

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DAS TECNOLOGIAS
CURSO DE BACHARELADO EM TECNOLOGIAS DIGITAIS**

JASON SCALCO PILOTI

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: ACESSIBILIDADE NO CONTROLE
DOMÉSTICO**

CAXIAS DO SUL

2014

JASON SCALCO PILOTI

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: ACESSIBILIDADE NO CONTROLE
DOMÉSTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção do Grau de Bacharel em
Tecnologias Digitais da Universidade de
Caxias do Sul.

Orientador Prof. Me. André Zampieri
Coorientador Prof. Dr. Andréa Poletto
Sonza

CAXIAS DO SUL

2014

JASON SCALCO PILOTI

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: ACESSIBILIDADE NO CONTROLE
DOMÉSTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção do Grau de Bacharel em
Tecnologias Digitais da Universidade de
Caxias do Sul.

Apresentado(a) em 02/12/2014

Banca Examinadora

Prof. Me. André Zampieri

Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. André Gustavo Adami

Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Elisa Boff

Universidade de Caxias do Sul – UCS

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a minha família, pela educação que recebi e pela oportunidade de ingressar a uma universidade. Pai, mãe: - Sou grato por tudo que fizeram.

A minha namorada, pela paciência e atenção nesse período nebuloso. Amor, te amo muito.

Aos Professores, André Zampieri e Andréa Poletto pela dedicação em suas orientações prestadas na elaboração deste trabalho.

A os meus amigos que de alguma forma me ajudaram nesta jornada.

A todos vocês, minha sincera gratidão.

“ Se para a maioria das pessoas a tecnologia torna a vida mais fácil, para as pessoas com deficiência a tecnologia torna as coisas possíveis. ”

Mary Pat Radabaugh

RESUMO

A necessidade de propiciar a pessoas com deficiência maior autonomia em suas tarefas domiciliares tem auxiliado o crescimento do mercado de sistemas para Automação Residencial; todavia, mantêm um custo elevado. Assim este trabalho busca desenvolver um sistema de Automação Residencial de baixo custo, sem déficit de funcionalidades, que busque oferecer a pessoas com limitações físico-motoras, especialmente tetraplégicos e paraplégicos, maior controle de sua residência e, conseqüentemente, maior autonomia e independência a esses sujeitos.

Palavras-chave: Automação Residencial. Deficientes Físicos. Baixo Custo.

ABSTRACT

The need to provide greater autonomy in household chores for people with disabilities has boosted Home Automation market. However, the cost remains high. Thus, this work proposes the development of a Home Automation system at low cost, without loss of functionality, aiming to provide people with physical disabilities, especially quadriplegics and paraplegics, greater control of their residences and consequently greater autonomy and independence.

Keywords: Home automation. People with physical disabilities. Low cost.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico percentual da população com deficiência, segundo o tipo de deficiência investigada - Brasil 2010	14
Figura 2: Produtos Universais	19
Figura 3: Níveis de lesão na medula espinhal de um indivíduo com Paraplegia.....	21
Figura 4: Níveis de lesão na coluna cervical de um indivíduo com Tetraplegia	21
Figura 5: Exemplos de sistemas automatizados inclusivos.....	23
Figura 6: Esquema representativo do sistema de automação residencial inclusivo proposto	36
Figura 7: Diagrama de blocos do funcionamento do sistema de automação residencial inclusivo proposto.....	37
Figura 8: Listagem de ambientes cadastrados no aplicativo proposto	38
Figura 9: Listagem de aparelhos cadastrados em um ambiente no aplicativo proposto	39
Figura 10: Controle de janelas/cortinas e persianas no aplicativo proposto.....	39
Figura 11: Controle luzes no aplicativo proposto.....	40
Figura 12: Controle de eletrônicos dotados de IR no aplicativo proposto	41
Figura 13: Fluxo de navegação do aplicativo proposto	42
Figura 14: Diagrama de Casos de Uso	46
Figura 15: Diagrama de Classe: Pacotes	55
Figura 16: Diagrama de Classe: <i>MainActivity</i>	56
Figura 17: Diagrama de Classe: Pacote <i>Beens</i>	57
Figura 18: Diagrama de Classe: Pacote <i>DB</i>	58
Figura 19: Diagrama de Classe: Pacote <i>Services</i>	59
Figura 20: Diagrama de Classe: Pacote <i>Adapters</i>	60
Figura 21: Diagrama de Classe: Pacote <i>Fragments</i>	61
Figura 22: Diagrama Entidade Relacionamento.....	62
Figura 23: Fluxograma de recursos do aplicativo	63
Figura 24: Protocolo de comunicação utilizado entre <i>software</i> e <i>hardware</i>	64
Figura 25: Esboço de implementação do <i>hardware</i>	67
Figura 26: Protótipo de montagem dos módulos.....	67
Figura 27: Esquema elétrico: Central de Automação.	69

Figura 28: Esquema elétrico: Módulo Relé.....	72
Figura 29: Esquema elétrico: Módulo Servo Motor.	75
Figura 30: Esquema elétrico: Módulo Infravermelho.	78
Figura 31: Instalação do Módulo Relé.....	80
Figura 32:Usuário realizando testes no ambiente.	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Respostas comum dos indivíduos questionados sobre seu perfil	23
Tabela 2: Respostas comum dos indivíduos questionados sobre as funcionalidades oferecidas.....	24
Tabela 3: Respostas comum dos indivíduos questionados sobre as interfaces de controle oferecidas	25
Tabela 4: Classificação de residências quanto ao nível de controle	27
Tabela 5: Comparação de funcionalidades oferecidas por empresas de Automação Residencial associadas a AURESIDE.....	32
Tabela 6: Comparação das tecnologias sem fio.....	33
Tabela 7: Requisitos funcionais do sistema	44
Tabela 8: Requisitos não funcionais do sistema	45
Tabela 9: Fluxo Principal - Configurar Aplicativo.....	47
Tabela 10: Fluxo Alternativo - Configurar Aplicativo.....	47
Tabela 11: Exceções - Configurar Aplicativo.....	48
Tabela 12: Regras de Negócio - Configurar Aplicativo.....	48
Tabela 13: Fluxo Principal - Gerenciar Ambientes	49
Tabela 14: Fluxo Alternativo - Gerenciar Ambientes	49
Tabela 15: Exceções - Gerenciar Ambientes	50
Tabela 16: Regras de Negócio - Gerenciar Ambientes	50
Tabela 17: Fluxo Principal - Gerenciar Dispositivos	51
Tabela 18: Fluxo Alternativo - Gerenciar Dispositivos.....	52
Tabela 19: Exceções - Gerenciar Dispositivos.....	53
Tabela 20: Regras de Negócio - Gerenciar Dispositivos.....	54
Tabela 21: Comandos reconhecidos pelo sistema embarcado.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Ampere
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADT	Android Development Tools
AURESIDE	Associação Brasileira de Automação Residencial
CRUD	Acrônimo de Create, Read, Update e Delete em língua Inglesa
DB	Acrônimo de Data Base em língua Inglesa
DER	Diagrama Entidade Relacionamento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Acrônimo de Development Environment em língua Inglesa
IR	Acrônimo de Infra Red em língua Inglesa
NBR	Norma Brasileira
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
TA	Tecnologia Assistiva
USB	Acrônimo de Universal Serial Bus em língua Inglesa
UML	Acrônimo de Unified Modeling Language em língua Inglesa
V	Volts
X10	Protocolo de comunicação

SUMÁRIO

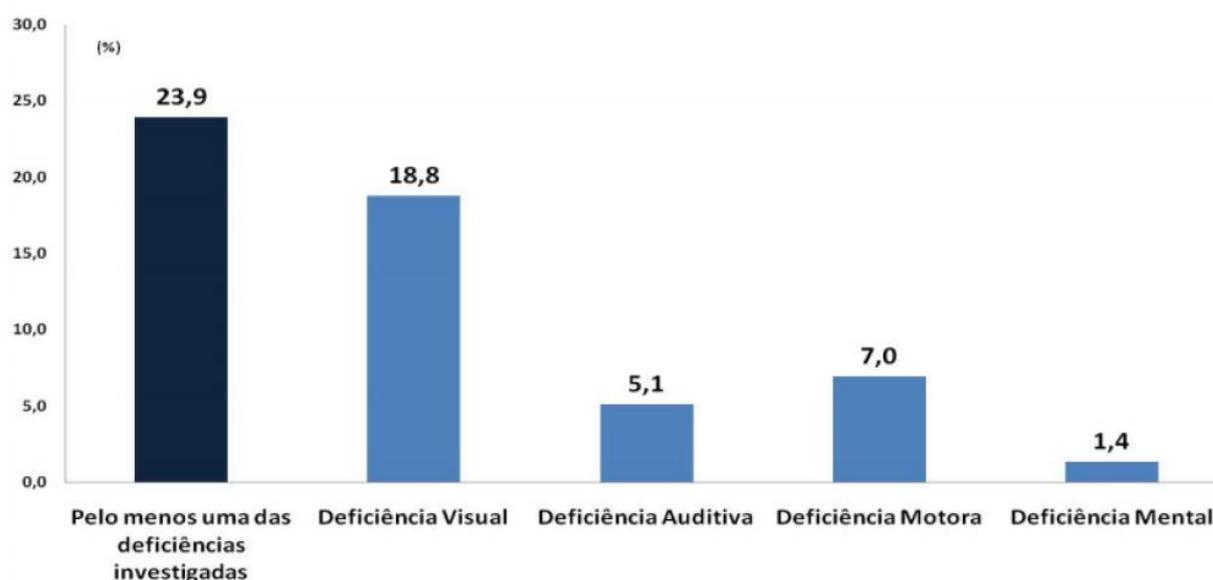
1	INTRODUÇÃO	14
2	ACESSIBILIDADE E INCLUSÃO	18
2.1	DEFICIÊNCIA FÍSICO-MOTORA.....	19
2.2	DEFICIENTE FÍSICO E SEU DOMICÍLIO.....	22
3	AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	27
3.1	AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E A INCLUSÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA	29
3.1.1	Iniciativas Acadêmicas	30
3.1.2	Iniciativas Corporativas	31
3.2	PESQUISA DE MERCADO.....	31
4	PROJETO JARVIS	35
4.1	CENÁRIO.....	38
4.2	INTERFACE COM O USUÁRIO	41
4.3	<i>SOFTWARE</i> E MODELAGEM	42
4.3.1	Requisitos Funcionais	43
4.3.2	Casos De Uso	46
4.3.2.1	Configurar Aplicativo	47
4.3.2.2	Gerenciar Ambientes.....	49
4.3.2.3	Gerenciar Dispositivos	51
4.3.3	Diagramas de Classe	55
4.3.3.1	<i>MainActivity</i>	56
4.3.3.2	Pacote <i>Beans</i>	57
4.3.3.3	Pacote DB (<i>Data Base</i>)	58
4.3.3.4	Pacote <i>Services</i>	58
4.3.3.5	Pacote <i>Adapters</i>	60
4.3.3.6	Pacote <i>Fragments</i>	60
4.3.4	Diagrama ER	62

4.3.5	Implementação	63
4.4	COMUNICAÇÃO	64
4.5	<i>HARDWARE</i> E TECNOLOGIA	66
4.5.1	Implementação	66
4.5.1.1	Central de Automação.....	68
4.5.1.1.1	<i>Componentes eletrônicos</i>	68
4.5.1.1.2	<i>Código Fonte</i>	69
4.5.1.2	Relé Module (Módulo Relé).....	70
4.5.1.2.1	<i>Componentes eletrônicos</i>	71
4.5.1.2.2	<i>Código Fonte</i>	72
4.5.1.3	Servo Module (Módulo Servo Motor).....	74
4.5.1.3.1	<i>Componentes eletrônicos</i>	75
4.5.1.3.2	<i>Código Fonte</i>	75
4.5.1.4	AV Module (Módulo Infravermelho).....	77
4.5.1.4.1	<i>Componentes eletrônicos</i>	77
4.5.1.4.2	<i>Código Fonte</i>	78
5	TESTES E RESULTADOS	80
6	CONCLUSÕES	83
6.1	Trabalhos futuros	83
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
	APÊNDICE A - PESQUISA SEMI-ESTRUTURADA	90
	APÊNDICE B - TABELA DE COMPONENTES UTILIZADOS NA CENTRAL DE AUTOMAÇÃO	92
	APÊNDICE C - TABELA DE COMPONENTES UTILIZADOS NO MÓDULO RELE .	93
	APÊNDICE D - TABELA DE COMPONENTES UTILIZADOS NO MÓDULO SERVO MOTOR	94
	APÊNDICE E - TABELA DE COMPONENTES UTILIZADOS NO MÓDULO INFRAVERMELHO	95
	ANEXO A - Critérios de validação de TA como perspectivas da PD&I.....	96

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), dos 190,7 milhões de brasileiros, 23,9% declaram ter alguma deficiência, totalizando 45,6 milhões de pessoas. Sendo que destas, 13,2 milhões (7%) declaram ter mobilidade reduzida, o que faz com que essa seja a segunda deficiência mais relatada pela população. O gráfico apresentado na Figura 1, mostra a distribuição percentual das principais deficiências identificadas no censo de 2010.

