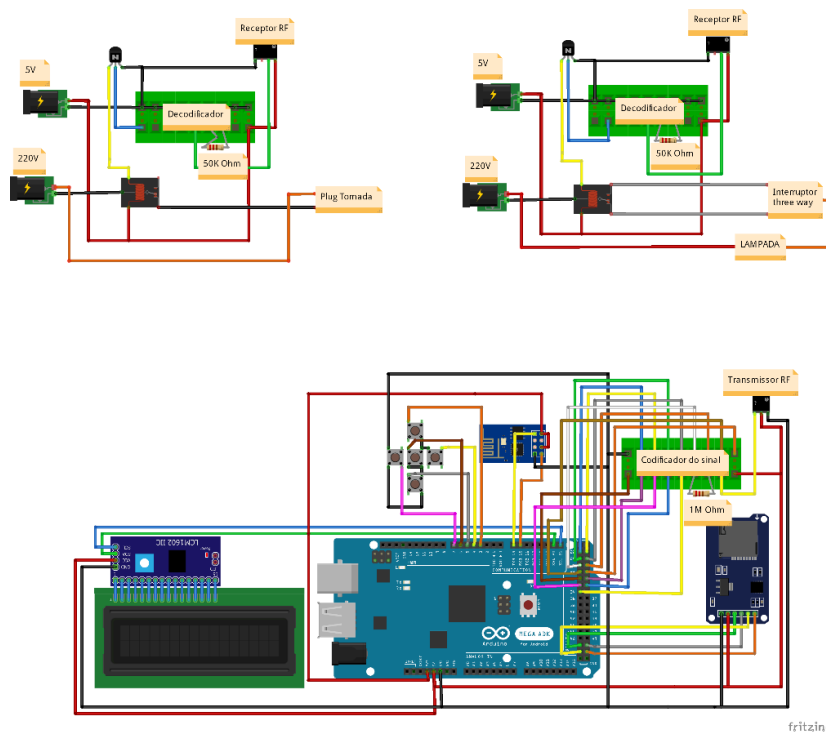
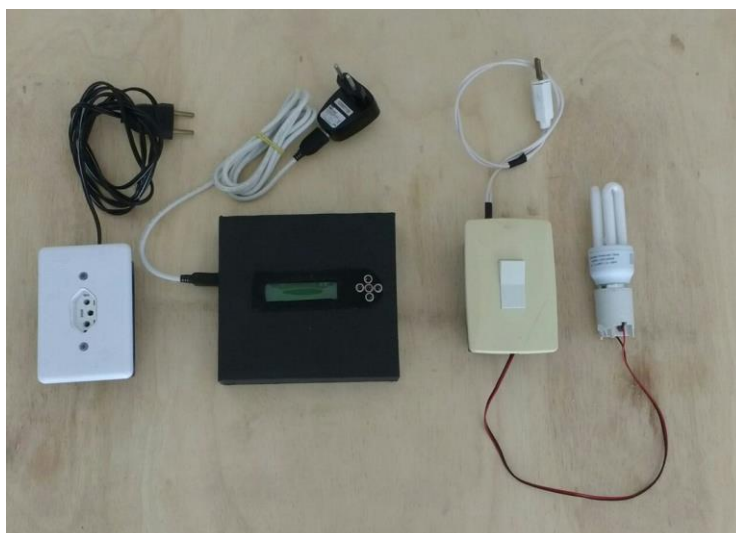


Figura 19 – Sistema Real Montado

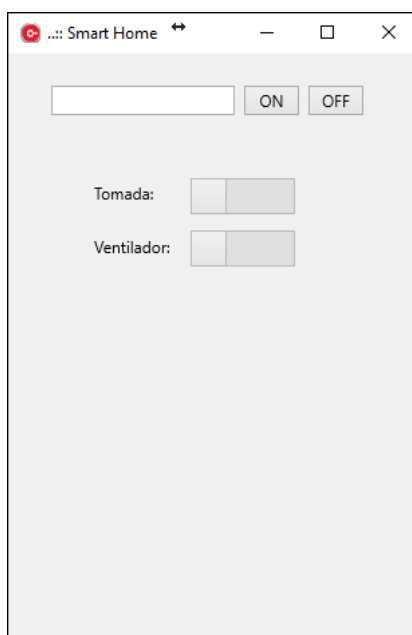


4 Aplicativo

Inicialmente, o aplicativo desenvolvido assim como no procedimento da elaboração do Hardware, não foi feito para funcionar de formas diferentes, ou em “casas” diferentes, tendo sido feito apenas o básico, para que tudo funcionasse corretamente, e posteriormente, melhorias foram sendo feitas de forma a facilitar a mudança na configuração ou a disponibilidade do aplicativo funcionar em “casas” diferentes e em redes WiFi diferentes.

