



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS LUIZ MENEGHEL**

**KELVIN KOMIYA HORIUCHI**

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM BASE NO**  
**ARDUINO UTILIZANDO CELULAR *SHIELD***

Bandeirantes

2014

**Kelvin Komiya Horiuchi**

## **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM BASE NO ARDUINO UTILIZANDO CELULAR *SHIELD***

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao *Campus* Luiz Meneghel da Universidade Estadual do Norte do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

### **COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Rodrigo Tomaz Pagno  
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

---

Prof. Me. Carlos Eduardo Ribeiro  
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

---

Prof. Me. José Reinaldo Merlin  
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Bandeirantes, 13 de junho de 2014

Dedico a finalização deste projeto às pessoas que se fizeram presentes direta ou indiretamente durante o desenvolvimento. Em especial Débora, meu amor, que sempre acreditou no meu trabalho e nunca desistiu dos meus sonhos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela Vida. Aos meus pais. Sem eles não poderia estar aqui apresentado este projeto. Aos meus familiares, que direta ou indiretamente me apoiaram.

Em especial Débora, meu amor. Razão pela qual estive sempre ao meu lado, a não desistir dos meus sonhos. Que tudo vale a pena, nas noites mal dormidas, nos dias bons ou ruins, acreditar sempre que tudo vai dar certo.

“Apesar dos nossos defeitos, precisamos enxergar que somos pérolas únicas no teatro da vida e entender que não existem pessoas de sucesso e pessoas fracassadas. O que existem são pessoas que lutam pelos seus sonhos ou desistem deles.” (**Augusto Cury**)

## RESUMO

Com o avanço das tecnologias, o homem desenvolveu ferramentas que podem lhe auxiliar em tarefas cotidianas. A maioria das pessoas se ausentam de sua residência para irem trabalhar e estudar, por isso o desenvolvimento de ferramentas que permitem a conexão remota com sistemas residenciais, é de grande utilidade. Neste trabalho é apresentado um comparativo de algumas ferramentas de automação residencial, desta forma foi desenvolvida uma nova ferramenta de código aberto para automação residencial, onde a comunicação remota é realizada por meio de trocas de mensagens SMS. O trabalho mostra ainda como é possível facilitar o acesso imediato com baixo custo, a determinadas tarefas ligadas à segurança residencial integrando automação, visando praticidade, rapidez, conforto e segurança.

**Palavras-chave:** Arduino; Celular *shield*; Automação residencial, Segurança,

## **ABSTRACT**

*With the advancement of technology, man has developed tools that can assist you in everyday tasks. Most people are away from their residence to go to work and study, so the development of tools that enable remote connection with residential systems, is of great use. In this work a comparative some tools home automation, so we developed a new open source tool for home automation, where remote communication is performed by exchanging SMS messages is displayed. The work also shows how you can facilitate immediate access to low cost, certain tasks related to home security integrates automation, aiming practicality, speed, comfort and safety.*

*Keywords: Arduino, Shield Mobile; Automation, Residential, Security.*

## LISTA DE SIGLAS

- SMS - *Short Message Short (Serviço de Mensagem Curta)*
- PWM - *Pulse Width Modulation (Modulação de Largura de Pulso)*
- ICSP - *In Circuit Serial Programming (Circuito de Programação em Série)*
- AC - *Alternet Current (Corrente Alternada)*
- DC - *Direct Current (Corrente Direta)*
- GSM - *Group Special Mobile (Sistema Global para Comunicações Móveis)*
- GPRS - *General Packet Radio Service (Serviço de Rádio de Pacote Geral)*
- TCP - *Transmission Control Protocol (Protocolo de Controle de Transmissão)*
- IP - *Internet Protocol (Protocolo de Internet)*
- QUAD-BAND - *Quatro Bandas*
- SMA - *Submódulo Auxiliar*
- SIM - *Subscriber Identity Module (Módulo de Identificação do Assinante)*
- PCI - *Placas de Circuito Impresso*
- LDR - *Light Dependent Resistor (Resistor Dependente de Luz)*
- GND - *Graduated Neutral Density Filter (Filtro de Densidade Neutra)*
- NM - *Nanômetro*
- AVR - *Atmel Norway Design*
- TTL - *Transistor-Transistor Logic (Transistor-Transistor Lógica)*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1: Arquitetura Sistema Celular <i>Shield</i> (Autoria Própria). .....	33
Figura 4.2: Esquema de Comunicação do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	35
Figura 4.3: Casos de Uso do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	36
Figura 4.4: Diagrama de atividade “Definir equipamento” do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	38
Figura 4.5: Diagrama de Atividade “Função acionar” do Sistema Celular <i>Shield</i> . ....	39
Figura 4.6: Diagrama de Atividade “Função Desligar” do Sistema Celular <i>Shield</i> . ....	41
Figura 4.7: Diagrama de atividade “Definir cenário” do Sistema Celular <i>Shield</i> . ....	42
Figura 4.8: Diagrama de atividade “Solicitar relatório” do Sistema Celular <i>Shield</i> . ...	44
Figura 4.9: “Tela Principal” do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	45
Figura 4.10: “Tela Menu Principal” do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	46
Figura 4.11: “Tela Equipamento” do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	46
Figura 4.12: “Tela Cenários” do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	47
Figura 4.13: “Tela Relatório” do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	49
Figura 4.14: “Tela Lâmpadas” e “Tela Sensores” do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	50
Figura 4.15: “Tela Lâmpada” e “Tela Sensores” Sala do Sistema Celular <i>Shield</i> . ....	50
Figura 4.16: “Tela Lâmpada Sala” do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	51
Figura 4.17: “Tela Equipamento – Área Externa” do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	52
Figura 4.18: “Tela Portão – Garagem” do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	52
Figura 4.19: “Tela Portas” do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	53
Figura 4.20: “Tela Portas Sala” do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	54
Figura 5.1: Estrutura Física do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	55
Figura A.1 – Função recebeSMS() do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	65
Figura B.1: Função chegarCasa() do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	68
Figura C.1: Função lampSala() do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	70
Figura D.1: Blocos Tela Sala – Lâmpadas do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	72
Figura D.2: Blocos Tela Cenário do Sistema Celular <i>Shield</i> . .....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre os sistemas de automação residencial .....	28
------------------------------------------------------------------------	----

## SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS.....	7
LISTA DE FIGURAS .....	8
LISTA DE TABELAS .....	9
SUMÁRIO .....	10
1 INTRODUÇÃO .....	12
1.1 Problema.....	13
1.2 Hipótese .....	14
1.3 Justificativa.....	14
1.4 Objetivos .....	16
1.4.1 Objetivo Geral.....	16
1.4.2 Objetivos Específicos .....	16
2 Fundamentação Teórica .....	17
2.1 Automação Residencial.....	17
2.2 Computação Física .....	18
2.3 Micro Controlador Arduino UNO R3 .....	19
2.4 Placa Celular <i>Shield</i> .....	20
2.5 Componentes Eletrônicos .....	20
2.5.1 Módulo Relê.....	20
2.5.2 Sensores .....	21
2.5.2.1 Sensor de Luminosidade LDR .....	21
2.5.2.2 Sensor de Gás e Fumaça MQ-2.....	22
2.5.2.3 Sensor de Fogo .....	22
2.5.2.4 Sensor Ultrassônico V3.2 URM37 .....	23
2.6 Celular Pessoal.....	23
2.7 Biblioteca SerialGSM .....	24
2.7.1 Função <i>Sender()</i> .....	24
2.7.2 Função <i>Message()</i> .....	24
2.7.3 Função <i>Rcpt()</i> .....	24
2.7.4 Função <i>DeleteAllSMS()</i> .....	25
2.7.5 Função <i>ReceiveSMS()</i> .....	25
2.7.6 Função <i>SendSMS()</i> .....	25

2.8 Trabalhos Correlatos .....	25
3 Metodologia .....	29
4 Desenvolvimento.....	31
4.1 Diagramas de Desenvolvimento .....	31
4.1.1 Diagrama de Arquitetura.....	32
4.1.2 Diagrama de Comunicação .....	33
4.1.3 Diagrama de Caso de Uso .....	36
4.1.3.1 Caso de uso “Definir equipamento” .....	37
4.1.3.2 Caso de uso “Função acionar” .....	39
4.1.3.3 Caso de uso “Função desligar” .....	40
4.1.3.4 Caso de uso “Definir cenário” .....	41
4.1.3.5 Caso de uso “Solicitar relatório” .....	43
4.3 Apresentação da Ferramenta .....	45
4.3.1 Tela Equipamento .....	49
4.4 Considerações Finais .....	54
5 Validação.....	55
5.1 Estrutura física .....	55
5.2 Celular .....	56
5.3 Software .....	56
5.4 Aplicação do Teste.....	56
6 Avaliação da Ferramenta.....	58
7 Conclusão .....	60
7.1 Diferencial da Ferramenta .....	60
7.2 Trabalhos futuros.....	61
Referências .....	63
Apêndice A – Função recebeSMS() .....	65
Apêndice B – Função chegarCasa() .....	68
Apêndice C – Função lampSala().....	70
Apêndice D – Blocos Tela Sala Lâmpadas e Tela Cenários .....	72

# 1 INTRODUÇÃO

Com o surgimento do primeiro computador, até os dias atuais muitas mudanças ocorreram. O sistema bancário sofreu profundas modificações em sua operacionalização. O número de pessoas alocadas em instituições financeiras foi drasticamente reduzido, devido a alterações nas formas e metodologias utilizadas. O aumento da capacidade dos computadores e as constantes inovações tecnológicas, proporcionaram agilidade no processamento.

A sociedade atual está exigindo mobilidade, por isso os fabricantes de celulares smartphones, *tablets* pesquisam meios de desenvolver melhorias pela rápida aceitação pelos usuários pela crescente diversidade de aplicativos oferecidos.

O tempo torna-se cada vez mais escasso, o deslocamento para o trabalho, para os centros educacionais, o colapso nos sistemas de transportes, consomem grande parte do tempo dos habitantes residentes nos grandes centros urbanos.

A busca por novas tendências tecnológicas para agilizar as tarefas do cotidiano, é de fundamental importância para sobrevivência na sociedade cada vez mais competitiva, e exigente por indivíduos mais qualificados. Por exemplo o robô aspirador que aspira a casa durante as horas de sono do dono da casa, produto comercializado em sites. A educação a distância, reconhecidas pelo Ministério da Educação, está agregando qualidade de ensino às comunidades distantes dos centros educacionais, gerando oportunidades de desenvolvimento profissional a todos de forma igualitária.

Com a oferta de banda larga de maior qualidade pelas empresas de telecomunicações, obrigam as empresas a oferecerem aos seus colaboradores a possibilidade de executar suas atividades de suas casas ("*home Office*"), contudo isto é restrito a alguns cargos. Para aqueles cargos que exigem a presença do funcionário no local de trabalho ("*home Office*"), a presença física no local de trabalho. A dupla jornada de alguns, trabalho e estudo, aumentam seu tempo de ausência em sua residência.

Com a ausência da residência, o trabalhador perde o controle dos acontecimentos de sua casa. Pelo fato da maioria das pessoas fazerem várias tarefas ao mesmo tempo, algumas preocupações se revelam durante o dia, como lembrar o desligamento correto do fogão, do acionamento do sistema de alarme entre outras. São preocupações que atormentam algumas pessoas que possuem

muitas tarefas diariamente. “Estudos recentes mostram indícios de que pessoas excessivamente multitarefa na internet podem levar essa desatenção para atividades off-line” (Pontes e Mali, 2013).

Mostra-se conveniente o uso de algumas ferramentas que permitam de maneira remota, o monitoramento e o controle de algumas tarefas caseiras, enquanto as pessoas estiverem ausentes de suas residências. Existem muitas soluções oferecidas pelo mercado, dentre elas cita-se: *MyWay*, *House on-Line*, *iHouse*, *Iluflex*, e *Siatron*. Estas ferramentas são utilizadas no monitoramento residencial, são sistemas com valor elevado, de código fechado e não se comunicam com grande parte dos demais sistemas já existentes nas residências. Quando não existe conexão com a Internet, a maioria destas ferramentas passam a operar em modo *off-line*.

Neste trabalho, foi desenvolvida uma solução de *software* e *hardware* de baixo custo, que permite o monitoramento remoto, e integração com os demais sistemas da residência sem a necessidade de uma conexão com a Internet. A parte de *hardware* foi utilizado o Arduino (Arduino, 2013) em conjunto com o Celular *Shield* (Shield, 2013), e quanto ao *software*, foi utilizado a linguagem C para a implementação sobre a plataforma de desenvolvimento do sistema operacional Android.

Este aplicativo pode ser utilizado em indústrias e comércios em geral, para tanto deverão ser implementadas funcionalidades pertinentes adicionais.

## 1.1 Problema

O problema principal dos sistemas de automação residencial existentes atualmente no mercado é o meio como é realizado o acesso ao sistema instalado na residência do indivíduo, ou seja, com a utilização da internet, que por sua vez é realizada por meio do sinal ADSL fornecido pelas empresas de serviço telefônico na casa e também pela conexão sem fio.

Diante desta restrição de acesso, o usuário pode encontrar dificuldades na utilização do sistema de automação quando não houver acesso à Internet ao utilizar, ou o celular, ou o tablet por meio do sistema 3G como também pela conexão sem fio disponibilizada por roteadores. Isso pode restringir muito a acessibilidade de qualquer lugar que o indivíduo possa estar ao desejar que alguma das tarefas instaladas em sua casa seja executada.

Por esta enorme dificuldade em depender exclusivamente de uma conexão com a Internet para poder se comunicar com o servidor instalado no sistema residencial, proporciona ao usuário uma insatisfação se o mesmo não tiver nenhum ponto de acesso ao sinal sem fio.

## 1.2 Hipótese

Baseado ao problema citado pode-se aprofundar mais com relação às possíveis resoluções de cada ocorrência citada, por exemplo, como o Sistema Celular *Shield* pode proporcionar um ganho de tempo na correria do dia a dia para se resolver determinadas tarefas? Com o propósito em questão, por meio do projeto Celular *Shield*, permite que algumas dessas atividades possam ser realizadas, mesmo o usuário longe de sua residência, por meio de um simples envio de mensagem SMS do celular.

Tarefas que possam ter sido esquecidas, ou que possam ser adiantadas antes mesmo de chegar a casa, de maneira a possibilitar o ganho de tempo, como também deixar de correr riscos quando venham esquecer-se de realizar algo antes de se ausentar do lar, como por exemplo, ligar o alarme de segurança, são possíveis pelo Sistema Celular *Shield*.

## 1.3 Justificativa

A base para o desenvolvimento do Sistema Celular *Shield*, está na forma como será realizada a comunicação do usuário com o hardware, pois há uma infinidade de sistemas de automação, que somente funcionam com a dependência física de uma rede contida na residência, que é a utilização de um modem mais conexão com a internet, e também por meio de um roteador, possibilita a comunicação de um tablet ou smartphone ao sistema, pela conexão wireless, somente se o usuário estiver no mesmo local que possui o sinal sem fio.

Desta maneira, a busca de tornar ainda mais prática a comunicação do usuário com a sua residência, faz do Sistema Celular *Shield* ter como diferencial, o envio de mensagens SMS, o que possibilita de maneira rápida e fácil, o acionamento de equipamentos e também a obtenção de relatórios do que aconteceu e do que poderá acontecer, somente com o envio de uma mensagem SMS do celular pessoal, independente do local que estiver.

É de conhecimento, que cada vez mais qualquer ser humano não possui

tempo suficiente para realizar tudo que havia planejado para o dia, cada vez mais fica ausente do seu lar, desta forma obriga-o permanecer, praticamente, a maior parte do dia, ou no serviço, ou na rua. Isso pode causar estresse elevado, pela exaustiva jornada trabalhada e também pelas atividades extras.

Um dos equipamentos eletrônicos que qualquer pessoa não dispensa é o celular, que se tornou praticamente um acessório para qualquer ser humano. A todo instante conversam com alguém distante, acessam a rede mundial por meio das conexões 3G e 4G, enviam mensagens SMS, enfim, conseguem fazer praticamente de tudo por meio deste pequeno equipamento da Era Digital.