Figura 1: Gráfico percentual da população com deficiência, segundo o tipo de deficiência investigada - Brasil 2010



Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010

De acordo com o Decreto 5.296/04 (BRASIL, 2004, p.2), as pessoas que possuem limitações motoras são enquadradas na legislação como pessoas com deficiência física ou com mobilidade reduzida:

Deficiência física: alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidade congênita ou adquirida,

exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho de funções.

Pessoa com mobilidade reduzida: aquela que, não se enquadrando no conceito de pessoa portadora de deficiência, tenha, por qualquer motivo, dificuldade de movimentar-se, permanente ou temporariamente, gerando redução efetiva da mobilidade, flexibilidade, coordenação motora e percepção.

Os dados do último censo brasileiro (IBGE, 2010), também apontam que aproximadamente 143 milhões de brasileiros possuem residências próprias, sendo 120 milhões residindo na área urbana e 23 milhões na zona rural. Destas residências, o predomínio de domicílios do tipo casa tem percentual de 86,9% e apartamento 10,7%, com uma média de 3,3 moradores por domicílio.

A ausência de adaptações apropriadas, em residências, prejudica a acessibilidade e o desempenho de pessoas com deficiências. Estas pessoas, em seu cotidiano, deparam-se com diversas dificuldades de locomoção e acesso, o que limita ou mesmo inviabiliza sua independência e autonomia. Assim, é necessário que estas pessoas utilizem materiais, equipamentos adaptados, adequação do mobiliário e estrutura arquitetônica, ou seja, recursos que lhes propiciem condições seguras de mobilidade e conforto. O termo Tecnologia Assistiva é utilizado para identificar todo este arsenal de recursos e serviços que contribuem para propiciar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e conseqüentemente promover vida independente e inclusão (SARTORETO e BERSCH, 2014).

Os avanços tecnológicos e a evidente demanda por segurança e comodidade têm feito com que o mercado de automação residencial cresça consideravelmente. De acordo com uma pesquisa realizada pela AURESIDE (Associação Brasileira de Automação Residencial), o número de projetos de automação residencial cresceu 35% no período de 2007 a 2009 (AURESIDE, 2011a).

Considerando este cenário e o número expressivo de brasileiros que apresentam alguma deficiência, que habitam residências urbanas e que podem se valer de produtos assistivos para melhorar a sua qualidade de vida, conclui-se que a utilização de recursos de automação residencial pode tornar a vida destes indivíduos mais fácil. Assim, este trabalho busca responder o seguinte questionamento: Pode ser aplicada uma tecnologia de baixo custo que propicie condições seguras de

mobilidade e conforto as residências de pessoas com deficiências físico-motoras, especialmente paraplégicos e tetraplégicos?

Buscando responder a esse questionamento, foi realizada uma pesquisa no mercado de automação residencial brasileiro. Este oferece sistemas que permitem centralizar todo o controle do domicílio em dispositivos como tablets, smartphones, computadores e controles-remoto. Os dispositivos, operados por meio de comandos de voz, gestos e toques, oferecem mobilidade a quem os utilizam. Porém, em se tratando de automação inclusiva, há poucas empresas no Brasil que atuam nesse segmento. A AURESIDE congrega mais de quarenta empresas que atuam no segmento de automação residencial; porém, dentre estas, apenas quatro oferecem soluções – a um custo elevado – a pessoas com deficiência física.

Segundo dados levantados com estas empresas, para automatizar uma residência devem ser investidos valores entre R\$2.000,00 (dois mil reais) e R\$ 50.000,00 (cinquenta mil reais). Esses valores englobam desde simples sistemas de acionamento de luzes até sistemas mais complexos, como, por exemplo, agendamento de tarefas e controles de som e vídeo. Pelo fato de poucas empresas atuarem nesse segmento (tecnologia dominada por poucas empresas) e de esses produtos terem altas taxas de importação agregadas, o custo final desses produtos acaba sendo elevado e inviável à maioria da população que deles necessita.

Assim, esse trabalho propõe uma solução de Domótica¹ com base em plataformas abertas a deficientes físicos, que se equipara, em termos de funcionalidades, às soluções comercializadas pelas empresas que atuam nesse segmento.

O presente trabalho é segmentado da seguinte forma:

- O Capítulo 2 justifica a necessidade do trabalho, apresentando conceitos de Acessibilidade, Inclusão e Deficiência Físico-motora, bem como limitações e especificidades que pessoas com este tipo de deficiência enfrentam nas suas rotinas diárias. Os dados foram analisados e tabulados a fim de identificar e fundamentar as motivações inerentes ao desenvolvimento desse trabalho.
- O Capítulo 3 apresenta a área de aplicação do presente trabalho, fundamentando conceitos como: Automação Residencial, Automação

¹ Domótica é a junção da palavra latina Domus (casa) e do termo Robótica (ANGEL, 1993).

Inclusiva, além das normas que regem essas últimas, bem como dados do mercado atual, atinentes à Automação Residencial Inclusiva.

- O Capítulo 4 segmenta a solução proposta para o problema de pesquisa abordado, como tecnologias empregadas para o desenvolvimento da solução relacionada a trabalhos acadêmicos publicados, requisitos de *hardware*, assim como suas características e valores de mercado, planejamento e desenvolvimento do *software* e *hardware* proposto, bem como o descritivo da plataforma na qual é desenvolvido, modelagem do sistema e prototipagem de telas.
- O Capítulo 5 descreve a instalação do projeto no ambiente criado para os testes da presente solução, bem como resultados obtidos, como limitações e melhorias.
- O Capítulo 6 apresenta as considerações finais da pesquisa, como forma de sugerir futuras implementações com base neste projeto.

2 ACESSIBILIDADE E INCLUSÃO

O conceito de acessibilidade é dado por marcos históricos. Segundo SONZA et al. (2013), a postura da sociedade com relação às pessoas com deficiência vem se alterando de acordo com a cultura, crenças, fatores econômicos, políticos e sociais no decorrer dos tempos.

Povos, como os hebreus, acreditavam que a deficiência era um castigo dado por suas santidades, fazendo desses indivíduos pessoas amaldiçoadas. Já os hindus, acreditavam que estes indivíduos possuíam sensibilidade aguçada e os estimulavam a desempenharem funções religiosas (SONZA et al, 2013).

A Idade Moderna tem seu marco com as Revoluções Francesa e Industrial. A partir destas iniciaram-se esforços para que as pessoas com deficiência pudessem adentrar no mercado de trabalho, resultando no surgimento de diversos inventos, como a cadeira de rodas, bengalas, muletas, próteses, etc (SONZA et al, 2013).

A partir da década de sessenta surge, no Brasil, centros de reabilitação, com objetivo de integração. Estes centros tinham como pressuposto modificar a pessoa com deficiência e ajustá-la para que pudesse ser introduzida na sociedade (ARANHA, 2005).

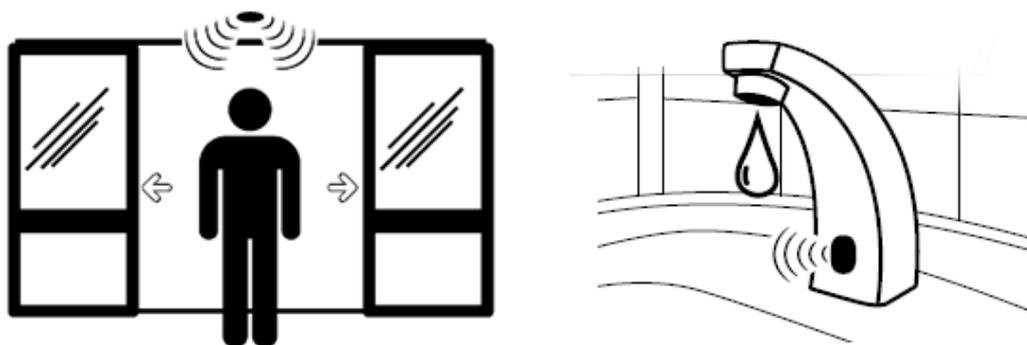
Nas décadas de oitenta e noventa iniciou-se o processo de aceitação, havendo modificações na sociedade buscando tornar espaços, produtos e processos disponíveis e acessíveis a todos, desencadeando recomendações e preceitos como os do Desenho Universal (ARANHA, 2005).

O objetivo do Desenho Universal é apresentar uma forma de se gerar ambientes, produtos e tecnologias que ofereçam autonomia ao maior número de pessoas, sem que haja a necessidade de adaptação ou readaptação (CAMBIAGHI, 2007). Ou seja, o mesmo ambiente projetado para pessoas comuns (que não possuem deficiência) pode ser utilizado pelas que possuem, sem a necessidade de adaptação ou de um desenho especializado.

Como exemplos comuns do uso do desenho universal pode-se destacar: utilização de maçanetas do tipo alavanca em portas, que são acionadas por mãos e cotovelos, no caso do indivíduo não possuir destreza com as mãos; mobiliários sem quinas evitam que um deficiente visual, por exemplo, se machuque em caso de

colisão. Outro exemplo de aplicação do desenho universal é apresentado na Figura 2, na qual portas e torneiras com sensores executam suas funções sem que haja contato ou força física (CARLETTO e CAMBIAGHI, 2008).

Figura 2: Produtos Universais



Fonte: Cartilha Desenho Universal - Um conceito para todos, 2008

Atualmente o Brasil dispõe de diversas normas no que se diz respeito à acessibilidade, sendo uma delas a NBR 9050 (ABNT, 2004), que define Acessibilidade como "possibilidade e a condição de utilizar, com segurança e autonomia, os edifícios, o espaço, o mobiliário e os equipamentos urbanos", além da Lei 10.098 (BRASIL, 2000), que estabelece as normas gerais e critérios básicos para promoção da acessibilidade às pessoas com deficiência. O respeito a critérios como esses, possibilitam, a pessoas com deficiência físico-motoras, uma nova perspectiva de vida.

Com isso, apresentar formas que tornem soluções possíveis, e quando isto não se dê por completo, oferecer alternativas que busquem minimizar ao máximo as barreiras enfrentadas por estes indivíduos, faz com que o termo acessibilidade continue sendo foco de iniciativas ao longo dos anos.

2.1 DEFICIÊNCIA FÍSICO-MOTORA

Definida através do Artigo 4º do Decreto 5.296 (BRASIL, 2004), SONZA et al (2013) refere que não se pode pensar em deficiência física como apenas limitações

nos movimentos de membros, mas também casos de amputações necessárias por algum motivo especial.

(MACIEL 1998, p.100) defende que:

A deficiência física implica na falha das funções motoras. Na maioria das vezes, a inteligência fica preservada, com exceção dos casos em que células da área de inteligência são atingidas no cérebro.

Assim, a parte cognitiva do cérebro funciona normalmente, deixando a pessoa com deficiência física com plenas condições de aprendizagens e socialização, limitando-a apenas aos movimentos do corpo.

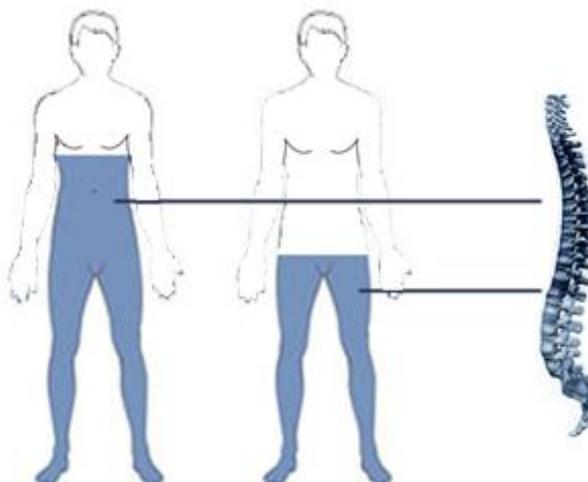
MACIEL (1998) segmenta as principais causas da deficiência físico-motora por:

- Pré-natais: problemas ocorridos durante a gestação, devidos à remédios ingeridos pela mãe, tentativas de aborto malsucedidas, perdas de sangue durante a gestação, crises maternas de hipertensão, problemas genéticos e outras;
- Peri-natais: problemas ocorridos durante o nascimento, como, ausência de oxigênio no cérebro, prematuridade, cordão umbilical enrolado no pescoço e outras;
- Pós-natais: problemas ocorridos após o nascimento, devidos à parada cardíaca, infecção hospitalar, incompatibilidade com sangue da mãe, meningite ou outra doença infectocontagiosa;
- Adulto: geralmente ocasionados por lesões medular, aneurisma ou acidente vascular cerebral, dentre outros problemas.

De acordo com a localização e distribuição dos músculos enfraquecidos, é possível classificar os principais tipos de paralisia por: Paraplegia e Tetraplegia (ALLAN e MARTIN, 2009).

A Paraplegia pode ser definida pelo enfraquecimento ou paralisia de ambas as pernas, ou seja, lesões medulares provocadas na coluna cervical apresentando perda dos movimentos abaixo da lesão e alterações sobre outros órgãos e sistemas, como apresentado na Figura 3.