O primeiro modelo do aplicativo desenvolvido trazia uma caixa de edição de texto para colocar o IP da central de controle, acompanhada de um botão para conectar à central de controle, outro para desconectar da central de controle e duas chaves Switch para ligar e desligar cada um dos dispositivos desenvolvidos, o que pode ser observado na Figura 20.

Figura 20 – Primeiro modelo do Aplicativo desenvolvido



Porém, um grande objetivo desse projeto é a facilidade de utilização e de configuração, portanto, ao observar o funcionamento completo do projeto através do aplicativo observado na Figura 20, melhorias foram sendo adicionadas, tais como, a capacidade de adicionar ou remover dispositivos a serem controlados pelo aplicativo, adicionar ou remover “casas”, que seriam salvas separadamente com seus

respectivos, IPs, quantidades de dispositivos, posição de cada dispositivo na tela e planta da casa, de forma que a escolha da casa a ser controlada seja simples e rápida. As telas do aplicativo final podem ser vistas na Figura 21.

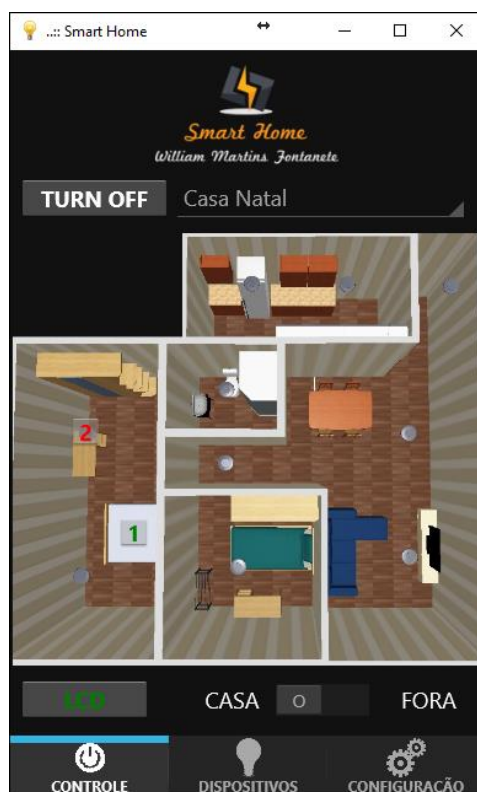
Figura 21 – Aplicativo final



Em busca de uma maior segurança, uma senha de comunicação pode ser configurada na central de controle, de forma que apenas os Apps configurados com a mesma senha tenham a capacidade de enviar comandos à central de controle.

Outra funcionalidade interessante desenvolvida nesse projeto é a resposta que o aplicativo dá ao usuário logo após algum botão ser pressionado, informando quais dispositivos estão ativados ou não, sendo assim, quando um dispositivo é ligado, a central de controle envia uma mensagem contendo a informação de quais dispositivos estão ou não ligados, a todos os aplicativos que estão conectados. O que pode ser observado na Figura 22 é que o dispositivo “2”, está com sua letra em vermelho, indicando que o mesmo está ligado, enquanto o dispositivo “1” e o “LCD” da central estão com suas letras em verde, indicando que estão desligados.

Figura 22 – Exemplo de funcionamento



O aplicativo desenvolvido, foi feito para funcionar em Windows de 32 ou 64 bits, e também foi feito para aparelhos com Android.

4 Resultados e discussões

Os resultados obtidos nesse projeto foram muito bons, a central de controle presente em uma casa em Natal-RN foi controlada por pessoas em Recife-PE, que tiveram a confirmação correta de quando os dispositivos estavam ou não ligados.

O objetivo de funcionar em casas diferentes também foi testado, bastando apenas ligar a central no novo local, configurá-la para se conectar à nova rede WiFi, e alterar a casa a ser controlada no aplicativo desenvolvido. Da mesma forma, em locais que não possuem redes WiFi, o teste da central de controle como ponto de acesso também foi feito, funcionando plenamente.