Por isso o ser humano está à procura de algo que torne sua vida, cada vez mais prática, sejam em compras, transações bancárias, pesquisas de algo, enfim o que inclui também na residência do indivíduo que nesta linha de raciocínio, o Sistema Celular *Shield* pode proporcionar a comodidade que tanto o ser humano deseja.

Comunicação simples por meio do celular pessoal com a residência é o fundamento para o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de realizar este tipo de auxílio ao usuário, pois terá a junção da função envio de mensagens SMS, com o Arduino, e mais a plataforma Android, isso faz do Sistema Celular *Shield* uma ferramenta de uso prático e fácil, que atenderá as necessidades do ser humano ausente de sua casa.

Para facilitar a utilização do Sistema Celular *Shield*, todas as funções ligadas ao Arduino, terão mensagens independentes para acionamento, o que torna ainda mais práticas manutenções futuras, tanto na residência, como no software, com instalações de novos componentes, e se caso houver a necessidade de estar excluindo algo, também será mais prático de efetuar tal mudança no sistema.

Assim, a efetivação de algo na residência para o usuário, por meio de um simples envio de mensagem SMS, poderá tornar menos complicada e cansativa a vida cotidiana de cada indivíduo, de modo a propiciar mais conforto e rapidez no acionamento de qualquer equipamento ligado ao sistema, pelo simples toque no botão específico àquilo que é desejado realizar, independente do local que a pessoa estiver com o seu celular.

## 1.4 Objetivos

Buscar de forma prática, utilizar um complemento interligado ao Arduino, que será o Celular *Shield*, como cada indivíduo poderá se comunicar com a sua casa de qualquer lugar que esteja e solicitar para que tarefas sejam realizadas de forma automática via SMS por meio do celular pessoal.

### 1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma ferramenta de hardware e software livre e de baixo custo para auxiliar na automação residencial.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

- Buscar meios de realizar tarefas cotidianas de forma prática e rápida;
- Comparar as ferramentas de automação residencial disponíveis que realizam a comunicação de maneira remota;
- Desenvolver um sistema de comunicação para auxiliar a automação residencial utilizando o hardware e software de baixo custo;
- Demonstrar, por meio de uma maquete, a praticidade que o sistema desenvolvido trás na obtenção de informações da residência automatizada com o uso do celular pessoal, por meio da comunicação via mensagem SMS, que será transportada e entendida pela placa do Micro Controladora Arduino, juntamente com o Celular *Shield*;

## 2 Fundamentação Teórica

Ao se ter uma definição aprofundada de conceitos específicos que fazem parte de todo o contexto abordado no projeto, é possível ter uma compreensão da maneira como todos os componentes devem se comunicar, pois destaca-se como são essenciais à automação residencial a computação física, a Placa Micro-controladora Arduino, a Placa Celular *Shield*, as bibliotecas de comunicação e também trabalho correlato.

Em automação residencial e computação física são apresentados conceitos como pode ser realizada e por meio de quais ferramentas são desenvolvidas e convertidas tarefas cotidianas dentro de uma residência, que se realizem de forma automática, sem o esforço físico para executar a ação desejada.

São abordados conceitos específicos sobre a Placa Micro-controladora Arduino, a Placa Celular *Shield*, quais componentes eletrônicos que podem ser integrados ao sistema e por meio de quais bibliotecas a comunicação entre os dispositivos físicos acontece, com a finalidade de especificar qual função realiza tal comunicação.

### 2.1 Automação Residencial

A tecnologia na vida de qualquer ser humano é praticamente indispensável em todo lugar e a todo instante, as pessoas estão com o seu *smartphone*, *tablet*, *notebook*, *ultrabook*, etc. Todo indivíduo está dependente da tecnologia, da mobilidade de realizar ligações pelos celulares, do acesso à internet por meio das conexões 3G e 4G.

Diante da diversidade de tecnologias no mundo, vê-se a necessidade de incorporar também às residências, com a finalidade de facilitar tarefas comuns em atividade que possam ser realizadas de maneira automática, de forma a economizar tempo e também a ocupação de pessoas, o que favorece como as pessoas possam utilizar o tempo no seu dia a dia, por estarem ausentes de suas residências na maior parte do dia.

Para integrar a tecnologia às residências, o termo automatização residencial é a fundamentação para esta integração das atividades comuns de uma casa com a tecnologia para transformar a execução manual em execução automática. Esta transformação traz ao ser humano a praticidade, comodidade e facilidade nas

execuções de tarefas cotidianas, como acender uma lâmpada de um cômodo; ou de vários cômodos ao mesmo tempo; abrir a persiana da janela ou fechar o portão da garagem; ligar alarmes e sensores; destravar portas de entradas, enfim as vantagens que a tecnologia pode proporcionar ao ser humano são inúmeras.

As pessoas buscam sempre, algo que facilite seu dia a dia, porém a automação por mais que possa proporcionar ao indivíduo tudo o que ele deseje com relação à sua residência, no mercado há vários tipos de automações residenciais, no entanto a maioria exige um custo muito elevado para serem instaladas, e geralmente não são muito flexíveis, não permitem ao usuário alterar de maneira prática alguma funcionalidade, após a instalação e pelo fato de necessitarem de algum dispositivo de acesso ou meio de comunicação físico, a internet necessariamente.

A dificuldade que as automações residenciais possuem, principalmente o alto custo de instalação e manutenção, desmotivam ainda mais as pessoas em pensarem em automatizar sua residência, isso impossibilitam as pessoas que não possuem uma renda muito alta desfrutarem desta comodidade e facilidade que a tecnologia proporciona.

O custo das automações residenciais existentes no mercado, busca-se meios integrar a tecnologia com um custo menor, objetivando-se proporcionar esta facilidade à todos. Uma das formas que podem facilitar a redução do custo, está na placa Micro-controladora Arduino.

## **2.2 Computação Física**

A Computação Física se torna cada vez mais decisiva no quesito, tornar algo automático, pois ela engloba várias disciplinas de variadas áreas para elaboração e desenvolvimento de sistemas automáticos, que devem ter como requisito sensores, atuadores e microcontroladores (GIMENEZ, 2005) como elementos de apoio.

Com a junção de várias disciplinas, podem-se destacar algumas como a: Computação, Inteligência Artificial, Eletrônica, Robótica, etc. Desta maneira, a possibilidade de se fazer algo complexo de maneira muito mais completa, fica fácil pelo agrupamento de todas essas disciplinas, o que faz da Computação Física não ser especificamente uma, e sim várias juntas, com os objetivos de desenvolver algo único, prático e automático para a sociedade.

A evolução de equipamentos eletrônicos e também a evolução de estudos voltados à tecnologia, auxiliaram cada vez mais na forma de acessar algo de modo

sem fio, está praticamente se tornando algo muito comum na vida de qualquer ser humano, pelo fato de que aparelhos eletrônicos portáteis, como *smartphones* e *tablets*, são adquiridos de modo muito mais fácil.

A facilidade de se ter um equipamento portátil, faz do ser humano, capaz de ter praticamente o mundo na palma da mão, pela comunicação *wireless*, as conexões 3G e 4G, faz da capacidade de acesso de um simples *smartphone*, em um meio poderoso para o usuário.

A Computação Física pode auxiliar na junção de comunicação sem fio. Com a automatização seja ela residencial ou industrial, pelo fato de que a base de tornar algo automático está em sensores e atuadores. Os sensores serão os componentes eletrônicos que fazem a captação de alguma informação específica, por outro lado, os atuadores serão os responsáveis por realizar as ações, diante do que foi pré-estabelecido de forma digital pela programação.

Visando este conceito de sensores e atuadores automáticos, o sistema pode ser considerado como parte da Computação Física. Por utilizar de forma automática, o envio de mensagens SMS pelo *smartphone*, ou qualquer outro celular, para o Celular *Shield* que está acoplado à placa Arduino. Por sua vez, receberá o sinal digital que está programado e salvo dentro do Microcontrolador do Arduino, onde se encontram todas as instruções responsáveis por acionamentos e desligamentos de sensores e atuadores incorporados ao sistema.

Os componentes citados: Arduino, Celular *Shield*, *Smartphone* (celular) e mensagens SMS, serão abordados nas seções seguintes, a fim de mostrar como a evolução dos componentes eletrônicos foi de grande importância nos dias atuais. Isso é resultado de anos de estudo e comprovações por meio de testes, e cada vez mais o mundo estará na palma da mão de qualquer ser humano.

### **2.3 Micro Controlador Arduino UNO R3**

Arduino é uma plataforma de computação open-source (BANZI, 2011) baseada em uma simples placa com entradas e saídas, digitais e analógicas. Possui um ambiente de desenvolvimento próprio, que implementa a Linguagem *Processing*. O Arduino (ARDUINO, 2012) pode ser usado para desenvolver objetos interativos autônomos ou pode ser conectado a um software em seu computador. O Ambiente de desenvolvimento (IDE) open-source pode ser obtido de forma gratuita para os seguintes sistemas operacionais Mac OS X, Windows e Linux.

O Micro Controlador Arduino UNO R3 é uma placa com microcontrolador Atmega328 integrado. Possui quatorze entradas e saídas digitais, das quais seis podem ser usadas como saídas PWM (Modulação de Largura de Pulso), seis entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, conexão USB, uma entrada para fonte, soquetes para ICSP (Circuito de Programação em Série), e um botão de reset. Para ligar a Placa Arduino há três opções para alimentação, pode ser por meio do cabo USB conectado ao computador, também por meio de uma fonte AC ou ainda por meio de uma bateria DC (Corrente Direta), sendo que esta placa já vem pronta com o microcontrolador ATmega328 pré-carregado com gerenciador de boot (PNCA, 2004).

## 2.4 Placa Celular Shield

A placa Celular *Shield* para Arduino inclui todos os elementos necessários para realizar a comunicação entre o Arduino com o módulo de celular SM5100B. O módulo permite que seja implantado funcionalidades de SMS, GSM/GPRS (Serviço de Rádio de Pacote Geral), e TCP (Protocolo de Controle de Transmissão) /IP (Protocolo de Internet) (GSM, 2012).

Os componentes principais do celular *shield* são: um conector de 60 pinos do SM5100, um slot para cartão SIM e um regulador de tensão SPX29302, configurado para tensão de 3,8V. O led vermelho na placa indica alimentação e o botão de reset do Arduino também está no *shield* e com a junção de uma antena do tipo QUAD-BAND (Quatro-Bandas) SMA (Submódulo Auxiliar).

Dois *jumpers* na placa permitem que a escolha de quais pinos serão usados como seriais e como interface diante do módulo celular ou software (D2 e D3) ou por hardware (D0 e D1). Na placa também existe um soquete de cinco pinos com conexão para entrada de microfone e alto-falante de saída. O celular *shield* pode ser usado com a Antena Celular Quad-Band SMA ou com a Mini Antena Celular Quad-Band SMA.

## 2.5 Componentes Eletrônicos

Os componentes eletrônicos serão todo o “corpo” do sistema, pois terão a função de capturar, informar e executar informações a partir da lógica programada no Arduino que por sua vez, fazem o envio dos sinais elétricos para determinado

componente automatizado da residência. Somente depois de receber alguma mensagem enviada via SMS do celular pessoal do usuário, será acionado.

A seguir, são descritos alguns dos componentes eletrônicos que podem incrementar o sistema Celular *Shield*. Estes podem ser acionados pelos pulsos elétricos emitidos pelo Arduino após o recebimento da mensagem SMS que o Celular *Shield* recebe, processa e transmite ao Arduino. Comandos necessários para acionar um componente específico discriminado no corpo da mensagem.

### 2.5.1 Módulo Relê

O módulo relê pode ser usado em diversas aplicações com o objetivo de acionar de forma automática qualquer componente. Dependendo da aplicação, por meio de pulsos eletromagnéticos interligados a este componente, pode ligar ou desligar de onde o usuário estiver. Basicamente funciona como se fosse um interruptor, ao invés do indivíduo se locomover para acionar uma lâmpada, o mesmo por meio de um relê, pode realizar a mesma atividade sem ao menos se movimentar de um local para o outro.

A estrutura de um relê pode ser definida da seguinte forma:

- Eletroímã (bobina): composta por um fio de cobre em torno de um núcleo de ferro maciço que fornece um caminho para o fluxo magnético que percorre toda a bobina;
- Armadura de ferro móvel;
- Mola de rearme;
- Conjuntos de contatos;
- Terminais, podem variar dependendo da aplicação onde será utilizado o relê como os terminais do tipo *faston*, terminais para conexão em bases e para terminais para conexão em PCI's (Placas de Circuito Impresso) (PNCA, 2004).

### 2.5.2 Sensores

Os componentes eletrônicos citados a seguir irão auxiliar no projeto Celular *Shield* de maneira a enriquecer todo o sistema, fornecendo opções de segurança ao usuário sobre sua residência, o que vai facilitar no controle das funcionalidades durante a ausência do indivíduo em seu lar. Os sensores são responsáveis por todo o funcionamento automático da residência, pois coletam a todo instante dados de

determinados locais específicos, de forma a tornar a preocupação diária do usuário cada vez menor.

A seguir, são citados alguns dos tipos de sensores disponíveis que vão captar informações sobre a luminosidade de determinado local da residência, vão coletar dados de gás e fumaça ao mesmo tempo, sensor de fogo, sensor ultrassônico (este capta informações de presença).

### **2.5.2.1 Sensor de Luminosidade LDR**

O componente possui basicamente o nome de LDR (Resistor Dependente de Luz) 5 mm, devido ao seu tamanho. O funcionamento se baseia nas variações de luminosidade sobre o mesmo.

A sua utilização pode se tornar restrita em determinadas aplicações, pois a coleta das informações de luz é capturada de maneira não muito precisa quando se trata de valores, caso haja a real necessidade de acionar uma lâmpada no momento exato, é determinado por um valor específico lido pelo sensor, funcionar ou não pela imprecisão que o componente pode gerar pela restrição de sua sensibilidade. O Sensor de Luminosidade LDR de 5 mm de diâmetro, altera a resistência em seus terminais conforme a luminosidade a que é submetido.

### **2.5.2.2 Sensor de Gás e Fumaça MQ-2**

O sensor de gás semicondutor detecta a presença de gases combustíveis e fumaça em uma concentração de 300 a 10000 ppm (partes por milhão). A simples interface analógica do sensor requer apenas um pino de entrada de seu micro controlador, e a estrutura deste sensor permite que possa operar em temperaturas desde -20°C a 50°C.

Ao conectar o 5V por meio do pino heating (H), faz com que o sensor funcione corretamente. Ao conectar-se os 5V em ambos os pinos A ou B, o sensor emite uma tensão analógica nos outros pinos, uma carga resistiva entre os pinos de saída e GND configura a sensibilidade do detector. O resistor de carga deve ser calibrado para sua aplicação particular ao usar as equações adequadas para funcionar corretamente.

### 2.5.2.3 Sensor de Fogo

O sensor de chama pode ser usado para detectar fogo ou outros comprimentos de onda de luz entre 760nm (nanômetro) a 1100nm (nanômetro) e o ângulo de prova deste sensor é de 60°. A temperatura de trabalho deste componente é de -25°C a 85°C, portanto chegar muito próximo à chama do fogo pode danificar o sensor.

As especificações do sensor são as seguintes:

- Interface: Analógica;
- Tensão de Alimentação: +5V;
- Range de detecção: 20 cm (4.8V) a 100 cm (1V);

### 2.5.2.4 Sensor Ultrassônico V3.2 URM37

O componente é perfeito para vários tipos de aplicações que requerem uma boa medida de distância entre objetos estáticos ou em movimento. Este tipo de sensor é muito utilizado em robótica, mas pode ser encontrado em sistemas de segurança, além de muitos outros.

O funcionamento do componente é da seguinte maneira, um pulso é transmitido pelo dispositivo e a distância entre o dispositivo e o objeto é medida a partir do tempo que aguarda o sinal retornar, para realização do cálculo da distância entre os objetos.

O módulo utiliza um microcontrolador do tipo AVR para realizar o processamento das informações coletadas, possui três modos de saída: PWM, RS232 ou TTL (PNCA, 2004), o que o torna fácil de adaptar na maioria dos dispositivos e aplicações, possui um jumper (extensão) que permite ao usuário escolher uma saída entre o nível RS232 e TTL.