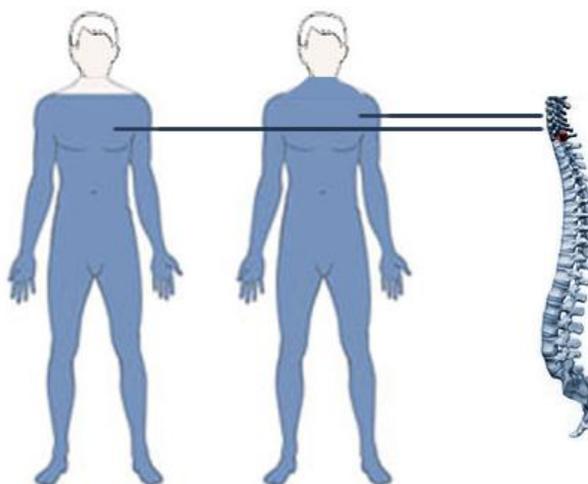
Figura 3: Níveis de lesão na medula espinhal de um indivíduo com Paraplegia



Fonte: O Autor (2014)

A Tetraplegia pode ser definida pelo enfraquecimento ou paralisia dos quatro membros (pernas e braços), ou seja, lesões medulares provocadas na coluna cervical apresentando perda dos movimentos abaixo da lesão e alterações sobre outros órgãos e sistemas, como apresentado na Figura 4.

Figura 4: Níveis de lesão na coluna cervical de um indivíduo com Tetraplegia



Fonte: O autor (2014)

2.2 DEFICIENTE FÍSICO E SEU DOMICÍLIO

Vários estudos abordam a acessibilidade em diferentes ambientes com relação a pessoas com deficiência física. RIBEIRO (2007) descreve problemas abordados em ambientes de lazer populares na cidade de Salvador, como: teatros, cinemas, parques e praias. SONZA et al. (2013) apresenta orientações acerca da acessibilidade física nos espaços públicos de ensino.

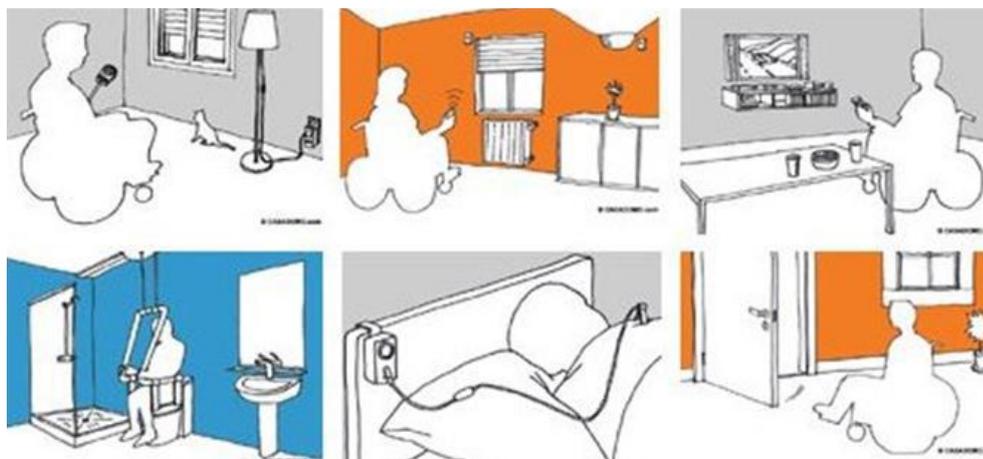
No entanto, estudos que abordem a acessibilidade domiciliar são restritos, conforme destacado por SOUZA e PERES (2007):

Inúmeros estudos têm discutido sobre a acessibilidade em ambientes urbanos, porém, sobre a acessibilidade domiciliar não foram encontrados estudos na literatura em particular de deficientes físicos que utilizam cadeira de rodas.

Neste contexto, é importante salientar as barreiras arquitetônicas encontradas por um deficiente físico em seu domicílio, as quais dificultam ou impedem a acessibilidade deste. Definida pela normativa NBR 9050 (ABNT, 2004), barreira arquitetônica é qualquer elemento natural, instalado ou edificado que impeça a aproximação, a transferência ou a circulação no espaço, seja mobiliário ou equipamento urbano.

A Automação Inclusiva, tem como foco a acessibilidade, segurança, saúde e bem-estar das pessoas a qual residem neste ambiente (GUEDES et al, 2012). Segundo ROCKENBACH (2005), a Automação Inclusiva possibilita o acionamento remoto ou automático de sistemas automatizados, proporcionando conveniência ao indivíduo, de forma que este possa ter maior autonomia e independência em suas atividades diárias. Como ilustra a Figura 5, tal tecnologia propicia inúmeras formas de adaptação e controle, sejam elas recusos instalados a cadeira de rodas do indivíduo, oferecendo a este controle total dos itens ligados a este sistema, ou na própria residência.

Figura 5: Exemplos de sistemas automatizados inclusivos



Fonte: Casa Domo (2014)

A fim de identificar as principais necessidades de um deficiente físico em sua residência e qualificar as soluções de Automação Inclusiva propostas pelo mercado, utilizou-se, para a coleta de dados, uma entrevista semi-estruturada, dirigida a cinco pessoas com deficiência física, sendo tetraplégicos e paraplégicos, com idade média de 45 anos, residentes da região da Serra Gaúcha.

A entrevista semi-estruturada, de acordo com MANZINI (2003) deve ser regida por roteiro previamente elaborado, contendo questões que alcancem o objetivo pretendido. Assim, o roteiro desta (vide Apêndice A), apresentou questões abertas referentes a atividades cotidianas, assim como uma lista a ser ordenada, das principais funcionalidades de sistemas de automação residencial oferecidos por empresas concorrentes.

A partir dos dados obtidos, agruparam-se as respostas comuns dos indivíduos questionados, apresentando numericamente os resultados. A Tabela 1 apresenta dados obtidos referentes a questões sobre o perfil destes indivíduos.

Tabela 1: Respostas comum dos indivíduos questionados sobre seu perfil

(continua)

% Dos entrevistados	Perguntas
20%	Deficiência ocorrida no nascimento

% Dos entrevistados	Perguntas
100%	Moram acompanhados
80%	Sentem dificuldades em executar certas tarefas da vida diária e/ou domésticas
60%	Possuem aptidão com tecnologia
20%	Utilizam alguma Tecnologia Assistiva para auxiliar suas tarefas
20%	Notaram alguma dificuldade que os impediriam de utilizar alguma das funcionalidades oferecidas.
100%	Estariam dispostos a instalar em sua residência algum sistema de automação residencial

Fonte: O Autor (2014)

Considerando que 80% dos entrevistados sentem dificuldades na execução de tarefas diárias e apenas 20% destes estão familiarizados com o uso de tecnologias assistivas em suas rotinas, prover uma interface de fácil interpretação é um fator importante a ser considerado. Sendo assim, é necessário que os 40% dos entrevistados que não possuem aptidão com tecnologia sintam-se confortáveis com o uso desta ferramenta.

Sobre as funcionalidades oferecidas por produtos de automação residencial inclusivos nacionais, a Tabela 2 e a Tabela 3, apresentam o nível de importância destacado pelos entrevistados.

Tabela 2: Respostas comum dos indivíduos questionados sobre as funcionalidades oferecidas

(continua)

% Dos entrevistados	Funcionalidades
40%	Acionamento de luzes automatizado
40%	Abertura /Fechamento de Persianas / Cortinas automatizado

% Dos entrevistados	Funcionalidades
100%	Abertura /Fechamento de Portas / Janelas automatizado
60%	Acionamento de luzes por presença
0%	Cenas de iluminação
0%	Agendamento de acionamentos Luzes / Persianas / Cortinas / Eletrodomésticos
20%	Agendamento de cenas de iluminação
60%	Controle automatizado de eletrodomésticos TV / Rádio / Ar condicionado
20%	Sistemas de alarme e câmeras de monitoramento

Fonte: O Autor (2014)

Tabela 3: Respostas comum dos indivíduos questionados sobre as interfaces de controle oferecidas

% Dos entrevistados	Interfaces de controle
40%	Interruptores universais
100%	Controle remoto
60%	<i>Tablets / Smartphones</i>
20%	Painéis sensíveis ao toque
40%	Computadores
60%	Comando de Voz

Fonte: O Autor (2014)

Com base nos dados analisados, conclui-se que uma possível solução para Automação Inclusiva deve contemplar as seguintes funcionalidades:

- Abertura / Fechamento de Portas / Janelas / Cortinas / Persianas automatizado;

- Acionamento automatizado de luzes por presença;
- Controle automatizado de eletrodomésticos como TV / Rádio / Ar condicionado;

Dispondo das seguintes formas de controle:

- Controle remoto;
- *Tablets / Smartphones*;
- Comando de voz.

A partir dessa análise, pode se concluir que, independentemente do grau de severidade da lesão, é necessário introduzir adaptações que busquem propiciar maior qualidade de vida a estes indivíduos em seus domicílios, aumentando a sua habilidade na execução de tarefas do dia-a-dia de uma forma independente; sendo que a automação residencial pode propiciar a essas pessoas uma maior autonomia e comodidade.

3 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Segundo BOLZANI (2009), a Automação Residencial é um ramo derivado da Automação Industrial, com foco nas operações domésticas. É responsável pelo controle de equipamentos elétricos e eletrônicos sem que haja necessidade de intervenção humana com os mesmos, mas sim, através de sistemas de controle. O grande objetivo é facilitar as tarefas do cotidiano, de modo a atender às necessidades das pessoas no que se refere à autonomia, segurança e conforto.

Pode-se definir a Automação Residencial ou Domótica como uma área da tecnologia e engenharia que visa à automatização de uma casa, através do seu controle e monitoramento, na qual são integrados diversos sistemas de apoio à sua exploração (CARDOSO, 2009).

Para PINHEIRO (2004) existem três graus de integração de sistemas para Automação Residencial, sendo eles:

- Sistemas Autônomos: os quais atuam de forma independente, não havendo a interligação entre os dispositivos;
- Sistemas Integrados: os quais são integrados a um controlador central designado de Central de automação;
- Sistemas Complexos: os quais atuam de forma personalizada, de acordo com o perfil do usuário, também denominados “Casas Inteligentes”.

Assim, a Automação Residencial pode ser classificada em cinco níveis de controle, segundo BOLZANI (2009), que podem ser analisados na Tabela 4.

Tabela 4: Classificação de residências quanto ao nível de controle

(continua)

Tipo de Casa	Características	Detalhes
Eletrificada	Controle manual e local de iluminação e cargas elétricas.	Residência comum, dotada de interruptores e tomadas convencionais.

Tipo de Casa	Características	Detalhes
Automatizada	Controle automático de iluminação e cargas elétricas.	Possui dispositivos de controle programáveis e individuais.
Comandada	Controle de iluminação e cargas elétricas remoto.	Possui sua infraestrutura conectada à rede, propiciando o comando remoto de seus dispositivos.
Conectada	Controle e troca de dados remoto.	Além de sua infraestrutura conectada à rede, propiciando o comando remoto, está se auto-configura a partir de serviços e informações online.
Inteligente	Controle, planejamento e troca de dados remoto. Conhecimento. Eventos.	Dispositivos autoconfiguráveis e autônomos. Engloba todas as características abordadas, reduzindo o máximo a intervenção humana.

Fonte: O Autor (2014)

Dentre diversas possibilidades que a Automação Residencial pode oferecer, destacam-se (BOLZANI, 2004):

- Acesso por uso da biometria;
- Comando de cortinas e persianas;
- Sistema canalizado para aspiração de pó;
- Ventilação e controle da temperatura;
- Sensores de luz, gás, fumaça, inundação e exaustão;
- Botões de emergência/pânico;
- Agendamento de tarefas, como por exemplo, a irrigação do jardim e filtragem da piscina;
- Monitoramento e acionamento remoto;
- Elevador para escadas;

- Integração total dos equipamentos de áudio e vídeo;
- Controle do consumo de recursos elétricos e naturais.

No entanto, a automação residencial não está ligada somente à modernização dos ambientes, mas também ao conforto dos usuários, sendo que esta pode facilitar a vida das pessoas em seus lares, especialmente no que se refere à oferta de condições necessárias para que indivíduos com deficiência possam acionar determinados dispositivos independente de sua patologia ou necessidade.

3.1 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E A INCLUSÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA

Considerada pela grande maioria como item de conforto, a automação residencial passa a ter outra funcionalidade no que se refere a pessoas com deficiência física. Esses ganham uma nova perspectiva de independência ao fazer uso desta tecnologia. Neste sentido, a automação residencial tende a oferecer uma enorme gama de soluções que facilitam a vida destas pessoas.

FERREIRA (2010, p.1) diz que:

Se a domótica tem representado a comodidade para as pessoas sem limitações motoras, fica fácil prever a sua grande importância se for colocada a serviço da superação das possíveis limitações que um problema de ordem física pode ocasionar ao seu portador.

É comum encontrarmos em um domicílio inclusivo a utilização de sensores de presença para iluminação. Estes, além de alertar a presença de um indivíduo em um determinado local, evitam o deslocamento de um deficiente físico a interruptores para o acionamento (GUEDES et al, 2012).