Porém, dificuldades também foram encontradas, durante a elaboração do código da resposta da central, contendo a informação de quais dispositivos estão ligados ou não. Por ser uma conexão múltipla, a mensagem deveria ser enviada a todos os IPs conectados à central de controle, o que gerou alguns problemas que foram revertidos após um tempo.

Outra dificuldade encontrada foi o fato do Módulo ESP8266 entrar em modo de standby após um tempo de inatividade. Ao entrar neste modo, a comunicação com a rede WiFi é perdida, o que torna a central de controle indisponível. Em busca de contornar essa dificuldade, um código foi feito para que a conexão seja refeita de cinco em cinco minutos, para que dessa forma, o módulo não entre em modo de standby. Com isso, o problema foi solucionado.

Outro objetivo alcançado foi o baixo custo de produção. Cada um dos dispositivos, como pode ser visto na Tabela 1, teve um custo de desenvolvimento baixo.

Tabela 1 – Custo de desenvolvimento do dispositivo

Componentes	Quantidade	Custo total
Circuito de alimentação	1	R\$ 8,00
Receptor Rf 433 MHz	1	R\$ 4,00
Decodificador HT12D	1	R\$ 5,00
	TOTAL:	R\$ 17,00

Da mesma forma, o protótipo final da central de controle, como pode ser observado na Tabela 2, pôde ser desenvolvido a um baixo custo, se levado em conta as funcionalidades que possui.

Tabela 2 – Custo para desenvolvimento da central de controle

Componentes	Quantidade	Custo total
Arduino Mega	1	R\$ 60,00
ESP8266	1	R\$ 18,00
Adaptador de cartão SD	1	R\$ 10,00
LCD 16x2	1	R\$ 12,00
Módulo I2C	1	R\$ 10,00
Transmissor RF 433MHz	1	R\$ 4,00
Codificador de sinal HT12E	1	R\$ 5,00
Botões Push Button	5	R\$ 2,50
Compartimento da Central	1	R\$ 10,00
	TOTAL:	R\$ 131,50

5 Conclusões

Com esse projeto, concluiu-se que é possível desenvolver um sistema de automação residencial, um pouco mais simples que o comum, mas que ainda possa entregar conforto e um bom controle de determinadas coisas em uma casa, mesmo que a um custo bem menor e com uma instalação simples.

Os componentes utilizados para o desenvolvimento desse projeto, apesar de terem limitações, responderam de forma satisfatória, permitindo que todos os objetivos buscados fossem atingidos.

Esse projeto pode ter mais algumas melhorias para o futuro tomando como base o protótipo desenvolvido nesse trabalho, como por exemplo um aumento na quantidade de plataformas que suportem o aplicativo desenvolvido, ou até mesmo o aumento na variedade de dispositivos que podem ser controlados, adição de um alarme residencial, abertura de portas e portões, etc. Além disso, o desenvolvimento de uma placa de circuito impresso, contendo apenas os componentes necessários e específicos, pode ser desenvolvida, fazendo com que todos os circuitos elaborados nesse projeto tenham seu tamanho reduzido e sejam circuitos dedicados exclusivamente às funcionalidades desejadas.

6 Referências

Associação Brasileira de Automação Residencial. Projeto de Interiores e Automação. Disponível em: <<http://www.techdomus.com.br/Publicacoes/ABD.pdf>>. Acesso em: 28 de novembro, 2016

ANDRAUES, Letícia Prodócimo. A tecnologia bate à porta: a automação residencial, embora pareça futurista, já está presente em muitas casas e é um conceito que ganha cada vez mais espaço no país. automatizar é sinônimo de sofisticação, economia e conforto. Mar. 2011. Disponível em: <<http://www.lpaarquitectura.com.br/dicas/a-tecnologia-bate-a-porta>>. Acesso em: 2 de dezembro, 2016.

Arduino MEGA. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega>>. Acesso em: 2 de dezembro, 2016.

Embarcados. Apresentando o módulo ESP8266. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/modulo-esp8266/>>. Acesso em 2 de dezembro, 2016.

Filipeflop. Comunicação Wireless com Módulo RF 433MHz. Disponível em: <<http://blog.filipeflop.com/wireless/modulo-rf-transmissor-receptor-433mhz-arduino.html>>. Acesso em 2 de dezembro, 2016.