## 2.6 Celular Pessoal

O celular pessoal tornou-se indispensável na vida cotidiana, facilita o contato entre as pessoas, independentemente do local em que estejam sempre podem comunicar-se. O sistema vai ser a ponte de comunicação entre o usuário e sua residência por facilitar a comunicação prática e rápida.

O usuário que ter o Sistema Celular *Shield* instalado na sua residência, somente por meio de envio de mensagens SMS (HILLEBRAND, 2012), vai ter

condições de comandar sua casa, pelo envio de comandos, como solicitar informações do status em sua ausência. Desta forma poderá solicitar relatórios programados conforme sua necessidade, contendo informações captadas a todo instante pelos sensores espalhados pelos cômodos da residência.

## 2.7 Biblioteca SerialGSM

A biblioteca SerialGSM é responsável pelo processamento de todas as mensagens enviadas pelo usuário ao Sistema Celular *Shield*. Engloba funções específicas para cada parâmetro que compõe a estrutura de uma mensagem SMS. Como o número do remetente *Sender()*, o corpo da mensagem *Message()*; o número do destinatário *Rcpt()*; exclusão de mensagens SMS acumuladas *DeleteAllSMS()*; identificar o recebimento de uma mensagem SMS pela função *ReceiveSMS()*, realiza o envio da mensagem SMS pela função *SendSMS()*. Ela possui uma função que permite a criação da comunicação a SerialGSM, que ao criar uma variável deste tipo, permite que a comunicação do Microcontrolador Arduino e Celular *Shield* inicie. Serão explicadas cada função da biblioteca SerialGSM, para que simplifique toda a execução do sistema residencial baseado ao Microcontrolador e a placa Celular *Shield*.

### 2.7.1 Função *Sender()*

A função *Sender()* é responsável pela captura do número do remetente, o que possibilita identificar o número do usuário que enviou uma mensagem SMS. Isso faz com que o sistema possa restringir o acesso das funcionalidades existentes na residência automatizada, garante de que não terá interferência de indivíduos que estão integrados ao sistema, mesmo que alguém saiba o número do chip da residência, não tem acesso às funcionalidades, pelo fato do tratamento de restrição de acesso ao sistema.

### 2.7.2 Função *Message()*

A função *Message()* é responsável por capturar, implementar um texto do corpo da mensagem SMS, tanto enviada ou recebida. Isso faz da utilização desta função uma das mais importantes dentro da aplicação, pois permite por meio destas mensagens recebidas pelo Celular *Shield*, que interprete e realize tal tarefa desejada pelo usuário.

### **2.7.3 Função *Rcpt()***

A função *Rcpt()* possui o objetivo de armazenar um determinado número de celular. Indica a quem o Celular *Shield* deve enviar a mensagem SMS. Diferentemente da função *Sender()*, mesmo sendo parecida no quesito armazenamento de um número celular, não são iguais, pelo fato da função *Sender()* capturar o número do remetente que enviou uma mensagem SMS. A função *Rcpt()* armazena um número implementado via linha de código, para que o sistema possa identificar para quem vai ser enviada a mensagem.

### **2.7.4 Função *DeleteAllSMS()***

Para realizar a exclusão de mensagens que permanecerão armazenadas dentro do sistema, é possível utilizar esta função. Para limpar todas as mensagens que possam existir durante a troca do envio e recebimento de mensagens SMS do usuário com o sistema. Evita acúmulo, como a incapacidade de receber mensagens ao longo da utilização do Sistema Celular *Shield*.

### **2.7.5 Função *ReceiveSMS()***

O *ReceiveSMS()* é o indicador de recebimento das mensagens SMS enviadas pelo usuário. Indica que em algum instante o sistema está preparado para receber qualquer mensagem. As mensagens que farão o acionamento de tal função dentro da residência devem ser específicas, conforme estabelecidas em linha de código no sistema.

O Sistema Celular *Shield* identifica o momento que recebe mensagens dos usuários cadastrados dentro do software integrado. Realiza uma seleção automática dos usuários que podem ter acesso às tarefas instaladas no sistema. Em conjunto com todas as outras funções da biblioteca incluída que foi explicada anteriormente no início do tópico, possibilita a identificação correta do indivíduo que solicita por meio do envio de mensagens SMS ao sistema da residência.

### **2.7.6 Função *SendSMS()***

Após todo o processo de recebimento, armazenamento do destinatário e do remetente e armazenamento do corpo da mensagem que foi enviada ao usuário,

como retorno de confirmação de execução da tarefa, a função responsável por enviar a mensagem SMS ao usuário, é a função *SendSMS()*.

Com a utilização do *SendSMS()*, o sistema Celular *Shield* retorna ao usuário qualquer mensagem que foi pré formatada em linha de código no Arduino, realiza a comunicação de retorno e confirmação de que tudo foi solicitado anteriormente foi realizado, que evita a incerteza se realmente aconteceu ou não uma solicitação, que garante uma enorme satisfação por parte do usuário ao saber de que tudo foi realizado conforme solicitado.

## 2.8 Trabalhos Correlatos

Em uma pesquisa realizada sobre sistemas de automação residencial existentes no mercado, a mesma foi efetuada com a finalidade de obter um comparativo com o sistema proposto neste trabalho. Eles apresentam praticamente as mesmas características tais como: praticidade na instalação; público alvo; comodidade e segurança. Porém, cada um apresenta alguma particularidade. Entre os sistemas pesquisados cita-se: MyWay; House on-Line; iHouse; Iluflex e Siatron, estes apresentarem características funcionais semelhantes ao do sistema proposto.

O sistema MyWay (MyWay, 2013) consiste em integrar equipamentos eletrônicos (eletrodomésticos, áudio e vídeo, motores e iluminação). O acionamento pode ser feito por meio de *smartphones*, *tablets* e *touchscreens*, sistema totalmente sem fio facilitando sua instalação.

O sistema House on-Line (House, 2013), foi desenvolvido em Java juntamente com Arduino, possui um aplicativo que pode ser acessado por *smartphones* e *tablets*, acesso ao sistema por um computador e possui uma interface em PHP. A comunicação é feita exclusivamente por sinal sem fio, necessitando obrigatoriamente de uma conexão com a Internet.

O sistema iHouse (iHouse, 2013) promove conforto e comodidade nas realizações das tarefas de uma residência, tendo como centro de comunicação o ZigBee. É uma rede do tipo *mesh*, que faz a comunicação dos componentes via Wireless. O acesso às funcionalidades é feito por componentes exclusivos da empresa, podendo ser acessado também via *Ethernet*, facilitando o acesso por um computador ou por um *tablet*.

O sistema Iluflex (Iluflex, 2013) se baseia na conexão via Infravermelho, Rádio e Internet, permite o acesso aos recursos automáticos proporcionados pelo

sistema. Podendo interligar vários tipos de componentes eletrônicos, iluminação e alguns tipos de equipamentos para jardins facilitando a execução de tarefas cotidianas da residência. O acesso a estas atividades é realizado por meio de controles remotos, *smartphones* e *tablets*, o sistema foi desenvolvido na linguagem Java e gerado um aplicativo para o sistema operacional Android.

O sistema Siatron (Siatron, 2013) possui um sistema de automação que pode ser acessado do computador, celular que tenha uma conexão com a Internet. A empresa garante que o sistema pode comandar a residência de qualquer lugar do mundo.

Já o sistema proposto neste trabalho apresenta a comunicação por meio de mensagens SMS. Um diferencial das demais ferramentas apresentadas. Essa forma de troca de informações facilita a comunicação dos sistemas residenciais com celular, pois não será necessária uma conexão com a Internet.

O Sistema Celular *Shield* será programado em Linguagem C, por trabalhar juntamente com o Arduino. O aplicativo executado no *smartphone* é programado na linguagem Java.

As mensagens enviadas para a “Residência” (Arduino + Celular *Shield*) serão pré-programadas, a fim especificar corretamente cada tarefa que será realizada. Após receber o comando, a residência retorna ao smartphone do usuário uma mensagem de confirmação da tarefa solicitada.

Com base nos estudos das ferramentas e discussões realizadas foi elaborada uma tabela para melhor observar as funcionalidades de cada sistema. Assim, pode-se gerar um comparativo ao sistema proposto.

Ao observar a tabela 1 é possível perceber que o Celular *Shield* apresenta a maioria das principais características de comunicação e integração além de apresentar seu principal diferencial, a comunicação via SMS.

Tabela 1 – Comparação entre os sistemas de automação residencial

Nome do Sistema	Comunicação						Integração				Linguagem Programação			Arduino	Celular Shield
	Infra Vermelho	Ethernet	Zig-Bee	Rádio	Wireless	SMS	Controle Remoto	PC	Celular	Tablet	PHP	C	Java		
MyWay	X	X			X		X	X	X	X	X				
House on-Line		X			X			X	X	X	X		X	X	
iHouse		X	X		X				X	X	X		X		
iluflex	X	X		X	X		X		X	X			X		
Siatron	X	X			X			X	X		X		X		
Celular Shield		X			X	X		X	X	X		X	X	X	X

Fonte: (Autoria Própria)

### 3 Metodologia

Para o desenvolvimento do projeto, foi tida como base a pesquisa aplicada, pelo fato de ter como fundamento proporcionar novos conhecimentos aplicáveis para resolução de problemas específicos, já a pesquisa bibliográfica, possibilitou por meio de leituras, análises em documentos e livros, uma abrangência maior sobre conceitos específicos perante à automação e a integração de tecnologias automáticas em uma casa comum (LAKATOS e MARCONI, 2010).

A fim dos objetivos a pesquisa se classifica como exploratória, pois gera uma familiaridade com o problema identificado no trabalho proposto como também, auxilia no levantamento bibliográfico, para que seja possível aprofundar mais em análises de experiências práticas com outros tipos de sistemas de automação residencial.

Por fim a pesquisa laboratorial foi utilizada para auxiliar na construção do teste físico, para que fosse possível executar simulações do funcionamento do sistema em um ambiente próximo ao da realidade.

O desenvolvimento do trabalho foi auxiliado por meio dos seguintes passos:

- a) Fundamentação teórica: aborda estudos relacionados à automação residencial, computação física, abordagem ao microcontrolador Arduino, conceitos sobre a Placa Celular *Shield*, exemplos de componentes eletrônicos, utilização do celular pessoal, conceitos sobre as bibliotecas específicas de comunicação relacionadas à Placa Celular *Shield* e ao Arduino, e por fim trabalho correlato das ferramentas que há no mercado atual de automação residencial;
- b) Desenvolvimento do software: a partir dos conceitos adquiridos com os estudos realizados na fundamentação teórica, juntamente com a modelagem de diagramas, entre eles de arquitetura, comunicação, caso de uso e de atividade, foi possível desenvolver o software para realizar a comunicação do usuário com a Placa Celular *Shield* acoplada ao Microcontrolador Arduino;
- c) Apresentação do software: foi apresentada algumas telas do software por meio de imagens, entre elas a Tela de Login, Tela Principal, Tela de Equipamentos, Tela de Cenários, Tela Lâmpadas e Tela Lâmpada da Sala;

- d) Validação do software: foi realizado por meio da construção de um protótipo com as placas Arduino e Celular *Shield* interligadas, uma protoboard, e alguns leds. Para realizar o acionamento dos leds foi utilizado um Celular de modelo LG 5 II Dual E455 com sistema operacional Android 4.1;
- e) Avaliação do software: aconteceu por meio de testes das opções existentes na aplicação, sendo as que foram selecionadas Cenário Chegar em Casa, Ligar lâmpada da sala e Desligar lâmpada da sala.

## 4 Desenvolvimento

O trabalho tem como desenvolvimento uma ferramenta programada em linguagem Android, o Microcontrolador Arduino é integrado a placa Celular *Shield*. Possibilita a comunicação de forma diferenciada dos demais sistemas existentes no mercado. São baseadas em comunicação cabeada e também de forma wireless (sem fio), o que torna cada vez mais restrita a disponibilidade destas ferramentas pela dependência desse tipo de comunicação.

Com o intuito de diminuir a dificuldade de disponibilidade de comunicação entres os sistemas atuais, o Sistema Celular *Shield* possui como diferencial o acesso às funções instaladas no sistema residencial, pelo envio de mensagens SMS, o que possibilita o acesso de praticamente qualquer lugar que o usuário estiver sem depender de redes cabeadas e acesso às redes sem fio, que tornam o acesso restrito a esta dependência de comunicação.

Desta forma o Sistema Celular *Shield* funciona de maneira a aguardar mensagens SMS do celular do usuário, para a placa Arduino integrada ao Celular *Shield* que ao receber este SMS, processa o conteúdo da mensagem e consequentemente transmite os comandos ao Arduino, para que realize determinada função correspondente à opção escolhida pelo usuário do sistema. Ao término do processo de execução retorna ao usuário, por mensagens SMS, a confirmação de que foi realizada a função solicitada.

Todo o envio de mensagens SMS, tanto do usuário para o Sistema Celular *Shield* e vice-versa, funciona de modo a confirmar todas as funções solicitadas sejam executadas, pois garante que o sistema realize tudo que estiver instalado na residência do usuário.

A realização da comunicação é baseada em uma biblioteca específica da Placa Celular *Shield*, que possui várias funções com finalidades como receber, enviar, identificar tanto o número do emissor, como do destinatário, que são fundamentais para a compreensão de toda a troca de mensagens SMS entre o usuário e a placa, que integrada ao Arduino possibilita esta comunicação diferenciada para acionamento de equipamentos eletrônicos.

Esta integração entre as duas placas possibilita a flexibilidade de programação do sistema, pelo fato de ser uma linguagem de código aberto, que facilita a criação de rotinas de entradas, processamento e saída dentro do Sistema

Celular Shield. Conforme as necessidades do usuário na implantação e desejo de automatizar tarefas comuns dentro da residência, possibilita organizar melhor todo o seu tempo do dia a dia.

Para exemplificar melhor, a computação física possibilita que acionadores sejam integrados a sistemas que antes eram manuais para automáticos, pois estes tipos de componentes possibilitam a execução sem o esforço físico humano. Permite a praticidade e comodidade ao usuário do sistema de automação residencial, que o ser humano espera, que tudo se torne fácil e prático de ser realizado.

## **4.1 Diagramas de Desenvolvimento**

Para melhor compreensão do funcionamento do Sistema Celular *Shield* integrado com o Microcontrolador Arduino, a placa Celular *Shield* e o celular do usuário cadastrado no Sistema, são mostrados diagramas que para determinada tarefa mostra todo o processamento das mensagens SMS, tanto enviadas como recebidas pelo sistema e pelo usuário.

Primeiramente é mostrado o diagrama de Arquitetura, onde exhibe praticamente o esboço do sistema por parte do Microcontrolador Arduino, a placa de complemento Celular *Shield* e o celular do usuário.

### **4.1.1 Diagrama de Arquitetura**

A compreensão do Sistema Celular *Shield* pode ser mostrada a partir do auxílio do diagrama de arquitetura, conforme ilustrado na Figura 4.1.1.1, onde possui as camadas lógicas de todo o sistema, Camada de Infraestrutura, Camada de Negócio e Camada de Aplicação.