Com a popularização do uso de *smartphones* e *tablets*, interfaces antropomórficas têm ganhado espaço no mercado de Automação Residencial. Estas utilizam da linguagem natural humana para controle do domicílio, ou seja: fala, gestos, expressões faciais e movimentos oculares resultam em ações no sistema de controle (GALITZ, 2007). Assim, portas e cortinas automatizadas, podem ter seu acionamento dado através de toque, palmas ou voz.

Em quesito de segurança, a utilização de botões de emergência em locais estratégicos e sensores, podem prevenir imprevistos. Um exemplo são os detectores

de fumaça, que, ligados a uma rede telefônica podem informar ao Corpo de Bombeiros uma possível causa de incêndio. Outro exemplo são camas articuladas, que também podem ser acionadas por controle remoto ou dispositivos móveis, facilitando o traslado da pessoa da cadeira de rodas a ela.

Iniciativas como a automação residencial e a automação residencial inclusiva derrubam barreiras e permitem melhorias na qualidade de vida, principalmente a deficientes físicos.

3.1.1 Iniciativas Acadêmicas

GNANASEKAR et al (2012) descreve um sistema de automação residencial inclusivo por reconhecimento de voz, com o objetivo de auxiliar deficientes físico-motores no controle de sua residência. Já BARAKA et al (2013) focam seu trabalho apenas no desenvolvimento de um sistema de automação residencial de baixo custo, utilizando Arduino² como *hardware* central e Android³, como sistema operacional para o *software*.

No âmbito nacional, WHALLYSON e GOMES (2012) propõem o desenvolvimento de um protótipo experimental capaz de acionar dispositivos de uma residência através de um computador pessoal portátil. Este com foco em problemas humanos, no que se refere a prover facilidade no controle doméstico a pessoas com deficiência física.

Cabe destacar que todas essas iniciativas acadêmicas apresentam pontos em comum com o presente trabalho, como tecnologias empregadas, *softwares* e público alvo. No entanto, este busca unificar esses pontos em uma única solução, provendo a deficientes físico-motores mobilidade na automação de suas residências a um baixo custo de mercado.

² Arduino: placa micro controladora de código fonte aberto contendo conexões USB, digitais e analógicas, o que permite prototipagem rápida de circuitos eletrônicos (MONK, 2014).

³ Android: sistema operacional desenvolvido pela Google voltado a dispositivos mobile. Este possui o desenvolvimento gratuito de aplicativos e ferramentas para sua plataforma (MONK, 2014).

3.1.2 Iniciativas Corporativas

Publicado pela revista "RESIDÊNCIA EFICIENTE", em São Paulo, no II Salão de Inovação Tecnológica, a Casa Inteligente Inclusiva, demonstra como a tecnologia pode contribuir com aumento da qualidade de vida de quem a habita, independentemente de suas necessidades. O projeto arquitetônico apresenta o conceito do Desenho Universal de acessibilidade, contando com garagem, sala de estar, lavabo, sala de ginástica, três suítes e cozinha preparados para receber pessoas com deficiência motora leve, cadeirantes, deficientes visuais, auditivos e intelectuais. Estes cômodos apresentam modernas soluções de automação residencial integradas, como controle por comandos de voz, infravermelho, rádio frequência, *poket-pc*, telefonia e internet.

Já, ALVES (2003) nos traz o projeto de um edifício residencial para nove pessoas com limitações motoras em Linz, Áustria. Com o objetivo de aumentar a independência e liberdade dos ocupantes, os apartamentos foram projetados como *Assistive Homes* (habitações com adaptações para pessoas com limitações). Esses contam com as seguintes funcionalidades: controle de acessos, inter-comunicador na porta de acesso principal, abertura de portas, janelas, persianas, controle de temperatura, desligamento automático do fogão, interface Infra Vermelho e sistema de auxílio em caso de emergência.

3.2 PESQUISA DE MERCADO

Com base em um panorama de mercado no Brasil levantado pela AURESIDE (2011b), o mercado segmenta-se em fabricantes e importadores. No período de 2008 a 2011, apenas 47% das empresas associadas trabalhavam com fabricação de produtos nacionais, tendo como principais tendências na área: controles universais (*tablets* e *smartphones*), cuidado e monitoramento de saúde, cuidados com meio ambiente, entre outros (BOLZANI, 2009). Das empresas associadas à AURESIDE abordadas que comercializam soluções inclusivas temos: GDS⁴, Alltomatic⁵, NeoSystem⁶ e SunLux⁷.

⁴ GDS Automação. Site oficial: <http://www.gdsautomacao.com.br> acesso em 06 Jun. 2014.

As principais funcionalidades ofertadas por cada uma delas podem ser vistas na Tabela 5.

Tabela 5: Comparação de funcionalidades oferecidas por empresas de Automação Residencial associadas a AURESIDE

Solução	GDS	Alltomatic	NeoSystem	Sunlux
Vigilância	Sim	Não	Sim	Sim
Controle de Acesso	Não	Não	Sim	Sim
Climatização	Sim	Sim	Sim	Sim
Iluminação	Sim	Sim	Sim	Sim
Entretenimento	Sim	Sim	Sim	Sim
Aspiração Central	Não	Sim	Não	Não
Automação de Áreas Externas	Sim	Não	Não	Sim
Monitoramento de consumo de energia	Não	Não	Sim	Sim
Controle por Smartphone e Tablets	Sim	Sim	Sim	Sim
Controle por interfaces adaptadas	Não	Não	Sim	Não

Fonte: O Autor (2014)

Para estas soluções, é comum a utilização tanto de redes cabeadas como sem fio, variando a partir de cada projeto e necessidade. A tecnologia cabeada é

⁵ Alltomatic. Site oficial: <http://www.alltomatic.com.br> acesso em 06 Jun. 2014.

⁶ NeoSystem. Site oficial: <http://www.neosystem.mobi> acesso em 06 Jun. 2014.

⁷ Sunlux. Site oficial: <http://www.sunluxautomacao.com> acesso em 06 Jun. 2014.

utilizada há vários anos, sendo a forma mais viável de transmitir e receber dados. O protocolo *X10* é o mais popular para transmissão de dados cabeados, integrando transmissores e receptores à fiação elétrica comum do domicílio; no entanto possui restrições, não permitindo o tráfego simultâneo de informações e oscilações no funcionamento devido ao ruído na rede elétrica (BANKS, 2010).

No Brasil, a normativa NBR 16264 (ABNT, 2014), estipula um modelo de “Cabeamento estruturado residencial”. Trata-se da primeira norma brasileira de cabeamento estruturado residencial. Com isso, o mercado de automação residencial passa a ter uma referência nacional para projetos e instalações. Antes dessa normativa, empresas nacionais utilizavam normas estrangeiras, como as elaboradas pelo Instituto Americano de Normas e Padrões (ROCKENBACH, 2005).

O uso de tecnologias sem fio vem ganhando espaço no mercado, tendo vantagens como mobilidade e alcance sobre a tecnologia cabeada, sendo afetada apenas por perda de sinal e risco de interceptação de dados (DICK, 2004). Atualmente as tecnologias mais utilizadas para transmissão sem fio em projetos de automação residencial são: *Bluetooth*, *Wi-Fi*, *ZigBee* e Rádio Frequência RF, as quais são comparadas na Tabela 6.

Tabela 6: Comparação das tecnologias sem fio

(continua)

	<i>Bluetooth</i>	<i>Wi-Fi</i>	<i>ZigBee</i>	RF
Taxa máxima de transmissão de dados	1 Mb/s	54 Mb/s	250 Kb/s	até 2 Mb/s
Alcance Máximo	10 m	100 m	100 m	100 m
Frequência de operação	2.4 GHz	2.4 GHz; 5 GHz	868/915 MHz; 2.4 GHz	292 MHz; 2.4 GHz
Número de canais	0/79	14(2.4GHz)	1/10; 16	0/127

	<i>Bluetooth</i>	<i>Wi-Fi</i>	<i>ZigBee</i>	RF
Consumo de energia	~90mW	~700mW	~80mW	~60mW

Fonte: Adaptado de (POTHUGANTI e CHITNENI, 2014)

Para que o trabalho se fundamente em soluções concisas ofertadas pelo mercado nacional de automação, pôde-se analisar, através da Tabela 5, que em comum temos o controle de iluminação, de climatização e entretenimento. Dentre essas soluções, buscou-se saber qual a melhor maneira de interligá-las com a residência, buscando reduzir ao máximo o transtorno no momento da instalação. Das tecnologias de comunicação sem fio abordadas na Tabela 6, a Rádio Frequência se mostrou mais eficiente por prover um alcance maior e possuir um baixo consumo energético, o que impacta diretamente na redução de custos, um dos principais focos do estudo. No entanto, é indispensável o uso do Bluetooth para que se mantenha a mobilidade, já que, a maioria dos smartphones a utiliza para comunicação com outros dispositivos.

Assim, através destas análises, é possível desenvolver um projeto consiso que englobe soluções para: controle de iluminação, climatização e entretenimento. Utilizando tecnologias de comunicação aceitas pelo mercado nacional de Automação Residencial, como Bluetooth e Rádio Frequência.

4 PROJETO JARVIS

A partir dos resultados obtidos através da pesquisa aplicada a pessoas com deficiência físico-motora, foi possível identificar limitações nas soluções nacionais de automação residencial, definindo assim o escopo do presente trabalho. A utilização de tecnologias de baixo custo disponíveis no mercado é uma premissa para que este se mantenha acessível no que diz respeito a custo de produção.

De acordo com os resultados da pesquisa, este trabalho tem como objetivo desenvolver soluções para automatizar os seguintes itens:

- Acionamento de luzes;
- Abertura/fechamento de janelas/cortinas e persianas;
- Controle de eletrodomésticos providos de Infravermelho (IR⁸).

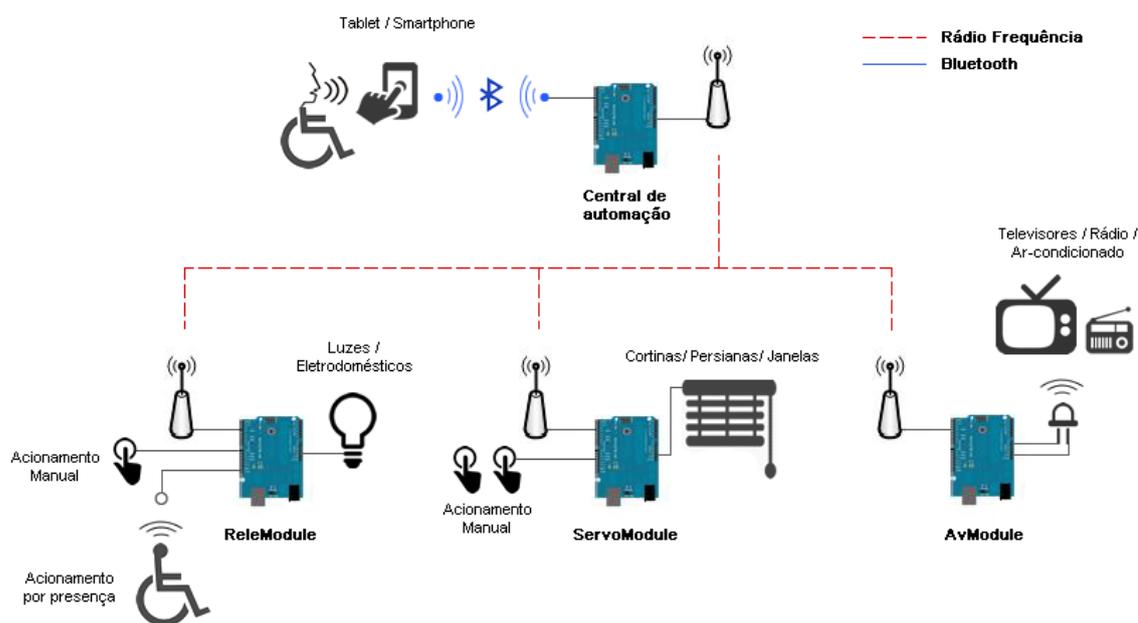
Para alcançar este objetivo, o projeto denominado Jarvis consiste em módulos eletrônicos de automatização que podem ser instalados nos diversos ambientes da residência do usuário. O sistema é composto pelos seguintes módulos:

- Rele Module (Módulo Relé): módulo de acionamento, conectado ao equipamento o qual se deseja controlar (ex. tomada, luminária), sendo responsável por ligá-lo ou desligá-lo.
- Servo Module (Módulo Servo Motor): módulo dotado de um motor de pequeno porte, responsável por elevar cortinas, persianas e janelas.
- AV Module (Módulo Infravermelho): módulo responsável pelo comando de dispositivos de controle IR, como sistemas de áudio e vídeo (televisão, som), equipamentos de conforto térmico (ar-condicionado) e outros controles remotos que utilizem a mesma tecnologia.

Cada módulo pode funcionar individualmente ou em conjunto com os demais, por comunicação através de rede sem fio. Disposto na Figura 6, estes oferecem suporte não só no controle de dispositivos mobiliários e arquitetônicos, mas também da interface com a qual o usuário interage.