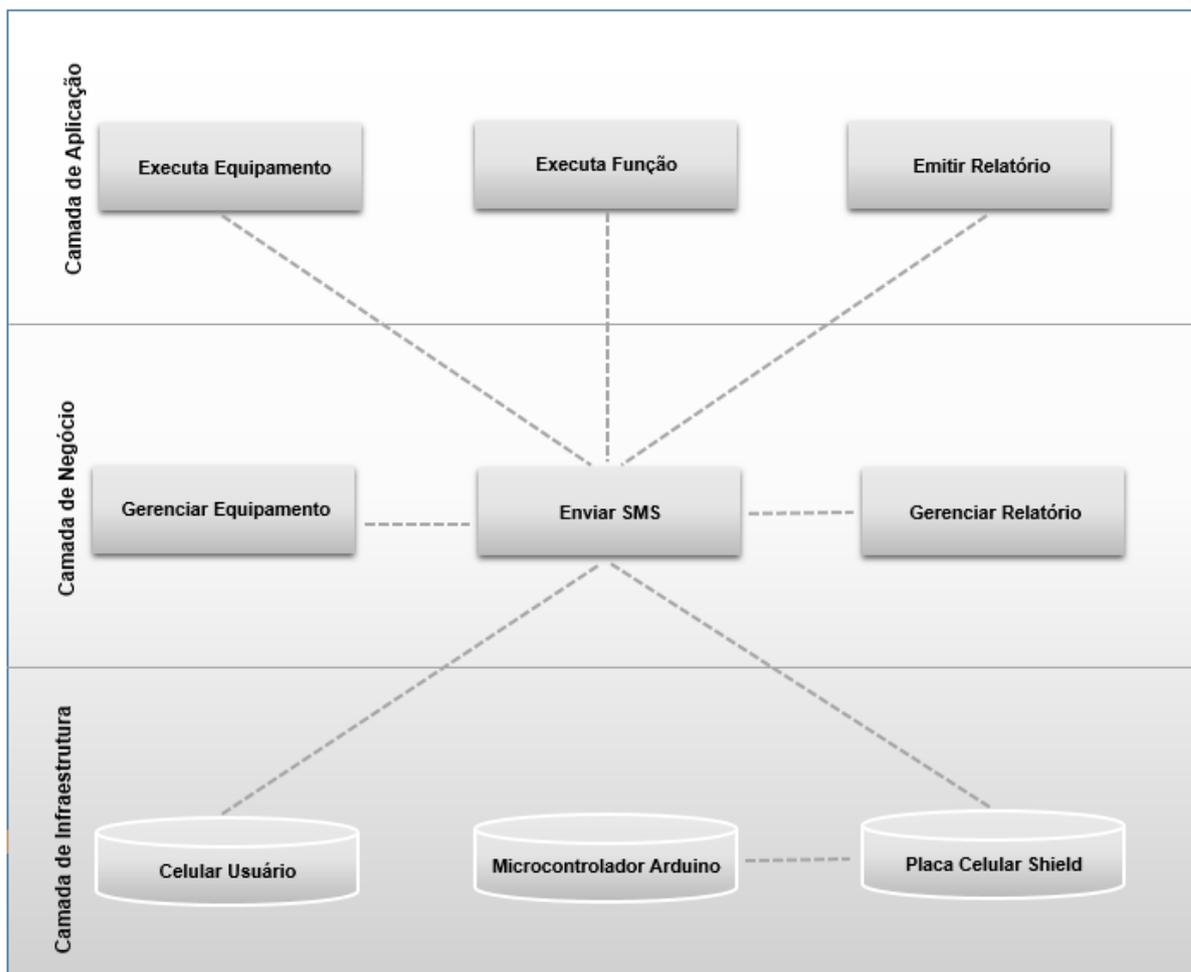


Figura 4.1: Arquitetura Sistema Celular *Shield* (Autoria Própria).

A Camada de Infraestrutura representa todos os periféricos que fazem parte do Sistema Celular *Shield*, como estão representados na Figura 4.1:

- **Celular Usuário:** é o componente que realiza toda a solicitação ao sistema, por meio dos envios de mensagens SMS pelo software instalado, desenvolvido em Android;
- **Microcontrolador Arduino:** responsável por enviar a todos os componentes eletrônicos ligados nas suas portas digitais de saída, pelos comandos de acionamento que serão enviados pelo usuário por meio do Celular;
- **Placa Celular *Shield*:** é responsável por receber e enviar mensagens SMS ao usuário, e à placa Microcontroladora Arduino, ao receber uma mensagem do usuário pelo software, a Placa Celular *Shield* interpreta, processa o conteúdo do SMS, realiza a comparação a fim de verificar se tal comando é válido e em caso de confirmação de autenticidade da mensagem correspondente, passa sinais ao Arduino para que execute

o comando solicitado, e por fim retorne uma mensagem SMS ao usuário.

A Camada de Negócio é a parte da estrutura responsável por processar todas as informações que entram e saem, ou seja, no Sistema toda mensagem SMS recebida, como enviada, possui como elementos:

- Gerenciamento Equipamento: responsável por identificar todos os componentes que estão ligados as portas digitais de saída da placa Microcontroladora Arduino;
- Enviar SMS: tem como finalidade enviar mensagens SMS tanto ao usuário como ao Arduino;
- Gerenciar Relatório: responsável por verificar as mensagens trocadas entre o usuário e residência.

A Camada de Aplicação é o local responsável por aplicar todos os comandos solicitados pelo usuário por meio do software, que tem como elementos:

- Executa Equipamento: aciona ou desliga o equipamento desejado pelo usuário;
- Executa Função: responsável por executar uma sequência de comandos pré-configuradas no software, está mencionada como “Cenários”;
- Emitir Relatório mostra ao usuário, todos os comandos solicitados.

#### **4.1.2 Diagrama de Comunicação**

O Diagrama a seguir, mostra a maneira como é realizada a comunicação do usuário com o Sistema Celular *Shield* instalado na residência.

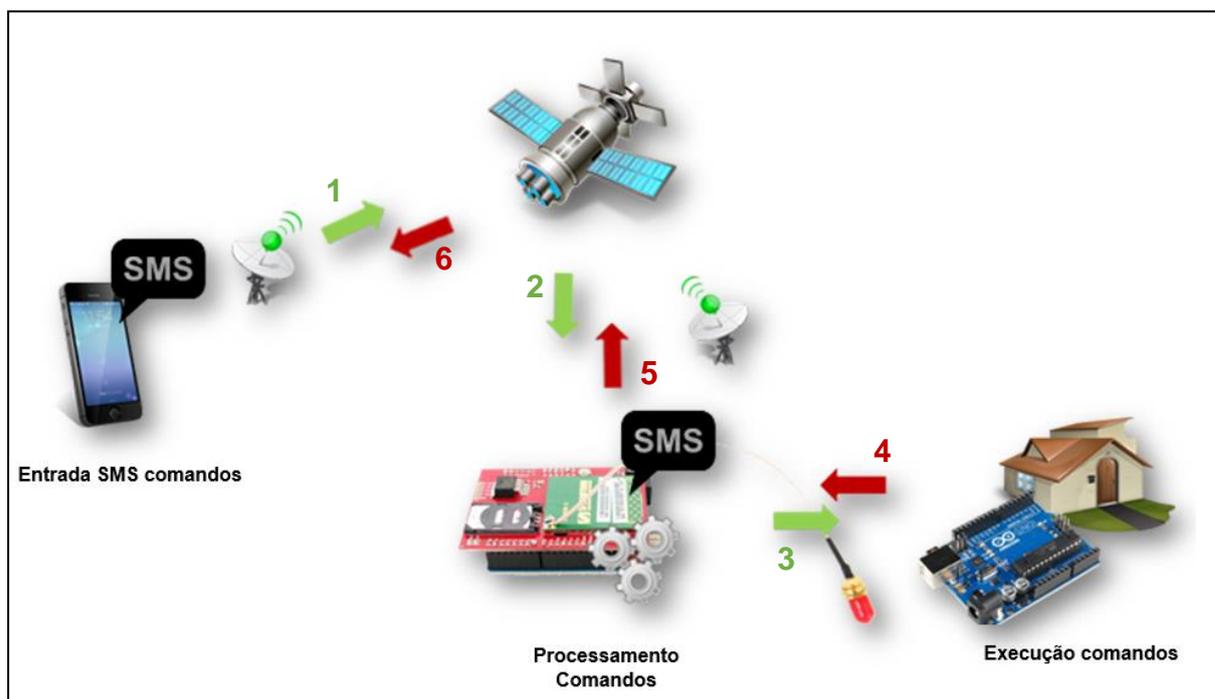


Figura 4.2: Esquema de Comunicação do Sistema Celular *Shield*.

Na Figura 4.2, os passos enumerados representam a execução do processo de comunicação:

1. O usuário solicita o comando desejado ao enviar um SMS do seu celular, que está disponível no software para o sistema;
2. A operadora ao receber a mensagem, envia a mesma ao Celular *Shield* instalado na residência, que ao reconhecer a mensagem processa toda a informação necessária para a execução da função solicitada pelo usuário;
3. Após o processamento das informações contidas no SMS recebido, são transmitidas ao Arduino que inicia todas as instruções necessárias para executar o comando específico à tarefa solicitada;
4. Ao final da realização da tarefa, o Arduino se encarrega de transmitir ao Celular *Shield* que foi feita a solicitação;
5. O Celular *Shield* se encarrega de transmitir por meio de uma mensagem SMS, a confirmação de que foi executada a tarefa solicitada pelo usuário;

6. A mensagem SMS é enviada e entregue ao usuário, o que confirma e garante que o comando solicitado foi concretizado com sucesso.

### 4.1.3 Diagrama de Caso de Uso

O Diagrama de Caso de Uso é mostrado na Figura 4.3, explica a maneira como o ator pode interagir com o Sistema Celular *Shield*. Facilita a demonstração como a comunicação entre os mesmos é fácil e rápida, por exemplo, quando o ator usuário realiza uma ação, conseqüentemente cada um dos outros atores recebem uma mensagem automática do sistema, diz qual ato o usuário realizou.

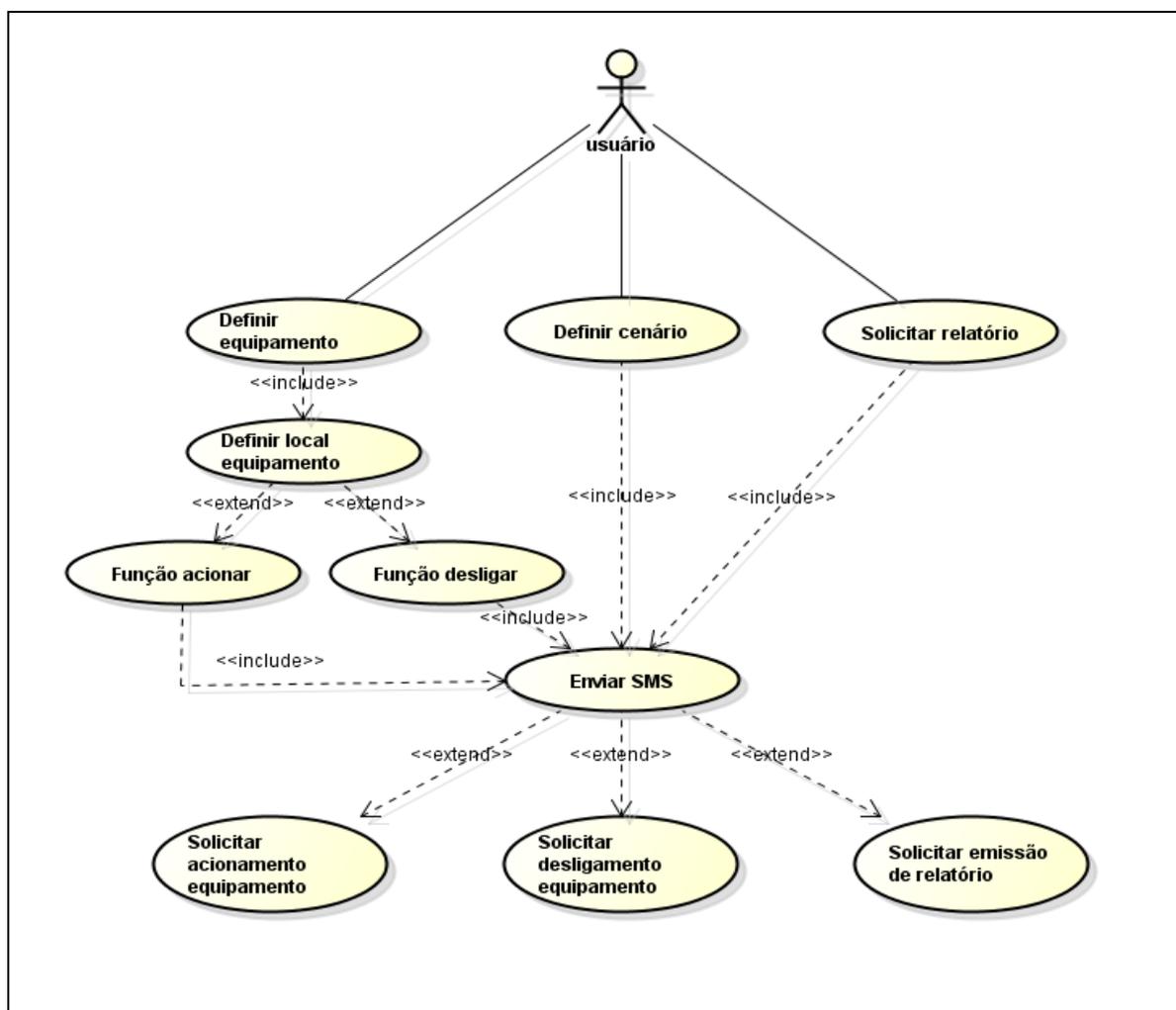


Figura 4.3: Casos de Uso do Sistema Celular Shield.

O Diagrama de Caso de Uso mostra as responsabilidades que o (s) usuário (s) possui (em) dentro do sistema Celular *Shield*, são:

- Usuário: possui completo controle sobre o funcionamento do sistema desde que possua permissão, o número do celular do mesmo deve

estar registrada nos números permitidos dentro do sistema, que permita o acesso às funcionalidades do sistema no todo;

Os casos de uso exibidos na Figura 4.3 são:

- Definir equipamento: o usuário escolhe o equipamento que será acionado;
- Definir local equipamento: o usuário após selecionar o tipo de componente, escolhe o local onde será acionado o equipamento;
- Função acionar: após o usuário ter escolhido o equipamento e local, define que o componente seja acionado;
- Função desligar: após o usuário ter escolhido o equipamento e local, define que o componente seja desligado;
- Definir cenário: o usuário tem o acesso para escolher um determinado cenário para ser executado, isso possibilita que aproveite o tempo para ligar os componentes de maneira mais rápida, pois já está definida uma sequência de acionamento dos equipamentos;
- Solicitar relatório: solicitado pelo usuário, verifica qual (ais) do (s) equipamento (s) que estão acionados ou desligados;
- Enviar SMS: responsável por possibilitar a comunicação entre o usuário e o Sistema Celular *Shield*, por meio de mensagens SMS enviadas pelo celular de cada ator para a placa Micro-controladora Arduino;
- Solicitar acionamento equipamento: após a definição do (s) equipamento (s), executa o acionamento do (s) mesmo (s);
- Solicitar desligamento equipamento: após a definição do (s) equipamento (s), executa o desligamento do (s) mesmo (s);
- Emitir relatório: após a solicitação de relatório, serão enviadas ao ato que solicitou, todas as informações que deseja visualizar sobre as condições de determinado equipamento;

#### **4.1.3.1 Caso de uso “Definir equipamento”**

No diagrama exibido na Figura 4.4 a seguir, expõe a forma como o Usuário pode realizar a escolha do equipamento, para que seja acionado ou desligado de forma automática por meio do envio da mensagem SMS. O ator fará a escolha a partir da sua necessidade.

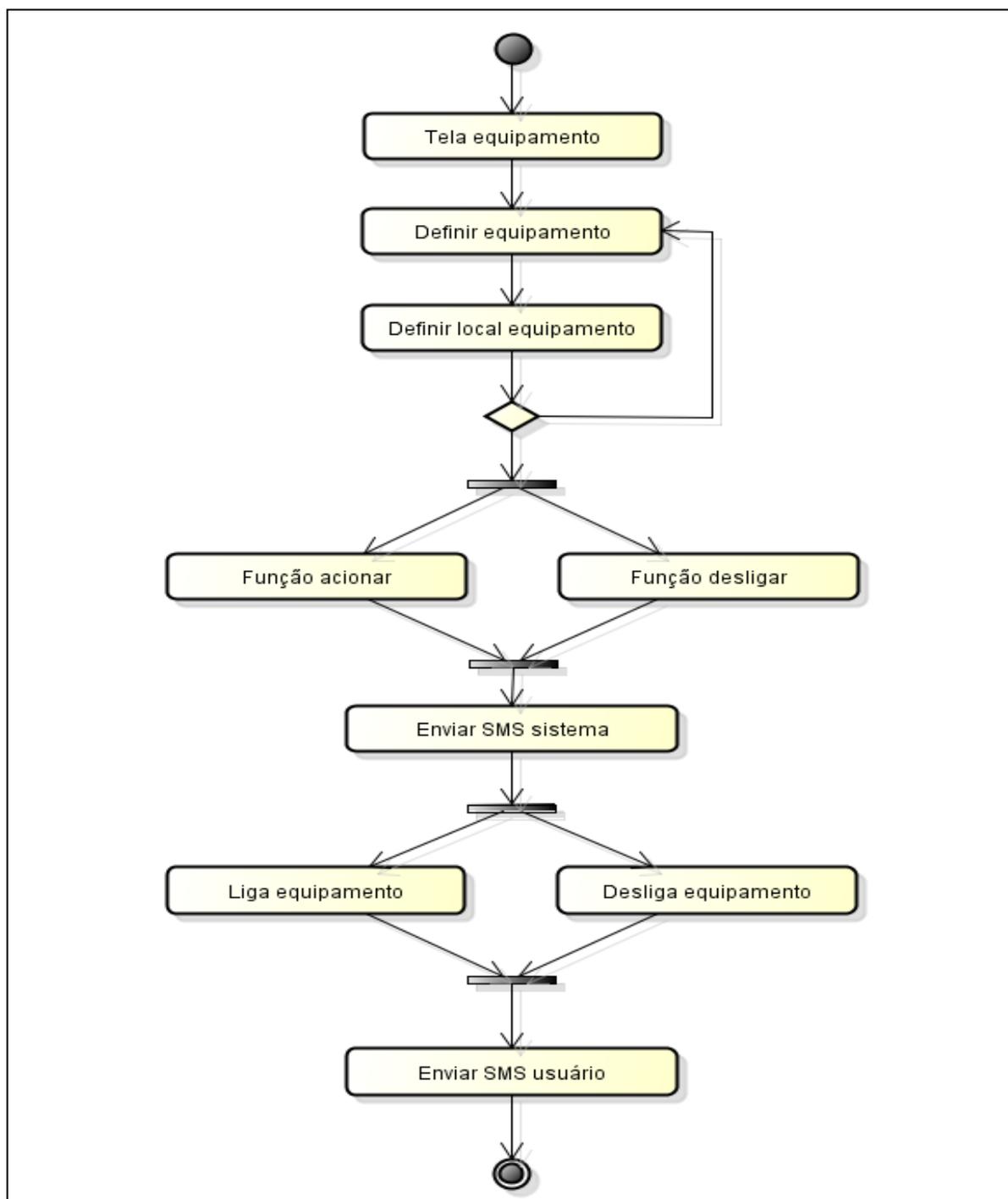


Figura 4.4: Diagrama de atividade "Definir equipamento" do Sistema Celular *Shield*.

O ator ao desejar que determinado equipamento seja acionado ou desligado, deve primeiramente acessar a “Tela equipamento”. Após ter acessado a tela realiza a escolha de determinado equipamento.

Após ter escolhido o equipamento define o local que está instalado, o que possibilita a escolha, ou da opção acionar, ou da opção desligar. Ao realizar a escolha de uma das opções, envia uma mensagem SMS ao Sistema Celular *Shield*, que deve acionar ou desligar o equipamento que foi escolhido anteriormente.

Ao acionar ou desligar, retorna uma mensagem SMS ao ator, que confirma a execução da tarefa solicitada.

#### 4.1.3.2 Caso de uso “Função acionar”

Na Figura 4.5 é mostrada o Caso de uso “Função acionar”, que exhibe o Diagrama de Atividade com a sequência de execuções que o usuário deve realizar para que consiga acionar algum dos equipamentos da casa.

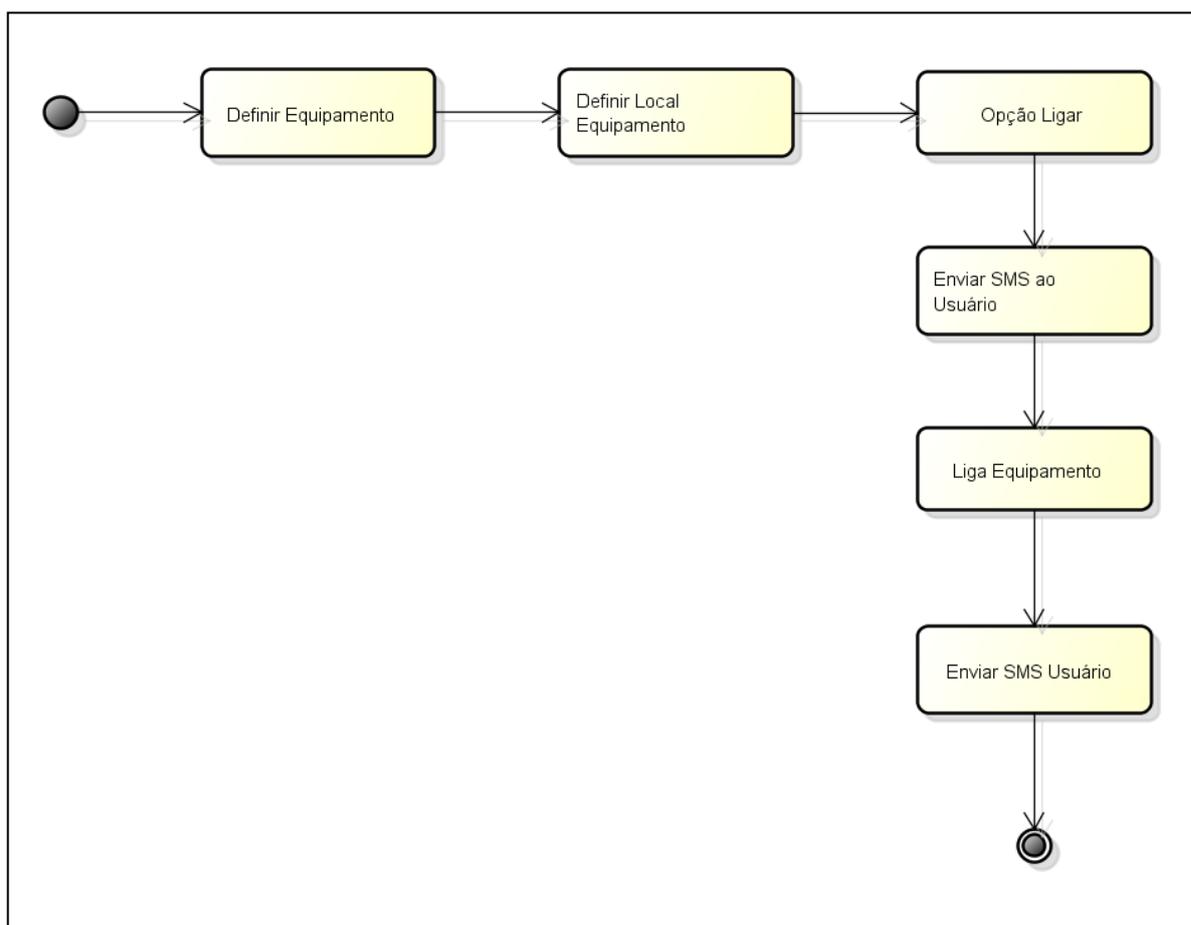


Figura 4.5: Diagrama de Atividade “Função acionar” do Sistema Celular *Shield*.

O usuário ao desejar o acionamento de determinado componente físico instalado na residência, inicia a atividade “Função acionar”, informa ao Sistema Celular *Shield*, que determinado equipamento deve ser acionado.

Primeiramente o usuário deve definir qual equipamento deseja acionar. Após a escolha do componente, deve-se escolher o local onde está instalado fisicamente. Já a atividade “Opção acionar”, é responsável por efetuar a solicitação do ator ao Sistema Celular *Shield*. Definido componente e local, o usuário solicita por meio do software instalado no celular, a opção Acionar ao ser clicada, envia uma mensagem SMS para a “residência”. Ao receber esta mensagem o Celular *Shield* compara-a com a que está definida na parte lógica do sistema. Caso for idêntica, aciona o equipamento desejado no local definido. Ao finalizar a execução da atividade o sistema retorna uma mensagem SMS ao usuário, que possui como conteúdo a confirmação de execução da tarefa solicitada.

#### **4.1.3.3 Caso de uso “Função desligar”**

Para auxiliar a compreensão do Caso de uso “Função desligar”, na Figura 4.6, é mostrado o Diagrama de Atividade que ilustra a maneira como é executado a “Função desligar”, ao ser solicitado pelo usuário ao Sistema Celular *Shield*.

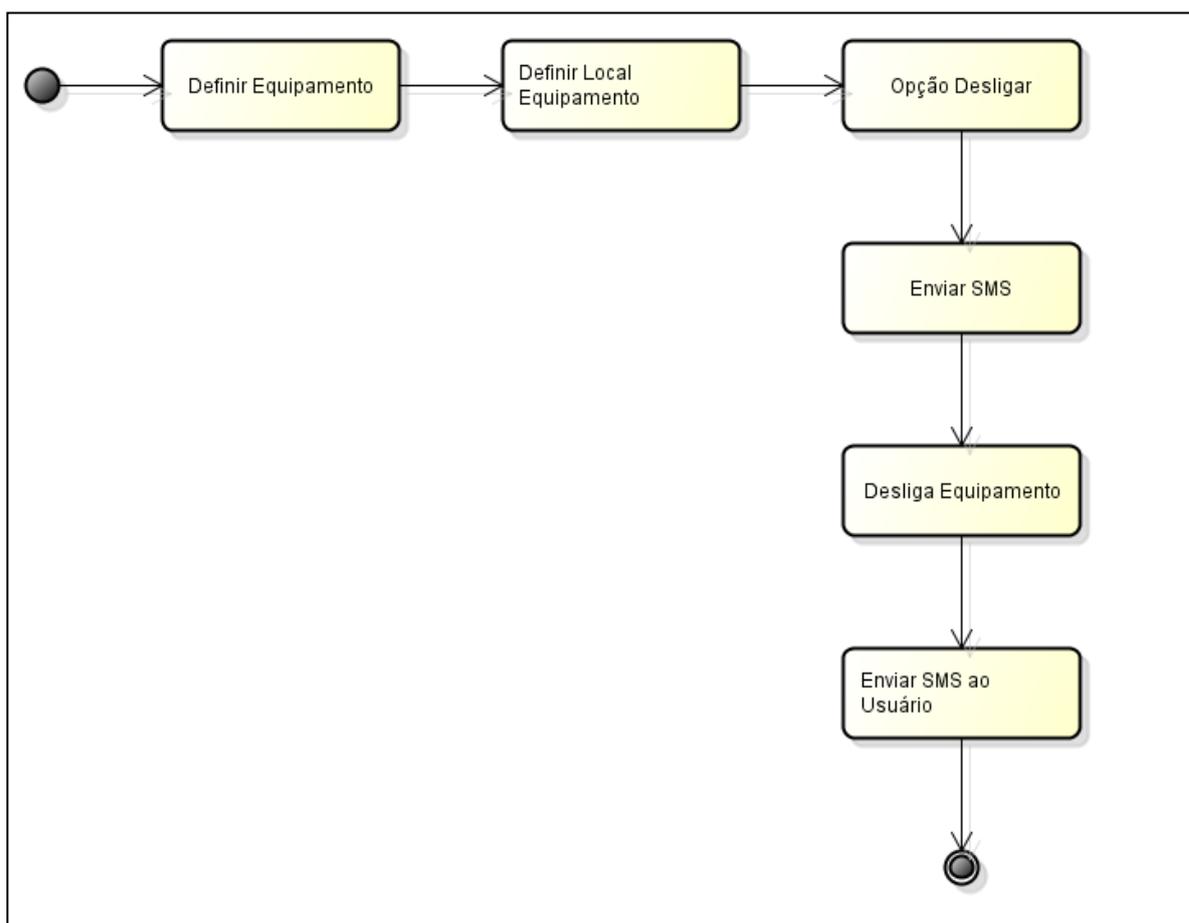


Figura 4.6: Diagrama de Atividade “Função Desligar” do Sistema Celular *Shield*.

Primeiramente o usuário deve definir qual equipamento deseja desligar. Após esta atividade deve-se realizar a escolha do local onde está instalado o componente. Já a atividade “Opção desligar”, é a opção em que o ator faz com que o sistema compreenda que determinado componente será desligado.

Após a definição do equipamento, do local e opção, o software instalado no celular do usuário envia uma mensagem SMS ao Sistema Celular *Shield*. Ao receber esta mensagem verifica se realmente é a mesma que deve realizar a função desligar, se realmente for executada a atividade “Desliga equipamento”.

No término da execução, o Sistema Celular *Shield* deve retornar uma mensagem SMS ao usuário com o conteúdo de confirmação, de que foi realizada a tarefa solicitada, o que finaliza o processo de desligamento do componente.

#### 4.1.3.4 Caso de uso “Definir cenário”

Na Figura 4.7, são mostradas as atividades que o caso de uso “Definir cenário” possui, o que possibilita ao usuário do sistema ter privilégios ao solicitar uma sequência de acionamentos de componentes, ao enviando apenas uma mensagem SMS que corresponda ao cenário escolhido.

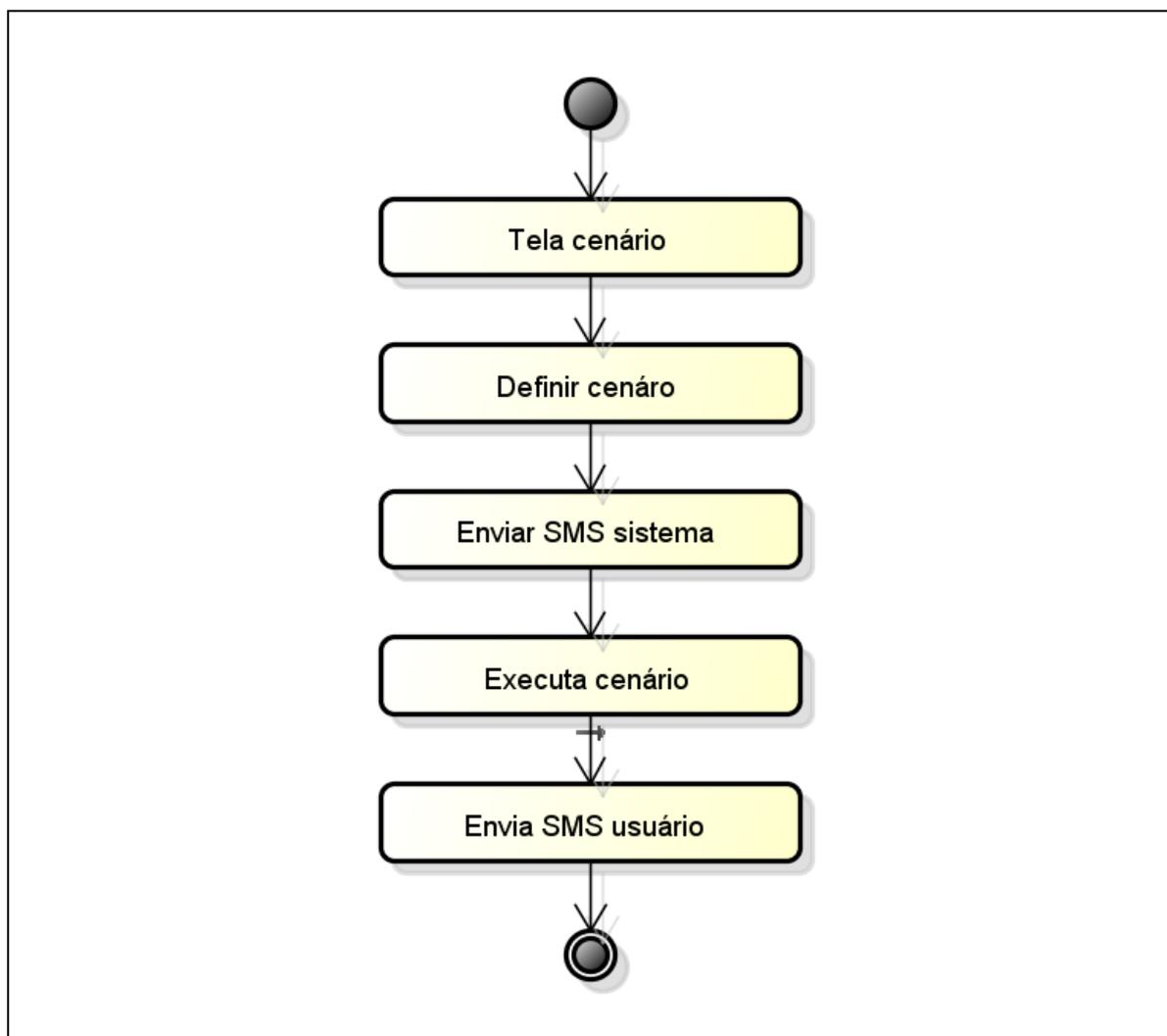


Figura 4.7: Diagrama de atividade “Definir cenário” do Sistema Celular *Shield*.