⁸ Acrônimo de Infra Red em língua Inglesa.

Figura 6: Esquema representativo do sistema de automação residencial inclusivo proposto



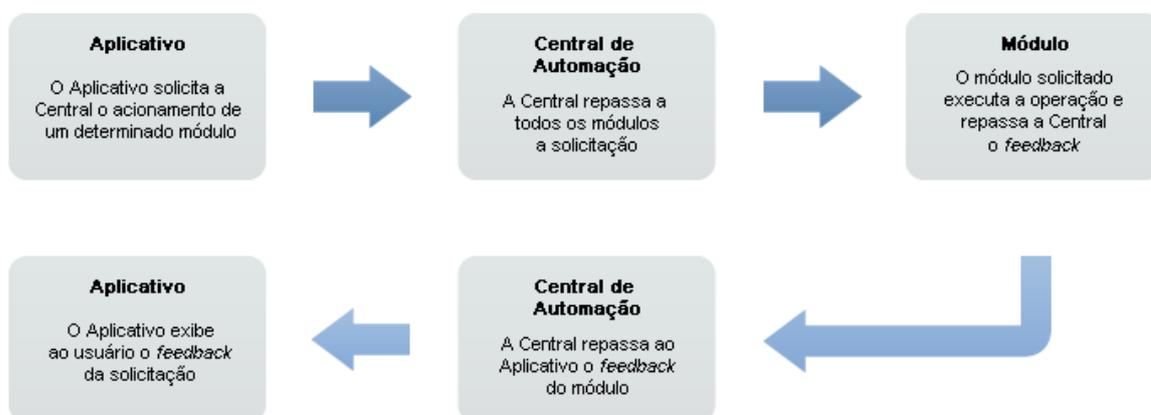
Fonte: O Autor (2014)

Para que os módulos se comuniquem, foi criada uma Central de Automação. Como ilustra a Figura 7, o funcionamento do sistema é dividido em cinco aspectos: solicitação do usuário para o acionamento de um determinado equipamento, envio da solicitação via *Bluetooth* do *smartphone* à Central de Automação, transmissão dos sinais para todos os módulos através de Rádio Frequência, teste para a execução da ação pelos módulos e retorno da solicitação para o usuário.

Desta forma, o usuário, através do dispositivo móvel, solicita o acionamento de um determinado módulo em um determinado ambiente. Esta informação é enviada à Central de Automação via *Bluetooth* e os sinais são transmitidos a todos os módulos através de *Broadcast*⁹. O módulo cuja identificação coincidir com a solicitação, executa a mesma, retornando à Central de Automação o *feedback* de sua ação. Por fim, a Central repassa essa informação ao dispositivo móvel, que apresenta, em sua interface, o retorno da solicitação efetuada pelo usuário.

⁹Broadcast: é uma mensagem que você quer que todo o sistema da rede enxergue, geralmente utilizado em situações onde você não sabe com quem conversar (TAROUCO, 1995).

Figura 7: Diagrama de blocos do funcionamento do sistema de automação residencial inclusivo proposto



Fonte: O Autor (2014)

Assim, a partir de um aplicativo instalado no *Smartphone/Tablet* é possível ter controle do sistema proposto. O aplicativo é responsável por gerenciar cada um dos módulos que integram o sistema domótico, que promove acesso às informações dos ambientes e comunicação com os dispositivos de maneira genérica, o que possibilita implementá-lo em diferentes cenários. Segundo TEZA (2002), a utilização de smartphones com tecnologia *Touch*, apresenta grande flexibilidade de controle e desenho ergonômico, por possuir um painel LCD iluminado com botões virtuais, propiciando maior independência funcional a portadores de paraplegia e tetraplegia.

Dentro do que está projetado, é possível tecer uma série de vantagens para o usuário: adição ou remoção de ambientes e módulos, maior mobilidade e possibilidade de adição de recursos de Tecnologia Assistiva (como, por exemplo, acionadores) ao aparelho. Além disso, há a possibilidade do controle individual de cada módulo, em casos de sinistro com o *Tablet* ou *Smartphone*.

A proposta é que o usuário possa integrar o sistema facilmente a sua residência, eliminando a necessidade de alterações na infra-estrutura e tornando as eventuais modificações mais ágeis e baratas. Assim, o sistema proposto se configura como uma combinação de tecnologias que resultam em um sistema de automação residencial inclusivo de baixo custo.

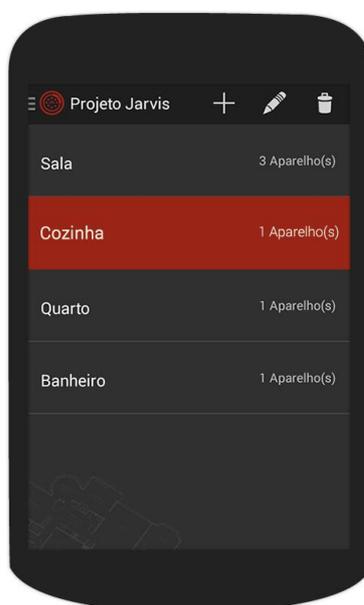
4.1 CENÁRIO

Para melhor entendimento do problema, criou-se o seguinte cenário:

Suponha uma residência habitada por um cadeirante. Este deseja abrir as janelas desta residência para que circule ar e areje o ambiente – porém estas possuem abertura vertical a qual apresenta dificuldades para que o indivíduo à manuseie. A fim de tornar o uso destas janelas acessíveis ao cadeirante, é necessário a implementação de um motor que execute o papel de elevar a mesma, através de um mecanismo no qual esteja ao alcance do usuário.

Assim, com a utilização de um sistema de automação residencial, o controle é dado através do dispositivo móvel do usuário. Como ilustra a Figura 8, por meio de uma aplicação de gerenciamento de domicílio, a qual retorna em forma de lista, os ambientes previamente cadastrados, é possível selecionar a opção do ambiente que se deseja administrar.

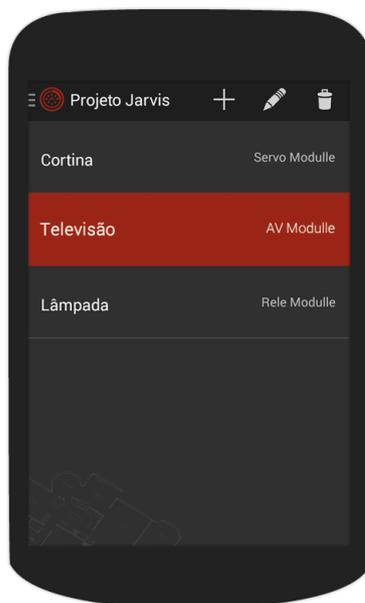
Figura 8: Listagem de ambientes cadastrados no aplicativo proposto



Fonte: O Autor (2014)

A partir desta escolha, o *software* apresenta todos os equipamentos recorrentes do ambiente escolhido como mostra a Figura 9.

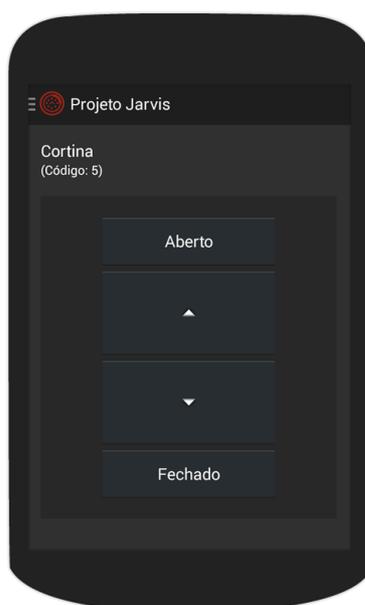
Figura 9: Listagem de aparelhos cadastrados em um ambiente no aplicativo proposto



Fonte: O Autor (2014)

Quando selecionado o equipamento desejado, é exibido o controle do módulo recorrente, oferecendo ao usuário a opção do nível de abertura da janela, como ilustra a Figura 10.

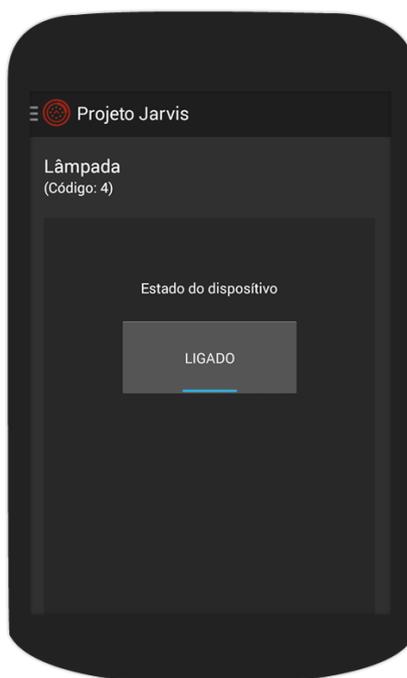
Figura 10: Controle de janelas/cortinas e persianas no aplicativo proposto



Fonte: O Autor (2014)

O processo semelhante pode ser seguido para acender as luzes da residência. O morador tem a opção de acionar todas as luzes até seu objetivo – no caso, o ambiente o qual deseja se locomover, reduzindo assim, chances de um possível acidente. Através da mesma sequência de passos anteriores, é apresentado ao usuário as opções do módulo de luzes, conforme exibido na Figura 11.

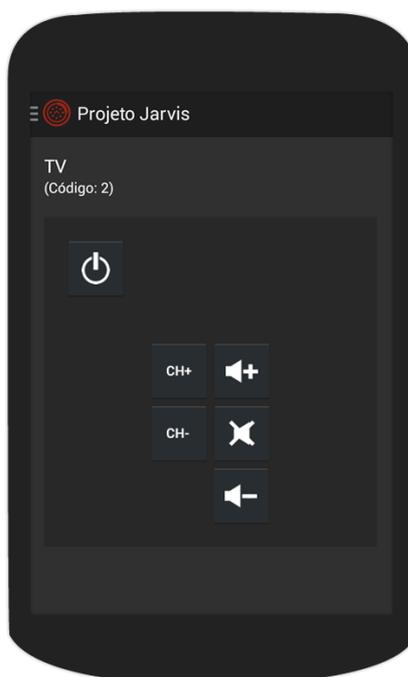
Figura 11: Controle luzes no aplicativo proposto



Fonte: O Autor (2014)

O mesmo aplicativo também possibilita o acionamento de equipamentos que favorecem o lazer do usuário, como aparelhos televisores, rádios ou aquecedores, como ilustra a Figura 12.

Figura 12: Controle de eletrônicos dotados de IR no aplicativo proposto



Fonte: O Autor (2014)

Recursos simples que proporcionam a vida de um cadeirante independência na sua casa.

4.2 INTERFACE COM O USUÁRIO

Visto o público alvo, a aplicação respeita aspectos de acessibilidade e usabilidade¹⁰. Para isso, seu desenvolvimento é baseado no “*design* de interação”, definido por PREECE (2005) como:

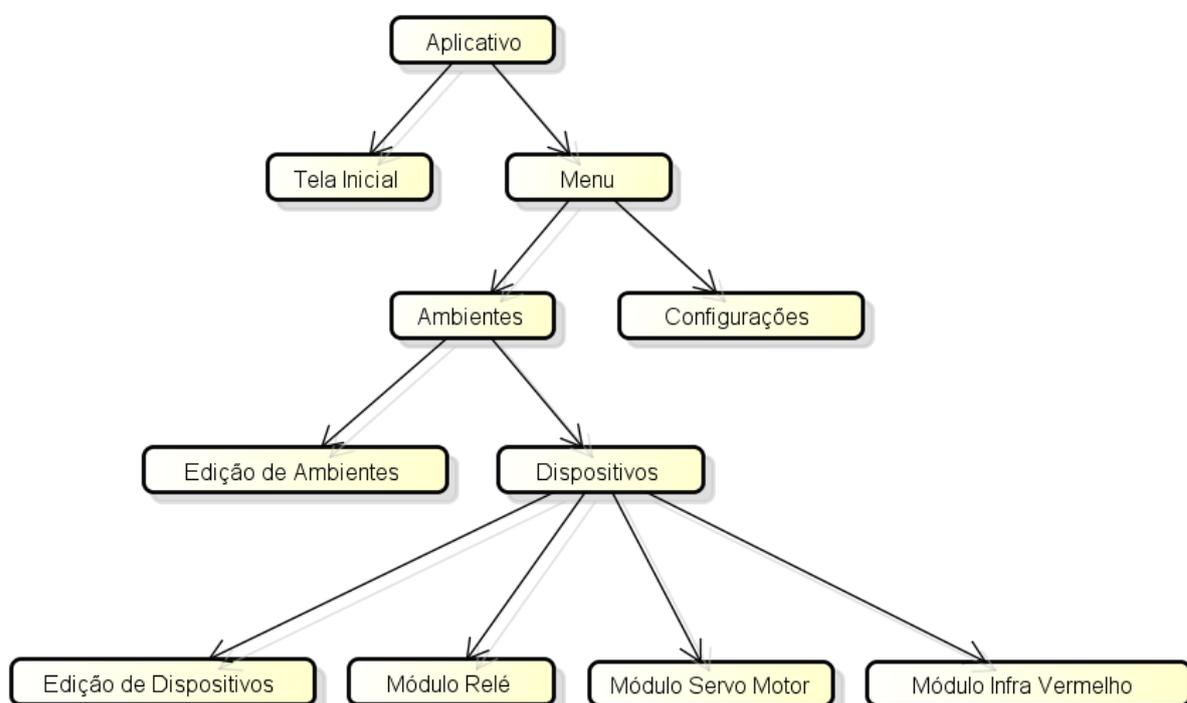
Projetar produtos interativos para apoiar o modo como as pessoas se comunicam e interagem em seus cotidianos, seja em casa ou no trabalho.