A princípio o usuário diante da sua necessidade em determinado instante do dia, pode de maneira fácil escolher qual dos cenários deseja executar naquele instante. Facilita a execução de uma combinação de comandos, sem ter a dificuldade de ter que cadastrar um a um cada equipamento que está na sequência.

Para que seja realizada a escolha de um determinado cenário, o usuário deve acessar a Tela Cenário, onde estarão os cenários disponíveis. Após o acesso no corpo da tela estarão os cenários, como:

- Chegar em casa;

- Sair de casa;
- Ligar lâmpadas;
- Desligar lâmpadas;
- Ligar sensores;
- Desligar sensores;

Ao escolher um cenário, o usuário envia uma mensagem SMS ao Sistema Celular *Shield*, que ao receber a mensagem executa cenário conforme descrito no corpo do SMS. Ao finalizar a execução, retorna uma mensagem SMS ao ator, com a função de confirmar que a tarefa foi realizada com sucesso.

#### **4.1.3.5 Caso de uso “Solicitar relatório”**

No diagrama de atividade “Solicitar relatório”, conforme é mostrado na Figura 4.8, é realizado o processo de emissão de relatório ao usuário no momento em que solicita por confirmações dos equipamentos que podem estar desligados ou ligados na casa.

Desta forma possibilita ao indivíduo saber de tudo que foi solicitado via SMS por acionamentos ou desligamentos, o que permite se caso houver mais de um usuário com acesso ao sistema, que todos os envolvidos possam ter conhecimento se determinada função já foi acionada ou não.

Isso permite que ao desejar solicitar determinada função, o usuário não venha executar de maneira desnecessária a mesma função que já foi solicitada anteriormente por outro integrante da residência, o que torna a utilização do Sistema Celular *Shield* fácil e prática, auxilia no melhor aproveitamento do tempo de cada indivíduo com acesso ao sistema.

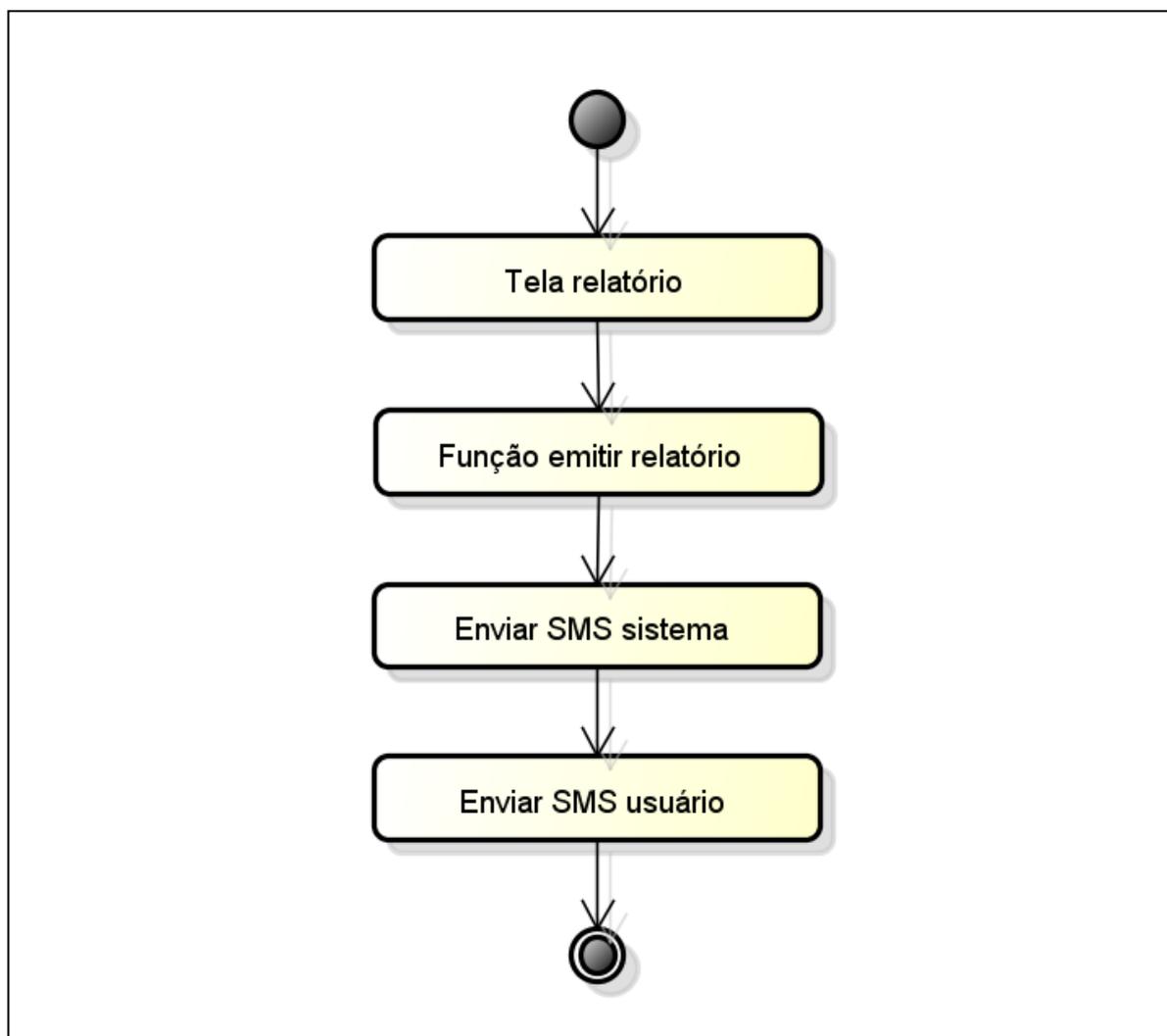


Figura 4.8: Diagrama de atividade “Solicitar relatório” do Sistema Celular *Shield*.

Na Figura 4.8 os passos da atividade Solicitar Relatório do Sistema Celular *Shield*, são:

- O usuário deve acessar a Tela Relatório;
- Para efetuar a solicitação, o usuário seleciona a opção Emitir Relatório;
- Envia uma mensagem SMS ao sistema por meio do software, ao receber entende qual tarefa específica deve executar;
- Retorna a Mensagem SMS ao usuário com a emissão do relatório solicitado;

### 4.3 Apresentação da Ferramenta

Na Figura 4.9 é mostrada a tela principal da Ferramenta do Sistema Celular *Shield*, nela o usuário deve preencher o campo “Nome Usuário” e o campo “Senha” obrigatoriamente, para que assim possa ter acesso pleno ao sistema.



Figura 4.9: “Tela Principal” do Sistema Celular *Shield*.

Após o usuário efetuar o login no sistema, o mesmo tem acesso à tela Principal de Menu, descrita a seguir:

- A primeira opção “Equipamento”, o usuário acessa todos os componentes instalados na casa;
- A segunda opção “Cenários”, o usuário acessa uma sequência pré-definida de comandos;
- A terceira opção “Relatório”, o usuário acessa as mensagens SMS enviadas pelo Sistema Celular *Shield*.

A partir delas o usuário tem a possibilidade de acessar as demais funcionalidades do sistema, conforme Figura 4.10.



Figura 4.10: “Tela Menu Principal” do Sistema Celular *Shield*.

Primeiramente a “Tela Equipamento” exibe todos os tipos de componentes que o usuário pode acessar, como lâmpadas, sensores, portões e portas, na área externa, conforme Figura 4.11.



Figura 4.11: “Tela Equipamento” do Sistema Celular *Shield*.

Na segunda opção da “Tela principal” que é “Definir cenário”, possui opções ao usuário, para que escolha determinada sequência de combinações com a finalidade de ligar ou desligar um grupo de componentes, com o objetivo de facilitar determinadas situações que possa a vir acontecer.

As opções de cenários estão ilustradas na Figura 4.12.



Figura 4.12: “Tela Cenários” do Sistema Celular *Shield*.

Dentre as opções contidas nesta tela, Figura 4.12 estão:

- Chegar em casa: neste cenário o usuário tem a possibilidade de executar todos os acionamentos necessários para a sua chegada na residência:
  - Acionar o portão, para que se abra no tempo determinado de três minutos;
  - Após um minuto, é ligada a lâmpada principal da garagem;

- Com o término dos três minutos de abertura do portão, é desligada a lâmpada principal da garagem;
- Sair de casa: ao acionar este cenário, o Sistema Celular *Shield* executa a sequência de saída do usuário da casa:
  - Acender a lâmpada principal da garagem;
  - Após um minuto, aciona a abertura do portão que aguardará 3 minutos para que o usuário saia com o seu carro;
  - Ao iniciar o fechamento do portão, é executado o acionamento dos sensores das portas principais da porta da sala e da porta principal da cozinha, como também o sensor principal de movimento do jardim;
  - Ao final do fechamento do portão principal o desligamento da lâmpada principal da garagem é realizado, o que finaliza a execução do cenário “Sair da residência”;
- Ligar lâmpadas: executa o acionamento de todas as lâmpadas;
- Desligar lâmpadas: desliga todas as lâmpadas;
- Ligar sensores: executa o acionamento de todos os sensores;
- Desligar sensores: desliga todos os sensores;

A terceira e última opção da “Tela principal” do Sistema Celular *Shield* é a “Tela Relatório”, que tem a função de exibir as mensagens SMS enviadas pelo sistema ao usuário, com o efeito de confirmar todas as atividades solicitadas e realizadas.

Conforme Figura 4.13, nesta tela possui como parâmetros a serem exibidos a data, o nome e o número do celular do responsável por ter enviado ao sistema os comandos para determinada ação. Desta maneira possibilita o controle dos comandos que o(s) usuário(s) pode(m) ter dentro da residência. Caso alguém tenha solicitado para que os alarmes de todas as portas fossem acionados, outra pessoa ao verificar que tal ação já foi executada, não terá o trabalho de estar enviando um novo comando por meio de mensagens SMS, que já foi realizado.



Figura 4.13: “Tela Relatório” do Sistema Celular *Shield*.

#### 4.3.1 Tela Equipamento

Esta tela possui como componentes lâmpadas, sensores e na área externa os portões e portas. Para cada um destes elementos existe uma mensagem específica, que tem como função acionar ou desligar tal equipamento.

No momento em que o usuário utiliza o software, instalado em seu celular, para enviar determinada mensagem SMS ao componente desejado, o Celular *Shield* recebe e processa a mensagem. Verifica se está correta e transmite os sinais necessários ao Arduino, para que execute a função recebida por meio do Software.

Cada componente está separado por tipo local, facilita acesso ao usuário ao botão de comando para cada ação desejada, dentre os locais estão à cozinha, a sala, a garagem e o jardim, conforme exposto a seguir:



Figura 4.14: “Tela Lâmpadas” e “Tela Sensores” do Sistema Celular *Shield*.

O usuário ao expandir a tela do cômodo da sala, tanto por parte das lâmpadas como dos sensores, tem opção de acionar e desligar o componente específico.



Figura 4.15: “Tela Lâmpada” e “Tela Sensores” Sala do Sistema Celular *Shield*.

Ainda nas telas “Lâmpada Sala” e “Sensores Sala”, existe um pequeno menu que possibilita ao usuário navegar pelo software, onde cada botão é descrito conforme a numeração para cada um. Vale ressaltar que este menu está presente em todas as telas, porém ausente apenas na tela principal do sistema, conforme Figura 4.16.



Figura 4.16: “Tela Lâmpada Sala” do Sistema Celular *Shield*.

1. Botão Voltar – permite ao usuário retornar à tela anterior;
2. Botão Main – permite ao usuário retornar à tela principal do Sistema Celular *Shield*;
3. Botão Exit – permite ao usuário fechar o Sistema Celular *Shield*.

Para finalizar a descrição da “Tela Equipamento”, existe a opção “Área Externa”, conforme as figuras abaixo permitem ao usuário ligar ou desligar portões e portas da residência. Isso possibilita maior praticidade sem a necessidade de se locomover em casos de abrir ou fechar o portão ou aporta.



Figura 4.17: “Tela Equipamento – Área Externa” do Sistema Celular *Shield*.

Na Figura 4.17, o usuário ao acessar a opção “Área Externa”, permite ao mesmo escolher portões ou portas da residência.

Primeiramente ao acessar os portões, o usuário possui dois elementos, o portão da garagem e o portão de visita para acionar tanto a abertura como o fechamento de tais, ilustrado na Figura 4.18.



Figura 4.18: “Tela Portão – Garagem” do Sistema Celular *Shield*.

Ao acessar a opção das portas, o sistema permite ao usuário ligar tanto a abertura como o fechamento das portas da sala, como as da cozinha. Na Figura 4.19, é mostrada como a “Tela Portas” está disposta ao usuário no software, que ao efetuar acesso encontra dois locais da casa a “Sala” e a “Cozinha”.



Figura 4.19: “Tela Portas” do Sistema Celular *Shield*.

Após expandir uma das opções dos cômodos da casa, o usuário possui acesso à porta principal ou auxiliar do local correspondente a qual foi escolhido anteriormente, conforme é mostrada na Figura 4.20, permite ao usuário acionar a abertura ou o fechamento.



Figura 4.20: “Tela Portas Sala” do Sistema Celular *Shield*.

#### 4.4 Considerações Finais

Em caso do usuário ter a necessidade de realizar modificações na estrutura física da residência, o software possibilita atualização conforme as novas instalações que possam vir a ocorrer na casa da pessoa que obtém o Sistema Celular *Shield*, o que permite a flexibilidade dentro da real necessidade do usuário.

O software por ser desenvolvido na plataforma Android, sendo este em linguagem de código aberto, possibilita que novas alterações possam ser realizadas para atender às modificações físicas que o usuário possa vir executar na sua casa.

As alterações tanto no sistema físico instalado na residência, como no software, fazem do Sistema Celular *Shield* apresentar mais um diferencial dos demais sistemas existentes no mercado atualmente. Na maioria são de extrema restrição, quando está relacionado a melhorias e adaptações novas.

Independente do componente que o usuário possa desejar instalar, remover ou alterar, o Sistema Celular *Shield* permite que o usuário tenha total liberdade de realizar o que preferir dentro de sua residência. Gera total praticidade, flexibilidade e satisfação ao indivíduo.

## 5 Validação

Neste capítulo é apresentado o método como foi aplicado os testes do Sistema Celular *Shield* para validação da ferramenta, por meio da utilização do software desenvolvido exclusivamente para o objetivo do projeto, de modo a utilizar a Estrutura Física, de um Celular e o Software desenvolvido para plataforma Android. Cada elemento será descrito nos próximos capítulos com mais detalhes.

### 5.1 Estrutura física

A estrutura física do Sistema Celular *Shield* foi montada com a finalidade de permitir a realização de testes práticos. Em função da comunicação com o usuário pelo software, com a parte física do sistema. Mostra realmente toda a funcionalidade das funções contidas na aplicação desenvolvida.

Na figura a seguir, é mostrado um esquema que contém os seguintes componentes numerados, como:

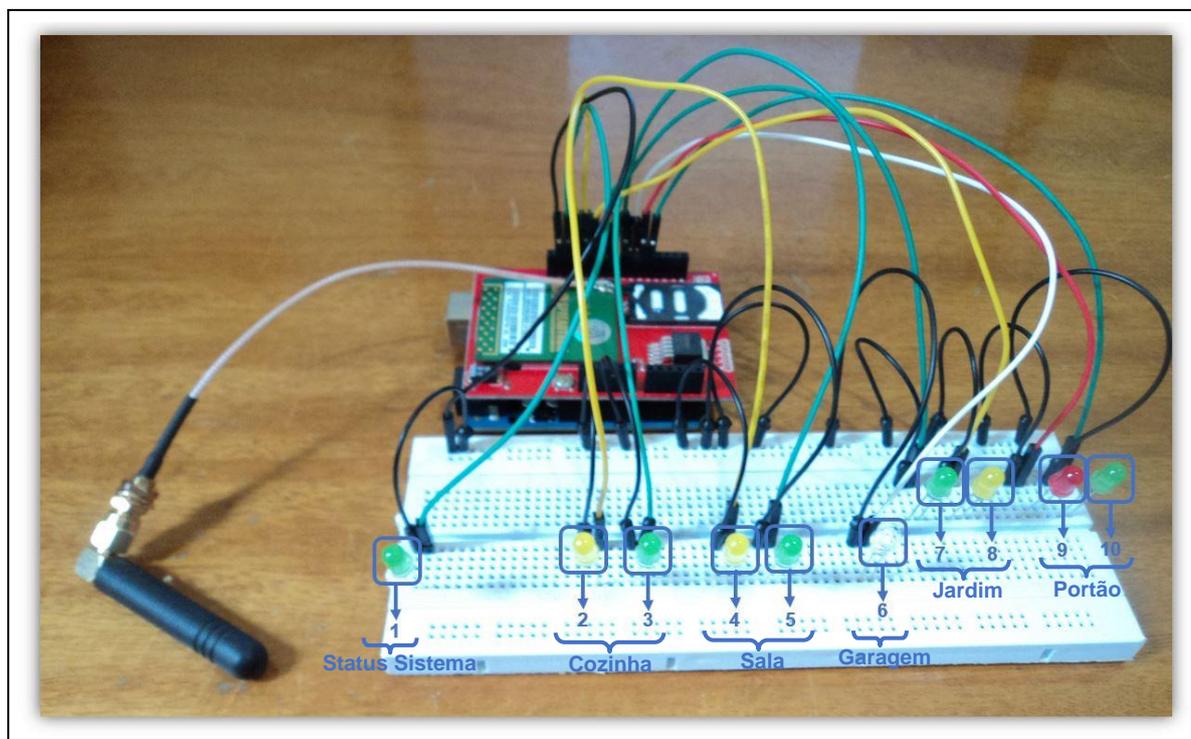


Figura 5.1: Estrutura Física do Sistema Celular *Shield*.

1. LED verde indica o status do sistema quando está disponível para comunicação e execução das funções, permitindo ao usuário ter

certeza de que suas mensagens enviadas serão recebidas pelo Sistema Celular *Shield*;

2. O LED amarelo indica um sensor de uma porta principal da cozinha;
3. O LED verde indica uma lâmpada principal da cozinha;
4. O LED amarelo indica um sensor de uma porta principal da sala;
5. O LED verde indica uma lâmpada principal da sala;
6. O LED branco indica a lâmpada principal da garagem;
7. O LED verde indica uma lâmpada principal do jardim;
8. O LED amarelo indica um sensor de movimento instalado no jardim;
9. O LED vermelho indica que o motor do portão é ligado, para que se feche;
10. O LED verde indica que o motor do portão é ligado, para que se abra;

## 5.2 Celular

O Celular utilizado para a realização dos testes foi o de modelo Optimus L5 II Dual E455 da marca LG, como características principais são:

- Tela de 4 polegadas;
- Android 4.1 Jelly Bean;
- Processador de Single Core Media Tek MT6575 1GHz;
- Memória Interna de 4GB;

## 5.3 Software

O software é baseado na plataforma Android, por meio da linguagem Java que foi desenvolvida com a utilização da Ferramenta AppInventor2 (Google, 2014).

## 5.4 Aplicação do Teste

O teste foi realizado a partir de um celular, ao executar o software e efetuar o login do sistema, disponibilizou total controle às funcionalidades existentes no sistema construído para simular uma residência, conforme foi mostrado anteriormente na Figura 5.1.

Primeiramente foram escolhidas as opções individuais de cada local determinado no sistema como a sala, cozinha, garagem e jardim, que contém as lâmpadas, sensores, portas e portão. Após os testes isolados de cada componente, foi passado à tela de Cenários, interface que possui como opções “Chegar em

Casa”, “Sair de Casa”, “Ligar Sensores”, “Desligar Sensores”, “Ligar Lâmpadas”, “Desligar Lâmpadas”, conforme mostrado na Figura 4.12, anteriormente.

Para cada solicitação, efetuou-se a execução de cada componente, como também de toda a sequência pré-programada nos cenários. Sempre que o Sistema Celular *Shield* recebia determinada opção, o mesmo retornava com uma mensagem SMS, com a confirmação que a tarefa seria realizada e no término da execução, o sistema também retornava uma mensagem, que significava a concretização da tarefa.

A partir da execução de cada solicitação, pôde ser constatado que realmente todas as funcionalidades estabelecidas dentro do Sistema Celular *Shield*, puderam ser ligadas e/ou desligadas, independente se fosse um componente ou um conjunto de componentes. Isso comprova a eficácia da comunicação via SMS para um sistema de automação residencial.

Para comprovação, em caso de haver mais de um usuário integrado ao sistema, foi cadastrado também mais dois números de celulares, o que totalizou três usuários com acesso simultâneo as funcionalidades de todos os componentes. Desta forma o Sistema Celular *Shield*, ao realizar determinada solicitação por qualquer um dos usuários, retornava para cada um deles, o que seria realizado e que houve a efetivação do comando.

Todos os envios de mensagens SMS, tanto realizado pelo usuário, como pelo Sistema Celular *Shield*, significa literalmente uma “conversa” do indivíduo com a sua casa, pois a troca de mensagens é uma constante. Sempre que houver o comando ao sistema integrado na residência o mesmo sempre responde ao usuário, pelo fato de estar na linha de código do Arduino integrado à Placa Celular *Shield*.

## 6 Avaliação da Ferramenta

Devido ao fato da comunicação ser realizada via SMS, pode-se definir que o sistema proposto atende as necessidades do usuário, quando os requisitos são o acesso rápido, prático e confiável, sem depender ao menos de uma rede Wi-fi ou 3G ou ainda a conexão 4G, que em muitas situações dificultam o acesso de algum sistema integrado à residência, quando não há conexão do tipo sem fio de fácil acesso.

Por isso, o Sistema Celular *Shield*, por meio dos testes realizados, comprova a vantagem em se utilizar uma comunicação que se baseia no envio e recebimento de mensagens SMS do celular pessoal do usuário para o sistema integrado na residência, e vice-versa, o que propicia uma comodidade juntamente com a confiabilidade de execução.

Para todos os comandos que foram solicitados, houve a plena execução das funções, dentro do tempo da operadora celular em receber a mensagem e transmitir para o número do chip composto à Placa Celular *Shield*, que ao receber as informações SMS, compreendeu os dados transmitiu-os ao Arduino, que por sua vez realizou fisicamente os comandos.

Após a execução, o Arduino enviou sinais elétricos à Placa Celular *Shield*, que ao interpretar e processar estes sinais, converteu para uma mensagem específica, a fim de retornar ao usuário de forma SMS, o que foi executado e que foi finalizado com sucesso tal solicitação, e este tipo de confirmação ao usuário permite criar o ciclo de confiabilidade e segurança que o Sistema Celular *Shield* pode trazer ao indivíduo.

A comunicação que existe entre o usuário e o sistema, é literalmente uma conversa entre ambos, pelo fato de que para todos os comandos solicitados o sistema integrado na residência, possui uma resposta automática específica, o que garante uma interação maior entre todos os atores, tanto usuário como o sistema.

Por fim, pode-se finalizar que as avaliações da ferramenta, para todos os comandos solicitados, foram executadas de maneira a anteder às necessidades do usuário, tanto quando o mesmo está na sua residência, como ausente da sua casa, ou seja, o Sistema Celular *Shield*, garante que toda a comunicação realizada pela troca de mensagens SMS garante a execução das tarefas solicitadas.

O usuário deve apenas aguardar o tempo de retransmissão das mensagens pela operadora, conforme acontece em uma troca de mensagens SMS de um celular ao outro, e como forma de garantia o mesmo pode aguardar por uma mensagem automática do sistema, que irá mostrar qual tarefa foi solicitada e que a mesma em alguns instantes será realizada, e após receber este SMS automático, o usuário recebe mais um que o avisará que tal comando solicitado foi realizado com sucesso.

## 7 Conclusão

Por fim pode-se concluir que o Sistema Celular *Shield* atende às necessidades de qualquer usuário que tenha permissão, para acessar todas as funcionalidades instaladas na residência, isso proporciona uma maior comodidade, praticidade, agilidade e certeza de que tal tarefa solicitada para ser executada, tenha sido realizada apenas com o comando desejado por meio do software instalado no celular pessoal do indivíduo.

Esta comunicação diferenciada do sistema, pode trazer ao usuário possibilidades de qualquer lugar que esteja, acessar os comandos de acender ou apagar uma lâmpada de um cômodo específico da casa, ou ligar todos os alarmes, como também ligar e desligar todas as lâmpadas da residência com apenas um toque e de onde estiver, sem a necessidade obrigatória de uma conexão por meio de internet cabeada, sem fio, como também de 3G ou ainda 4G, pois a comunicação realizada pelo Sistema Celular *Shield* e por meio de mensagens SMS.

A interface do software possui botões de fácil interação ao usuário, pois possibilita uma fácil navegação entre todas as opções de cada local da casa, como também todos os componentes instalados, entre as lâmpadas, sensores, portas e portões, enfim, o acesso a qualquer uma das opções está de forma bem clara e fácil para que qualquer um que tenha a autorização possa utilizar sem ter problemas.

Para todos os aspectos que o usuário necessite para comandar a residência, a comunicação SMS pode garantir, à todos os comandos solicitados, uma certeza de que a execução solicitada seja efetuada, pois para cada tipo de solicitação o sistema retorna uma mensagem automática que permite ao indivíduo acompanhar cada procedimento que o sistema esteja a realizar, ou seja, que realmente foi executada.

### 7.1 Diferencial da Ferramenta

O Sistema Celular *Shield* possui como diferencial relevante a base da sua comunicação entre o usuário e sua residência, pois por meio da utilização do software desenvolvido exclusivamente para este projeto, o indivíduo por meio de envios de comandos por mensagens SMS, consegue de qualquer lugar que esteja acessar todos os componentes instalados em sua residência que integram todo o Sistema Celular *Shield*.

Este diferencial da comunicação, entre um comando e outro, o usuário deve aguardar apenas o tempo de retransmissão da operadora da mensagem SMS ao Celular *Shield* que realiza a mesma operação de retorno ao indivíduo, que no máximo pode levar, aproximadamente, cerca de 25 segundos para que possua um retorno do sistema, porém deve-se ressaltar que se caso houver alguma ausência de sinal, por parte da operadora, o sistema fica inoperante por alguns instantes, até que o sinal se estabeleça.

Mas a facilidade de acesso aos comandos pelo software proporciona praticidade, economia de tempo e esforço, e confiabilidade de que as tarefas podem ser realizadas, de lugares diferentes que o usuário esteja. Fato que sistemas cabeados ou dependentes de uma conexão de internet não podem propiciar ao indivíduo que possua um sistema de automação residencial que precise obrigatoriamente deste tipo de conexão.

A dependência de alguma conexão sem fio, cabeada, ou 3G/4G, pode restringir o usuário na utilização de alguma ferramenta existente no mercado, conforme foi mostrado no trabalho correlato entre as várias ferramentas específicas para automação residencial, isso impossibilita o indivíduo de acessar algum sistema integrado na sua residência, diferentemente do Sistema Celular *Shield*, que pela solicitação de comandos por meio do envio e recebimento de mensagens SMS, permite ao indivíduo trocar comandos com a sua casa, literalmente, o que gera satisfação ao utilizar o sistema SMS.

## **7.2 Trabalhos futuros**

Como trabalho futuro o software pode ter a melhoria em realizar o cadastro de mais usuários, componentes, cômodos, o que significa que um Banco de Dados deve ser integrado ao sistema para que tenha este tipo de recurso, onde o usuário root possa de maneira a executar o cadastro, a alteração e também a exclusão, tanto de usuários, comandos, componentes e cômodos.

Com a utilização de meios de armazenamento integrado ao sistema a possibilidade de manipulação e aperfeiçoamento de recursos pelo usuário, poderá fazer do Sistema Celular *Shield* uma ferramenta poderosa, por possibilitar ao indivíduo de criar seu perfil conforme as suas necessidades, ou seja, se caso o usuário realizar algum tipo de reforma na sua residência, será possível realizar a

alteração de cômodo, ou até mesmo a exclusão e cadastro do novo componente instalado.

Por fim, para evitar que por ventura não haja disponibilidade de torre da operadora de celular, outros meios de acesso ao Sistema Celular *Shield* podem existir, para que todas as funcionalidades não fiquem inacessíveis na dependência exclusiva do sinal da operadora. Esta possibilidade simultânea de acesso torna a utilização da ferramenta mais abrangente.

## Referências

AMOUNT of SMS sent per second worldwide from 2007 to 2010, Statista – the leading statistics portal. Disponível em: <<http://www.statista.com/statistics/167048/number-of-sms-sent-per-second-worldwide-since-2007/>> Acesso em: 10/06/2012

ARDUINO, Site do Projeto Arduino. Arduino. Disponível em: <[arduino.cc/](http://arduino.cc/)> Acesso: 10/06/2012

ARDUINO GSM SHIELD. Open Electronics, Open source electronic projects. Disponível em: <<http://www.open-electronics.org/arduino-gsm-shield/>> Acesso: 10/06/2012

ARDUINO UNO, Arduino UNO Front. Arduino UNO Board. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoUnoFront.jpg>> Acesso: 10 jun. 2012.

BANZI, M. Primeiros Passos com o Arduino. 1ª Ed. Novatec, 2011.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. Fundamentos de Metodologia Científica. 7. Ed. – São Paulo: Atlas, 2010.

GIMENEZ, S. P. Microcontroladores 8051. 1ª Ed. São Paulo: Pearson, 2005.

Google, Appinventor Google. Disponível em: < <http://ai2.appinventor.mit.edu/>> Acesso em: 10/02/2014.

GSM REMOTE CONTROL – 2 IN and 2 OUT Part 2 – Schematic Open Electronics, Open source electronic projects. Publicado em: 07/01/2011. Disponível em: <<http://www.open-electronics.org/gsm-remote-control-2-in-and-2-out-part-2-schematic/>> Acesso em: 17 mar. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL. Tudo sob Controle. Revista Lumière, jun. 2004. Disponível em: <<http://www.aureside.org.br>>. Acesso em: 23/03/14.

GSMA, GSMA WORLD. 2012. Disponível em: <<http://www.gsma.org/>> Acesso em: 10 jun. 2012.

HILLEBRAND, F.; TROSBY, F.; HOLLEY, K.; HARRIS, I. Short Message Service (SMS): The Creation of Personal Global Text Messaging. 1ª Ed. Wiley, 2010.

Idoeta, Ivan Valeije, Elementos da Eletrônica Digital,

House. Sistema de Automação Residencial - Projeto House on-line. Disponível em: <<http://www.houseon-line.blogspot.com.br/>> Acesso em: 05/09/2013

iHouse. iHouse The inovative house. Disponível em: <<http://www.ihouse.com.br/ihouse.php>> Acesso em: 05/09/2013

Iluflex. Iluflex automação sem fio. Disponível em <<http://www.iluflex.com.br/>> Acesso em: 06/09/2013

Siatron. Siatron Sistema de automação residencial. Disponível em: <<http://www.siatron.com.br/index.asp>> Acesso em: 06/09/2013

PNCA. PNCA Robótica e Eletrônica. Disponível em <[http://www.pnca.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=67:pw m&catid=42:saiba-mais&Itemid=150](http://www.pnca.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=67:pw m&catid=42:saiba-mais&Itemid=150)> Acesso em: 17/02/14

## Apêndice A – Função recebeSMS()

Neste anexo é apresentado a função recebeSMS(), que na programação desenvolvida no Arduino tem como objetivo, realizar determinada ação para cada mensagem recebida que foi enviada por meio do software utilizado pelo usuário pelo o celular pessoal. Na figura A.1 é mostrada como a função recebeSMS() está disposta em linha de códigos.

```

1 void recebeSMS() {
2
3     if (celular.ReceiveSMS()) {
4         SMS = celular.Message();
5
6         // Inicializa Sistema e avisa usuario
7         sistemaCarregado();
8
9         // Todas as funções das lâmpadas para cada local da casa
10        lampSala();
11        lampCoz();
12        lampGarag();
13        lampJardim();
14
15        // Todos as funções dos sensores para cada local da casa
16        sensorSala();
17        sensorCoz();
18        sensorJardim();
19
20        // Todas as funções dos Cenários
21
22        ligaTodasLamp();
23        desligaTodasLamp();
24
25        ligaTodosSensores();
26        desligaTodosSensores();
27
28        sairCasa();
29        chegarCasa();
30
31    }

```

Figura A.1 – Função recebeSMS() do Sistema Celular *Shield*.