Um dos principais objetivos é reduzir os aspectos negativos da experiência do usuário com a interface, e, ao mesmo tempo melhorar as positivas. Evidenciando a natureza da experiência com a aplicação e assegurando que produtos interativos

¹⁰ Usabilidade: é a medida pela qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico (ISO 9241-11).

sejam fáceis de usar, este tem por objetivo torná-los eficazes e agradáveis. Com isso, a interface em questão segue heurísticas de usabilidade como visibilidade, *feedback* e consistência, apresentando facilmente opções de determinada ação assim como seu *feedback*, oferecendo ao usuário uma forma de navegação simples e intuitiva, como ilustra a Figura 13.

Figura 13: Fluxo de navegação do aplicativo proposto



Fonte: O Autor (2014)

Na questão da acessibilidade, é proposta uma interação alternativa a determinado comando, como, por exemplo, a utilização de comandos de voz substituindo o toque. Com isso, a proposta é que esta interface possa atender o maior número de pessoas possível, sem que haja dificuldades na sua utilização.

4.3 SOFTWARE E MODELAGEM

Para a visualização e controle dos módulos descritos na seção 4.1, é necessário o uso de um aplicativo desenvolvido para a plataforma móvel Android.

Criado pela Google, trata-se de um sistema operacional OpenSource, baseado no *kernel Linux*. Seu desenvolvimento é em linguagem de programação Java, porém o *bytecode* .class, é compilado e convertido para .dex (Dalvik Executable), que representa a aplicação Android compilada (LECHETA, 2010). Todos os arquivos .dex são compactados a um arquivo com extensão .apk, utilizada para distribuição e instalação da aplicação.

O Android também possui uma vasta documentação disponível online, além de APIs diversas e de fácil implementação. Neste projeto, foi utilizada a API de reconhecimento e sintetização de voz Google Text To Speech, o que tornou o desenvolvimento simples e ágil. Uma vantagem desta API, é não necessitar de conexão com a internet para a interpretação da fala, utilizando assim, o próprio dicionário do teclado do sistema operacional para isso. Para implementação do aplicativo, foi utilizado o *software* Eclipse, que é *open source* e mantido pela The Eclipse Foundation, uma organização sem fins lucrativos. Além disso, a empresa disponibiliza o plugin ADT, complemento que amplia os recursos do Eclipse, através de uma interface gráfica que possibilite o gerenciamento de pacotes, a depuração de aplicativos e a exportação de arquivos para distribuição da aplicação, facilitando a criação de projetos para Android (ANDROID, 2014a).

Assim, seguindo padrões de projeto UML¹¹, o desenvolvimento segmentou-se em etapas, partindo da modelagem até a implementação, como apresentam os itens abaixo.

4.3.1 Requisitos Funcionais

De acordo com a especificação apresentada na descrição do cenário foi elaborada a análise dos requisitos necessários ao projeto. A Tabela 7 apresenta as necessidades dos usuários que deverão ser supridas pelo presente trabalho.

¹¹ UML é uma linguagem de modelagem padronizada, que inclui não só a estrutura de aplicação, comportamento e arquitetura, mas também de processos de negócios e estrutura de dados (UML, 2014).

Tabela 7: Requisitos funcionais do sistema

(continua)

RF	Descrição	Prioridade
1.0	<i>Gerenciar Ambientes</i>	
1.01	O aplicativo deve oferecer a opção de adicionar, editar e excluir ambientes	Alta
1.02	O aplicativo deve listar os ambientes cadastrados no aplicativo.	Média
1.03	O aplicativo deve informar o número de dispositivos de cada ambiente em sua listagem	Baixa
2.0	<i>Gerenciar Dispositivos</i>	
2.01	O aplicativo deve oferecer a opção de adicionar, editar e excluir dispositivos relacionados à ambientes cadastrados previamente.	Alta
2.02	O aplicativo deve listar os dispositivos cadastrados no aplicativo.	Média
2.03	O aplicativo deve disponibilizar 3 tipos de dispositivos para o usuário selecionar no momento a adição ou edição	Média
2.04	O aplicativo deve permitir que o usuário controle os dispositivos com funcionalidades específicas para cada tipo de dispositivo.	Alta
2.05	O aplicativo deve permitir ligar e desligar dispositivos do tipo Rele Module (Módulo Relé).	Alta
2.06	O aplicativo deve permitir o controle do ângulo para o Servo Module (Módulo Servo Motor).	Alta

RF	Descrição	Prioridade
2.07	O aplicativo deve permitir ligar e desligar dispositivos do tipo Av Module (Módulo Infravermelho), além do controle de volume, canal, função, navegação, informação.	Alta
3.0 Configurar Aplicativo		
3.01	O aplicativo deve oferecer a opção de configuração do dispositivo.	Alta

Fonte: O Autor (2014)

Na Tabela 8 são listados os requisitos não funcionais do sistema proposto.

Tabela 8: Requisitos não funcionais do sistema

(continua)

RNF	Característica	Descrição	Indicador
1.0 Plataforma			
1.01	Arquitetura de software	- Aplicativo para SO Android 3.0 ou superior - Desenvolvido utilizando Java - Utilização de APIs de reconhecimento e sintetização de voz	-
1.02	Arquitetura de dados	SQLite	-
2.0 Interface			
2.01	Usabilidade	Facilidade proporcionada pelo aplicativo para obtenção de informações, permitindo o seu uso imediato, ou seja, uma aplicação fácil de aprender e eficiente para o uso diário.	Informação em até 3 cliques

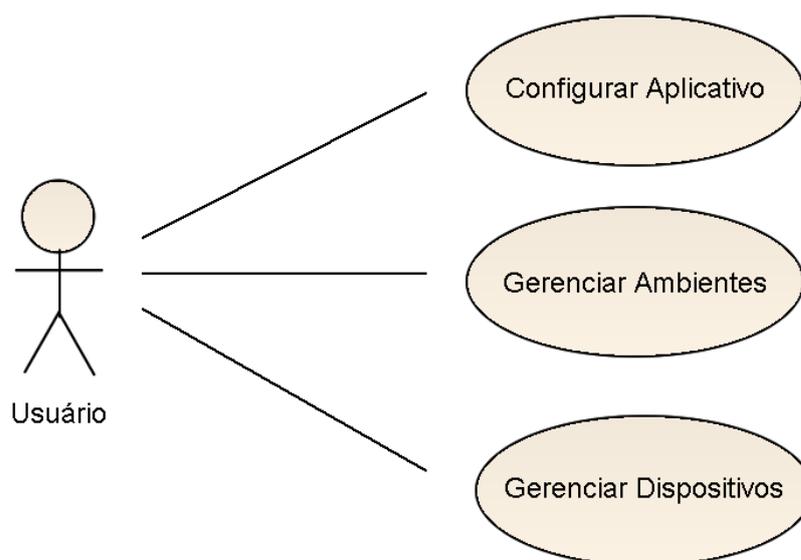
RNF	Característica	Descrição	Indicador
2.02	Comunicação de feedback	Alerta ao usuário, durante a utilização do sistema, quando a ocorrência de qualquer mudança de status.	Mínimo de 90% das mensagens contemplando com informações precisas e objetivas sobre a ação.
2.03	Dispositivos e interfaces com acesso	Tipos de dispositivos e interfaces com acesso ao sistema	A interface deve ser responsiva e adequar-se a qualquer.

Fonte: O Autor (2014)

4.3.2 Casos De Uso

De acordo com os requisitos apresentados, foram definidos casos de uso para facilitar o entendimento das funcionalidades do sistema, apresentados na Figura 14.

Figura 14: Diagrama de Casos de Uso



Fonte: O Autor (2014)

4.3.2.1 Configurar Aplicativo

Este caso de uso tem por objetivo permitir configurar o aplicativo. O Ator principal é o usuário, que pode alterar dados da configuração do aplicativo. Como pré-condições deste caso de uso, o aplicativo deve estar instalado no dispositivo. A Tabela 9 apresenta o fluxo principal deste caso de uso.

Tabela 9: Fluxo Principal - Configurar Aplicativo

FP	Descrição
P01	Fluxo Principal - Configurar Aplicativo
P01.1	O caso de uso é iniciado quando o ator acessa o aplicativo.
P01.2	O ator seleciona a opção de configurações do sistema.
P01.3	O ator seleciona a opção desejada [A01].
P01.4	O caso de uso é finalizado.

Fonte: O Autor (2014)

A Tabela 10 apresenta os fluxos alternativos para este caso de uso.

Tabela 10: Fluxo Alternativo - Configurar Aplicativo

FA	Descrição
A01	Fluxo Alternativo – Configurar Aplicativo
A01.2	O aplicativo exibe a tela de Configurações.
A01.3	O ator preenche os campos [RN01] [RN02].
A01.4	O ator clica em Salvar.
A01.5	O aplicativo valida os campos preenchidos [E01] [E02].
A01.6	O aplicativo insere as informações na sua base de dados.
A01.7	Fim do caso de uso.

Fonte: O Autor (2014)

A Tabela 11 apresenta as exceções para este caso de uso.

Tabela 11: Exceções - Configurar Aplicativo

E	Descrição
E01	O ator não preencheu o campo obrigatório de Nome do dispositivo
E01.1	O aplicativo retorna ao passo anterior.
E01.2	O aplicativo apresenta a mensagem de campo obrigatório não preenchido.
E02	O ator não selecionou o campo Porta de comunicação
E02.1	O aplicativo retorna ao passo anterior.
E02.2	O aplicativo apresenta a mensagem de campo obrigatório não preenchido.

Fonte: O Autor (2014)

A Tabela 12 apresenta as regras de negócio para este caso de uso.

Tabela 12: Regras de Negócio - Configurar Aplicativo

RN	Campo	Tipo	Obrigatório	Observação
RN01	Nome do dispositivo	Texto	Sim	N.A
RN02	Porta de comunicação	Combo	Sim	Os tipos disponíveis para o ator selecionar serão dispositivos Bluetooth pareados.

Fonte: O Autor (2014)

Assim, como pós-condições temos:

- Após a execução desse caso de uso, o aplicativo deverá ter sido configurado com sucesso.
- O sistema exibirá a tela inicial do aplicativo (listagem de ambientes).

4.3.2.2 Gerenciar Ambientes

Este caso de uso tem por objetivo permitir listar, adicionar, alterar e excluir ambientes no aplicativo. O Ator principal é o usuário, que pode realizar consultas, cadastros, alterações de dados e exclusões de ambientes. Como pré-condições deste caso de uso, o aplicativo deve estar instalado no dispositivo. A Tabela 13 apresenta o fluxo principal deste caso de uso.

Tabela 13: Fluxo Principal - Gerenciar Ambientes

FP	Descrição
P01	Fluxo Principal - Listar Ambientes
P01.1	O caso de uso é iniciado quando o ator acessa o aplicativo.
P01.2	O sistema exibe a tela com a listagem dos ambientes e as funcionalidades de gerenciamento de ambientes.
P01.3	O ator seleciona a opção desejada [A01] [A02] [A03].
P01.4	O caso de uso é finalizado.

Fonte: O Autor (2014)

A Tabela 14 apresenta os fluxos alternativos para este caso de uso.

Tabela 14: Fluxo Alternativo - Gerenciar Ambientes

(continua)

FA	Descrição
A01	Fluxo Alternativo – Adicionar Ambiente
A01.1	O ator seleciona a opção de Adicionar Novo Ambiente.
A01.2	O aplicativo exibe a tela de Adicionar Novo Ambiente.
A01.3	O ator preenche os campos [RN01].
A01.4	O ator clica em Salvar.
A01.5	O aplicativo valida os campos preenchidos [E01].
A01.6	O aplicativo insere as informações na sua base de dados.
A01.7	Fim do caso de uso.
A02	Fluxo Alternativo – Editar Ambiente
A02.1	O ator seleciona a opção de Editar do Ambiente a ser editado.

FA	Descrição
A02.2	O aplicativo exibe a tela de Editar Ambiente.
A02.3	O ator preenche os campos [RN01].
A02.4	O ator clica em Salvar.
A02.5	O aplicativo valida os campos preenchidos [E01].
A02.6	O aplicativo insere as informações na sua base de dados.
A02.7	Fim do caso de uso.
A03	Fluxo Alternativo – Excluir Ambiente
A03.1	O ator clica na opção Excluir do Ambiente a ser excluído.
A03.2	O aplicativo solicita a confirmação da exclusão.
A03.3	O ator confirma a exclusão.
A03.4	O aplicativo exclui as informações na sua base de dados.
A03.5	O caso de uso é encerrado.

Fonte: O Autor (2014)

A Tabela 15 apresenta as exceções para este caso de uso.

Tabela 15: Exceções - Gerenciar Ambientes

E	Descrição
E01	O ator não preencheu o campo obrigatório de Nome
E01.1	O aplicativo retorna ao passo anterior.
E01.2	O aplicativo apresenta a mensagem de campo obrigatório não preenchido.

Fonte: O Autor (2014)

A Tabela 16 apresenta as regras de negócio para este caso de uso.

Tabela 16: Regras de Negócio - Gerenciar Ambientes

RN	Campo	Tipo	Obrigatório	Observação
RN01	Nome	Texto	Sim	N.A

Fonte: O Autor (2014)

Assim, como pós-condições temos:

- Após a execução desse caso de uso, um ambiente deverá ter sido inserido com sucesso; ter seus dados alterados com sucesso; ou ter sido excluído do aplicativo com sucesso.
- O sistema exibirá a tela inicial do aplicativo (listagem de ambientes).
- As informações dos ambientes estarão atualizadas na base de dados do aplicativo.

4.3.2.3 Gerenciar Dispositivos

Este caso de uso tem por objetivo permitir listar, adicionar, alterar, excluir e controlar dispositivos no aplicativo. O Ator principal é o usuário, que pode realizar consultas, cadastros, alterações de dados e exclusões de dispositivos. Como pré-condições deste caso de uso, o aplicativo deve estar instalado no dispositivo, devem existir ambientes cadastrados no aplicativo, o ator deve ter selecionado um ambiente para gerenciar os dispositivos do mesmo. A Tabela 17 apresenta o fluxo principal deste caso de uso.

Tabela 17: Fluxo Principal - Gerenciar Dispositivos

FP	Descrição
P01	Fluxo Principal - Listar Dispositivos
P01.1	O caso de uso é iniciado quando o ator seleciona a opção gerenciar dispositivos de um determinado ambiente.
P01.2	O aplicativo exibe a tela com a listagem dos dispositivos e as funcionalidades de gerenciamento de dispositivos.
P01.3	O ator seleciona a opção desejada [A01] [A02] [A03] [A04].
P01.4	O caso de uso é finalizado.

A Tabela 18 apresenta os fluxos alternativos para este caso de uso.

Tabela 18: Fluxo Alternativo - Gerenciar Dispositivos

(continua)

FA	Descrição
A01	Fluxo Alternativo – Adicionar Dispositivo
A01.1	O ator seleciona a opção de Adicionar Novo Dispositivo.
A01.2	O aplicativo exibe a tela de Adicionar Novo Dispositivo.
A01.3	O ator preenche os campos [RN01].
A01.4	O ator clica em Salvar.
A01.5	O aplicativo valida os campos preenchidos [E01].
A01.6	O aplicativo insere as informações na sua base de dados.
A01.7	Fim do caso de uso.
A02	Fluxo Alternativo – Editar Dispositivo
A02.1	O ator seleciona a opção de Editar do dispositivo a ser editado.
A02.2	O aplicativo exibe a tela de Editar Dispositivo.
A02.3	O ator preenche os campos [RN01] [RN02] [RN03] [RN04].
A02.4	O ator clica em Salvar.
A02.5	O aplicativo valida os campos preenchidos [E01] [E02] [E03] [E04].
A02.6	O aplicativo insere as informações na sua base de dados.
A02.7	Fim do caso de uso.
A03	Fluxo Alternativo – Excluir Dispositivo
A03.1	O ator clica na opção Excluir do dispositivo a ser excluído.
A03.2	O aplicativo solicita a confirmação da exclusão.
A03.3	O ator confirma a exclusão.
A03.4	O aplicativo exclui as informações na sua base de dados.
A03.5	O caso de uso é encerrado.

FA	Descrição
A04	Fluxo Alternativo – Controlar Dispositivo
A04.1	O ator clica na opção Controlar do dispositivo a ser controlado.
A04.2	O aplicativo exibe a tela de controle do dispositivo conforme o tipo do mesmo [A05] [A06] [A07].
A05	Fluxo Alternativo – Controlar Dispositivo – Rele Module (Módulo Relé)
A05.1	O aplicativo apresenta a opção de ligar ou desligar o dispositivo.
A05.2	O ator seleciona a opção desejada.
A05.3	O caso de uso é encerrado.
A06	Fluxo Alternativo – Controlar Dispositivo – Av Module (Módulo Infravermelho)
A06.1	O aplicativo apresenta a opção de ligar ou desligar o dispositivo.
A06.2	O ator seleciona a opção desejada.
A06.3	O caso de uso é encerrado.
A07	Fluxo Alternativo – Controlar Dispositivo – Servo Module (Módulo Servo Motor)
A07.1	O aplicativo apresenta a opção de ligar ou desligar o dispositivo.
A07.2	O ator seleciona a opção desejada.
A07.3	O caso de uso é encerrado.

Fonte: O Autor (2014)

A Tabela 19 apresenta as exceções para este caso de uso.

Tabela 19: Exceções - Gerenciar Dispositivos

(continua)

E	Descrição
E01	O ator não preencheu o campo obrigatório de Nome
E01.1	O aplicativo retorna ao passo anterior.
E01.2	O aplicativo apresenta a mensagem de campo obrigatório não preenchido.

E	Descrição
E02	O ator não preencheu o campo obrigatório de Código
E02.1	O aplicativo retorna ao passo anterior.
E02.2	O aplicativo apresenta a mensagem de campo obrigatório não preenchido.
E03	O ator não preencheu o campo obrigatório de Tipo
E03.1	O aplicativo retorna ao passo anterior.
E03.2	O aplicativo apresenta a mensagem de campo obrigatório não preenchido.
E04	O ator não preencheu o campo obrigatório de Fabricante
E04.1	O aplicativo retorna ao passo anterior.
E04.2	O aplicativo apresenta a mensagem de campo obrigatório não preenchido.

Fonte: O Autor (2014)

A Tabela 20 apresenta as regras de negócio para este caso de uso.

Tabela 20: Regras de Negócio - Gerenciar Dispositivos

RN	Campo	Tipo	Obrigatório	Observação
R01	Nome	Texto	Sim	N.A
R02	Código	Texto	Sim	Serão aceitos apenas caracteres numéricos.
R03	Tipo	Combo	Sim	Os tipos disponíveis para o ator selecionar serão: Servo, Relé ou AV.
R04	Fabricante	Combo	Sim	Os tipos disponíveis para o ator selecionar serão: Samsung

Fonte: O Autor (2014)

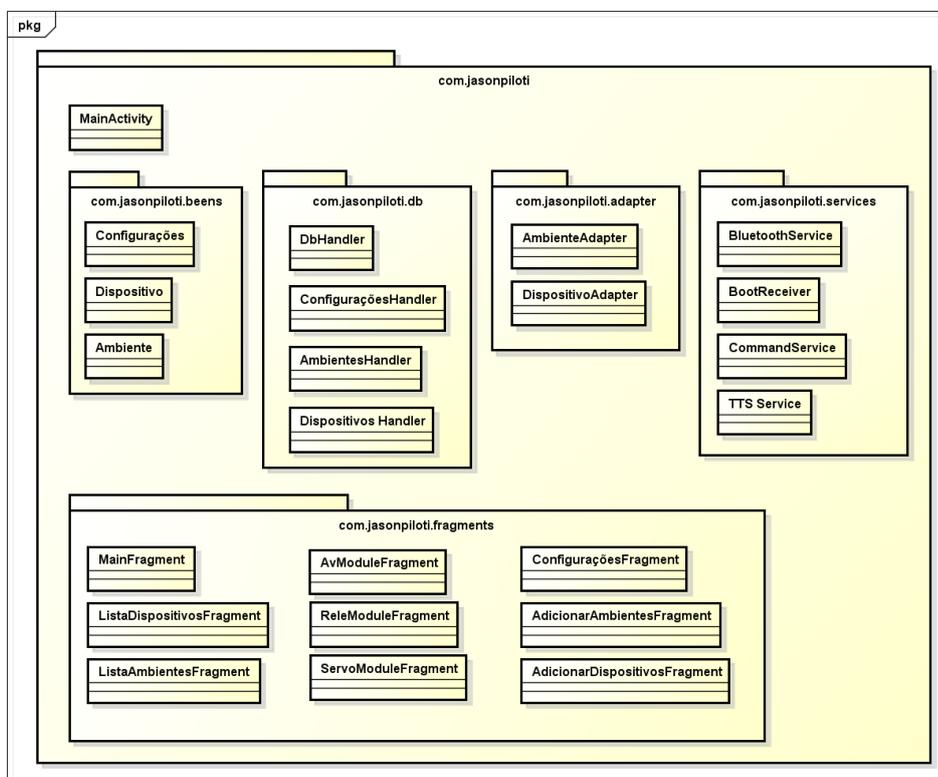
Assim, como pós-condições temos:

- Após a execução desse caso de uso, um dispositivo deverá ter sido inserido com sucesso; ter seus dados alterados com sucesso; ou ter sido excluído do aplicativo com sucesso.
- O sistema exibirá a tela de listagem de dispositivos do ambiente em questão.
- As informações de dispositivos estarão atualizadas na base de dados do aplicativo.

4.3.3 Diagramas de Classe

Partindo dos requisitos levantados, a modelagem utilizada no desenvolvimento da presente aplicação apresenta a separação das classes por pacotes, como demonstra a Figura 15, facilitando a concepção do projeto.

Figura 15: Diagrama de Classe: Pacotes

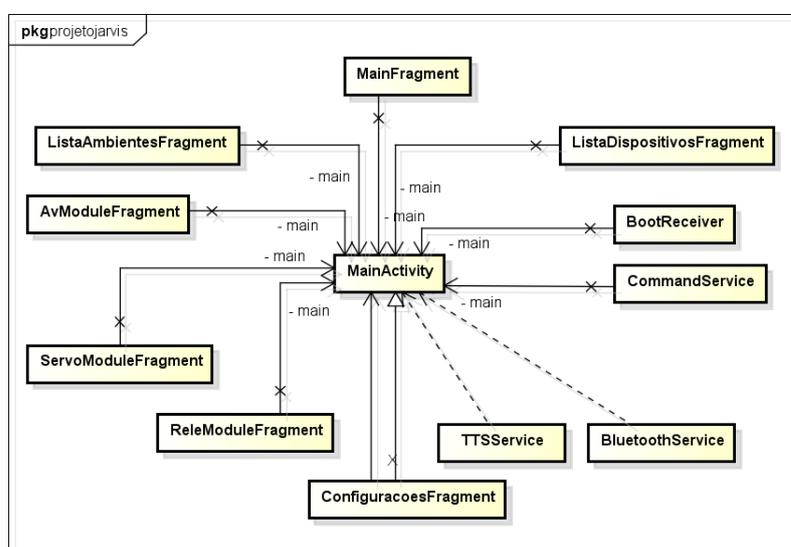


O pacote próprio da aplicação contém subpacotes *beans* (objetos), *DB* (banco de dados), *adapters* (adaptadores), *services* (serviços) e *fragments* (fragmentos) e uma classe principal do sistema *MainActivity*, que gerencia a interface visual do usuário, além dos blocos de construção essenciais para o funcionamento de uma aplicação Android.

4.3.3.1 *MainActivity*

A classe *MainActivity*, como apresenta a Figura 16, é a classe principal do sistema, responsável pelo gerenciamento da interface. Ela possui um ciclo de vida próprio, onde incorpora fragmentos e serviços. Cada fragmento representa uma parte da interface apresentada ao usuário, ou seja, possuem, também, ciclos de vida próprios (ANDROID, 2014b).

Figura 16: Diagrama de Classe: *MainActivity*



Fonte: O Autor (2014)

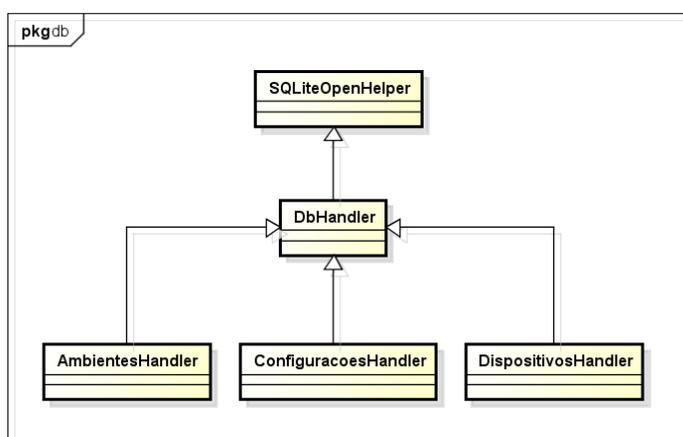
A navegação pelos fragmentos da aplicação é dado através de um *drawer*¹², apresentando ao usuário o conteúdo do fragmento selecionado. Os fragmentos

¹² Painel de navegação com transição a partir da borda esquerda da tela, exibindo as principais opções de navegação do aplicativo (ANDROID, 2014c).