A Função recebeSMS() é a mais utilizada dentro do Sistema Celular *Shield*, pois a partir dela é possível realizar todas as ações desejadas pelo usuário, ou seja, é o coração do sistema que tem por obrigação, realizar o que foi solicitado pelo indivíduo.

Primeiramente é verificado se o sistema recebeu alguma mensagem SMS, se caso tiver chego, é “chamada” outras funções específicas para determinada tarefa que o usuário venha solicitar, ou seja, realiza somente o que foi especificado no

comando pela mensagem SMS. Para cada tipo de equipamento, o sistema permite de maneira individual ao usuário, que possa ligar ou desligar um determinado componente de maneira isolada, pois no Sistema Celular *Shield* há as lâmpadas e sensores de cada cômodo, e tais funções são:

- `sistemaCarregado()`: é a função responsável por avisar ao usuário que o Sistema Celular *Shield* foi carregado com sucesso e está no aguardo de solicitações de comandos;
- `lampSala()`: esta função realiza os comandos relacionados à todas as lâmpadas que venham estar instaladas na sala da residência, de maneira individual, pode ser ligada ou desligada;
- `lampCoz()`: esta função realiza os comandos relacionados à todas as lâmpadas que venham estar instaladas na sala da residência, de maneira individual, pode ser ligada ou desligada;
- `lampGarag()`: esta função realiza os comandos relacionados à todas as lâmpadas que venham estar instaladas na garagem da residência, de maneira individual, pode ser ligada ou desligada;
- `lampJardim()`: esta função realiza os comandos relacionados à todas as lâmpadas que venham estar instaladas no jardim da residência, de maneira individual, pode ser ligada ou desligada;

Os sensores que também estão instalados na residência, também podem ser acionados de maneira individual, o que permite ao usuário praticidade ao escolher o local que o sensor está na casa, e possui as seguintes funções:

- `sensorSala()`: é responsável por realizar o acionamento de ligar ou desligar o sensor que estiver instalados na sala;
- `sensorCoz()`: é responsável por realizar o acionamento de ligar ou desligar o sensor que estiver instalados na cozinha;
- `sensorJardim()`: [e responsável por realizar o acionamento de ligar ou desligar o sensor que estiver instalados no jardim.

Ainda na Função principal `recebeSMS()` também estão as “sub-funções” que representam os cenários pré programados, ou seja, é uma sequência de acionamentos automáticos, o que inclui uma sequência de equipamentos que são executados, e entre estas funcionalidades estão as funções:

- `ligaTodasLamp()`: realiza o acionamento automático, de ligar todas as lâmpadas da residência em apenas um clique do botão no software;
- `desligaTodasLamp()`: ao contrário da função `ligaTodasLamp()`, esta é responsável por desligar todas as lâmpadas da residência em apenas um clique do botão no software;
- `ligaTodosSensores()`: realiza o acionamento automático, de ligar todos os sensores que estão instalados na residência com apenas um clique do botão no software;
- `desligaTodosSensores()`: desliga todos os sensores instalados na residência, apenas com um clique do botão no software;

Por fim há mais duas “sub-funções” que podem se tornar as mais utilizadas pelo usuário, que são:

- `sairCasa()`: executa uma sequência de comandos para quando o usuário for sair da sua residência;
- `chegarCasa()`: executa uma sequência de comandos para quando o usuário for chegar na sua residência;

## Apêndice B – Função chegarCasa()

Neste anexo é abordado de maneira mais aprofundada uma das “sub-funções” que a função recebeSMS() possui, que é a chegarCasa(), que é mostrada na Figura B.1.

```

1 void chegarCasa() {
2
3     delay(10000);
4     celular.Rcpt(root1);
5     celular.Message("Sistema Celular Shield - Resposta Automatica: OK,
6     os equipamentos serao preparados para a sua chegada!");
7     celular.SendSMS();
8     delay(10000);
9
10    digitalWrite(portaoL, HIGH);
11    delay(5000);
12    digitalWrite(lampPG, HIGH);
13    delay(10000);
14    digitalWrite(portaoD, HIGH);
15    digitalWrite(portaoL, LOW);
16    digitalWrite(sensorJ, LOW);
17    digitalWrite(sensorPC, LOW);
18    digitalWrite(sensorPS, LOW);
19    delay(10000);
20    digitalWrite(portaoD, LOW);
21    delay(5000);
22    digitalWrite(lampPG, LOW);
23
24    delay(10000);
25    celular.Rcpt(root1);
26    celular.Message("Sistema Celular Shield - Resposta Automatica:
27    Bem-Vindo Kelvin Horiuchi!");
28    celular.SendSMS();
29    delay(10000);
30
31 }

```

Figura B.1: Função chegarCasa() do Sistema Celular *Shield*.

Primeiramente o sistema aguarda dez mil milissegundos após o sistema ter recebido o comando para executar o cenário Chegar em Casa, com isso o sistema com o número do usuário programado em sua linha de código, envia uma mensagem automática ao indivíduo, que a opção solicitada, se iniciou na sua residência, e aguarda mais dez mil milissegundos.

Após o término do tempo obrigatório de aguardo do Sistema Celular *Shield* ao ter enviado a mensagem automática, inicia o processo de acionamentos dos componentes instalados na residência referente à função chegarCasa(), que é:

- Acionar a abertura do portão;
- Aguarda cinco mil milissegundos;
- Liga a lâmpada principal da garagem;
- Aguarda dez mil milissegundos;
- Aciona o fechamento do portão, após o carro ter passado pelo sensor de presença;
- Desliga os sensores de movimento do jardim, o da porta principal da sala e da cozinha;
- Destrava a fechadura da porta da sala;
- Aguarda dez mil milissegundos para desligar o motor do portão e também para apagar a luz principal da garagem;

No término o sistema, de maneira automática, já envia uma mensagem SMS ao usuário, com a confirmação de que foi realizada a tarefa desejada, e que esteja Bem-Vindo na sua residência.

## Apêndice C – Função lampSala()

O usuário ao utilizar o Sistema Celular *Shield*, também possui, o acesso à todos os componentes da casa de forma individual, ou seja, o sistema permite que uma lâmpada, um sensor, ou ainda uma trava de alguma das portas, possa ser ligada ou desligada de maneira individual. Conforme é mostrado na Figura C.1 o processo de acionar ou desligar uma lâmpada que está instalada na sala da residência do indivíduo.

```

1 void lampSala(){
2     String lampSalaPL = "L L P S"; // "Liga Lampada Sala Principal"
3     String lampSalaPD = "D L P S"; // "Desliga Lampada Sala Principal"
4
5     if (SMS == lampSalaPL){
6         celular.Rcpt(root1);
7         celular.Message("Sistema Celular Shield - Resposta Automatica:
8             OK, a lâmpada principal da sala será acesa!");
9
10        celular.SendSMS();
11        delay(10000);
12
13        digitalWrite(lampPS, HIGH);
14
15        delay(10000);
16        celular.Rcpt(root1);
17        celular.Message("Sistema Celular Shield - Resposta Automatica:
18            A lâmpada principal da sala está acesa!");
19        celular.SendSMS();
20        delay(10000);
21    }
22    else if (SMS == lampSalaPD){
23        digitalWrite(lampPS, LOW);
24    }
25
26 }

```

Figura C.1: Função lampSala() do Sistema Celular *Shield*.

A função lampSala() é responsável por permitir ao usuário que as lâmpadas instaladas na sala da sua residência, possam ser ligadas ou desligadas por meio do software do Sistema Celular *Shield*. E esta função possui como características:

- É determinada duas variáveis do tipo String com valores implementados a elas, ou seja, conforme desenvolvido, definiu-se a variável lampSalaPL para que tenha como mensagem “L L P S” (Liga Lâmpada Principal Sala), e a segunda variável como lampSalaPD, que

tem como conteúdo o valor “D L P S” (Desliga Lâmpada Principal Sala);

- A função ao receber uma mensagem SMS, compara o conteúdo da mesma, e caso coincida com o que já foi pré-definido anteriormente nas variáveis locais da função para ligar ou desligar as lâmpadas da sala, realiza o que foi solicitado pelo usuário;
- Para cada opção solicitada no software, o botão que foi clicado possui a mensagem específica para tal comando, o que facilita no momento da escolha, ou seja, pelo fato do usuário não ter que escrever a mensagem para tal comando;
- Após a verificação da mensagem SMS recebida, o Sistema Celular *Shield* retorna um SMS automático ao usuário, com a finalidade de informar que a execução vai ser realizada;
- O sistema por obrigação aguardar um tempo de dez mil milissegundos para a mensagem ser retransmitida para a operadora;
- Executa o acionamento da lâmpada, ou como também pode ser o desligamento do componente;
- E no término da realização da opção desejada, o Sistema Celular *Shield* retorna ao usuário uma mensagem SMS, que informa a execução do que foi solicitado.

## Apêndice D – Blocos Tela Sala Lâmpadas e Tela Cenários

Neste anexo é abordado a maneira como é realizada a transmissão das mensagens SMS pelo software desenvolvido para a plataforma Android, com a utilização da Ferramenta AppInventor (Google,2014). A ferramenta utilizada com linguagem de programação Java, que disposta por meio de blocos, permite que seja desenvolvida de maneira rápida e prática todo o desenvolvimento da aplicação.

Na Figura D.1 é mostrado os blocos responsáveis por enviar a mensagem SMS ao número do chip colocado na Placa Celular *Shield*, com o conteúdo específico da mensagem, perante ao que foi estabelecido nas linhas de códigos do Arduino.

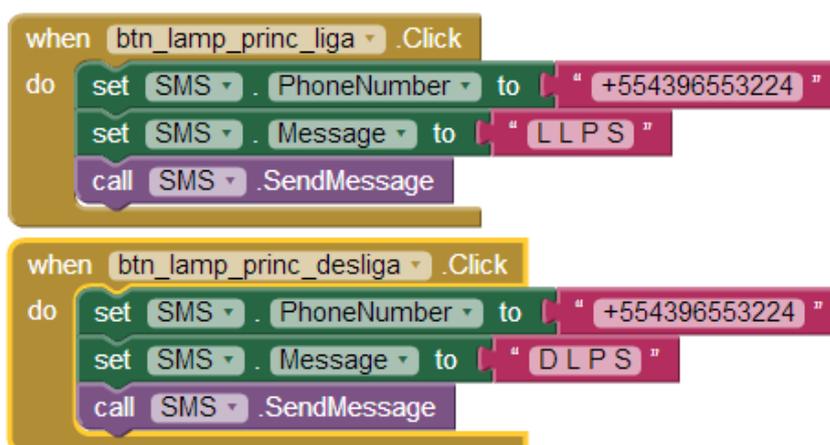


Figura D.1: Blocos Tela Sala – Lâmpadas do Sistema Celular *Shield*.

Os dois blocos apresentados na Figura D.1, representam dois botões da interface do software do Sistema Celular *Shield*, ou seja, um botão é para enviar comandos para desligar uma lâmpada da sala, e o outro para ligar a lâmpada da sala.

O primeiro bloco “btn\_lamp\_pinc\_liga”, é responsável por enviar para o número do chip da Placa Celular *Shield*, a mensagem “L L P S” (Liga Lâmpada Principal Sala), e ao ser clicado este botão, envia automaticamente a mensagem específica, que ao ser recebida pelo Sistema Celular *Shield*, interpreta tal conteúdo e transmite ao Arduino para que execute o que foi solicitado.

Já o segundo bloco “btn\_lamp\_princ\_desliga”, é responsável por enviar para o número do chip da Placa Celular *Shield* a mensagem “D L P S” (Desliga Lâmapada

Principal Sala), e ao ser clicado este botão envia automaticamente o conteúdo específico, para que seja desligado a lâmpada desejada.

Na Figura D.2, segue o mesmo conceito explicado na Figura D.1, porém as opções são da Tela Cenários, onde são executadas as combinações de sequencias de equipamentos específicos conforme o desejo do usuário, que pode selecionar a opção Chegar em casa, Sair de casa, Ligar Todos Sensores, Desligar Todos Sensores, Ligar Todas Lâmpadas e Desligar Todas Lâmpadas.

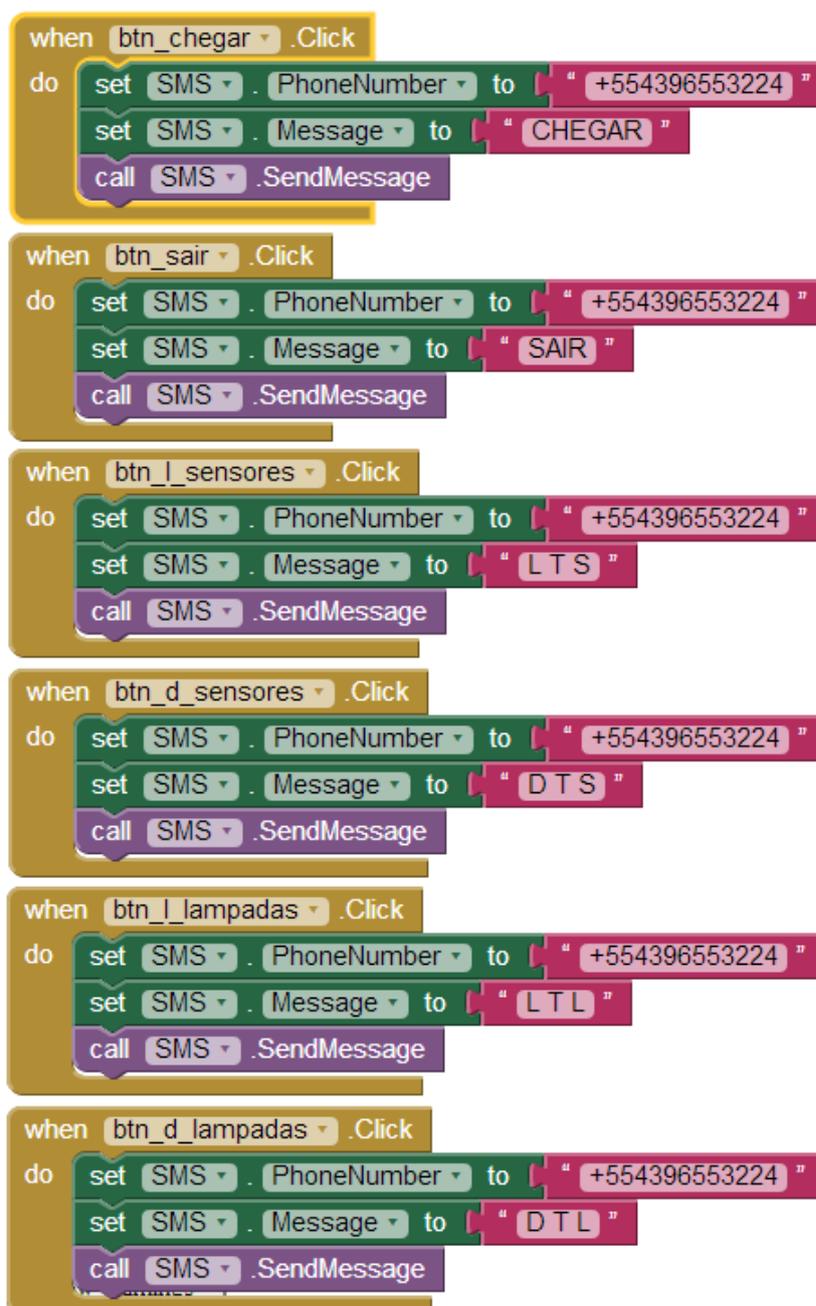


Figura D.2: Blocos Tela Cenário do Sistema Celular *Shield*.