4.3.3.3 Pacote DB (*Data Base*)

Como ilustra a Figura 18, o Pacote DB possui classes específicas para o controle do banco de dados do aplicativo. O SQLite, versão 3.4.0, usado no desenvolvimento da aplicação, é nativo da plataforma Android (ANDROID, 2014d).

Figura 18: Diagrama de Classe: Pacote *DB*



Fonte: O Autor (2014)

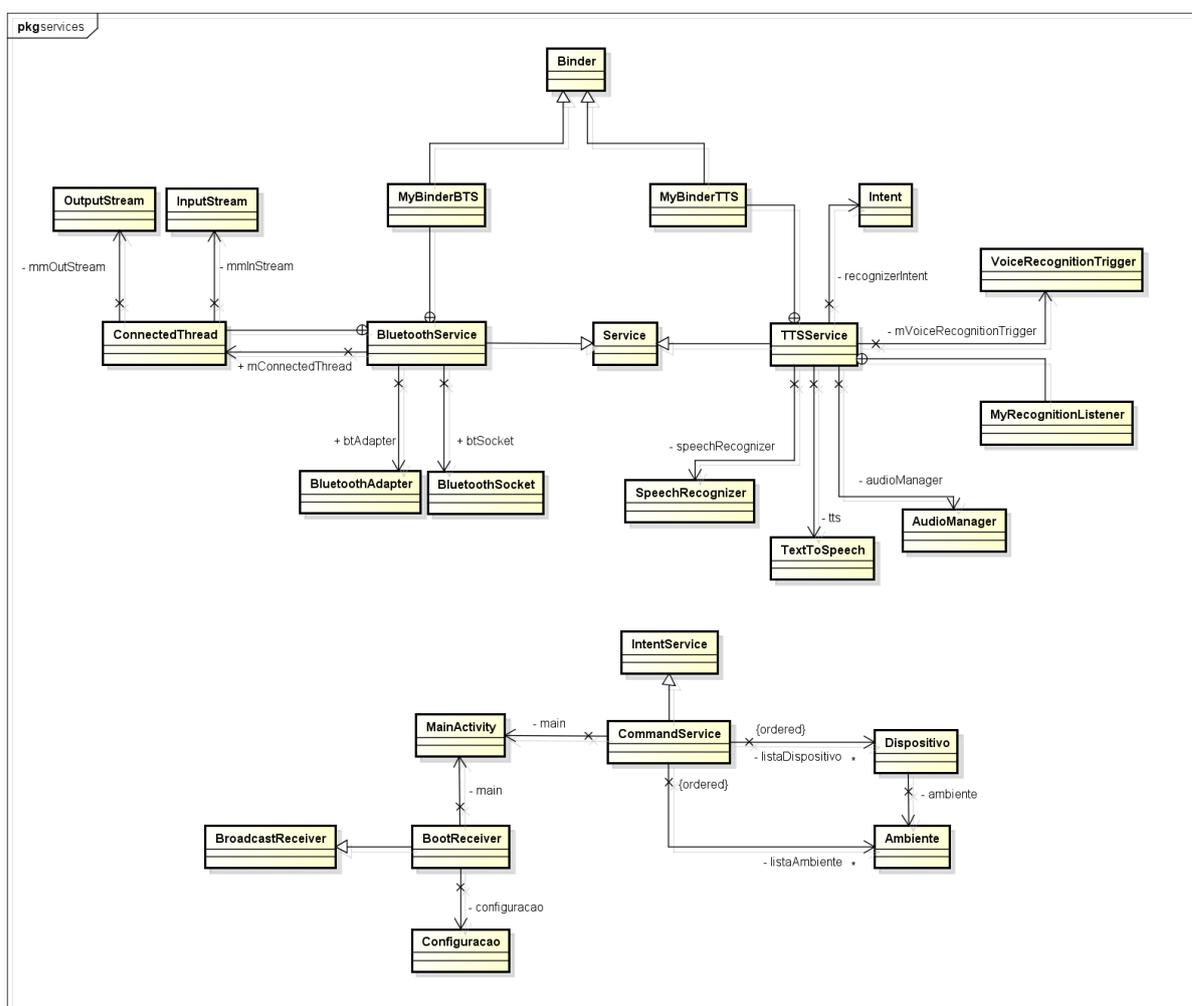
A classe `DBHandler` que compõe este pacote tem por função gerar e versionar a base de dados. As classes `AmbientesHandler`, `DispositivosHandler` e `ConfiguracoesHandler` gerenciam as leituras, inserções e exclusões da base de dados.

4.3.3.4 Pacote *Services*

Serviços no Android não possuem uma interface visual, apenas executam em *background* por um período de tempo indeterminado, determinadas ações. O Android dispõe de diversos tipos de serviço: os que permitem conexões durante sua execução para leitura de estado (*Bounded*), os que apenas executam seu ciclo de vida (*started*) e os que reagem às ações enviadas pelo sistema operacional (*BroadCastReceiver*) (ANDROID, 2014e).

Como apresenta a Figura 19, há quatro serviços (*services*) criados para o funcionamento e execução da aplicação. O BluetoothService e o TTSService utilizam de uma conexão *Binder*, que permite o acesso aos métodos deste serviço. O BluetoothService tem por função enviar e monitorar o tráfego de mensagens *Bluetooth* de dispositivos pareados. Já o TTSService é responsável por reconhecer e sintetizar comandos de voz, com a vantagem de não necessitar acesso a internet para validação da dicção.

Figura 19: Diagrama de Classe: Pacote Services



Fonte: O Autor (2014)

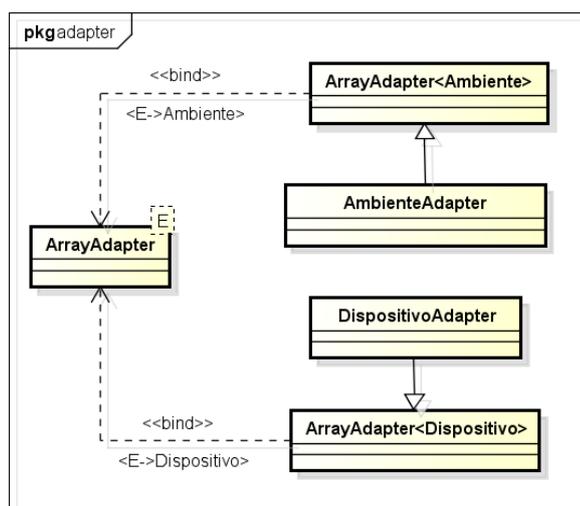
Executado a partir de uma determinada ação do aplicativo, o serviço **CommandService** executa seu ciclo de vida, realizando possíveis ações dos dispositivos cadastrados na base de dados pelo usuário. O **BootReceiver** é um

serviço executado a partir do *boot* do sistema operacional e apenas faz com que o serviço de TTS iniciem seu ciclo.

4.3.3.5 Pacote *Adapters*

No Android, há componentes visuais que necessitam adaptadores para que objetos sejam populados, como o *ListView*¹³, utilizado neste aplicativo. Como ilustra a Figura 20, o pacote *Adapters* contém classes que adaptam a visualização de objetos à tela do usuário. Neste caso, *AmbienteAdapter* serve para a exibição dos ambientes e *DispositivoAdapter* para a exibição dos Dispositivos.

Figura 20: Diagrama de Classe: Pacote *Adapters*

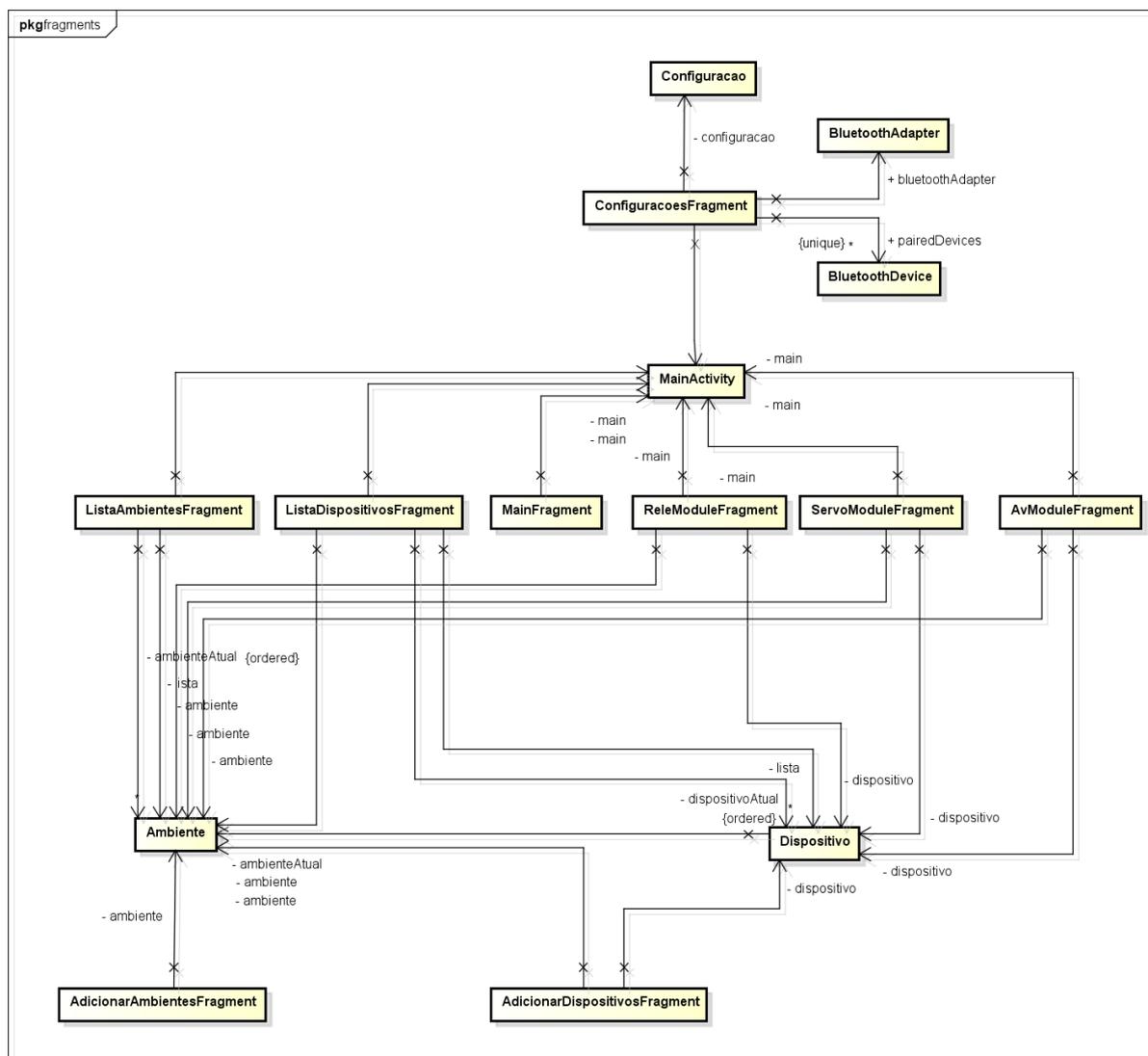


Fonte: O Autor (2014)

4.3.3.6 Pacote *Fragments*

O pacote *Fragments* são classes de visões apresentadas ao usuário, incorporadas ao arquivo principal da aplicação, como ilustra a Figura 21.

¹³ *ListView* é um componente de exibição em formato de lista de itens, automaticamente inserido, utilizando um adaptador de dados, seja ele uma consulta de matriz ou de banco de dados, resultando em uma visão ao usuário (ANDROID, 2014f).

Figura 21: Diagrama de Classe: Pacote *Fragments*

Fonte: O Autor (2014)

O pacote *Fragments* é composto por:

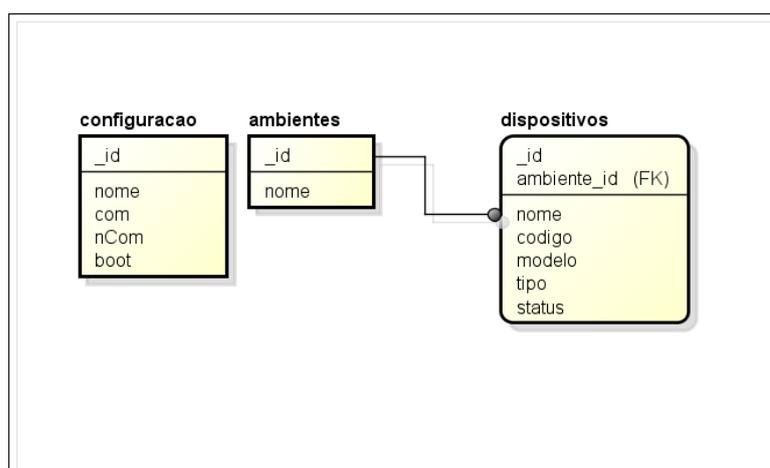
- **MainFragment:** responsável pelo controle das ações dispostas no aplicativo, através de comandos de voz.
- **ConfiguracoesFragment:** tem como função configurar o aplicativo para seu funcionamento, como preferências de inicialização e dispositivos *Bluetooth* conectados.
- **ListaAmbientesFragment:** apresenta os ambientes cadastrados na base de dados.

- AdicionarAmbientesFragment: apresenta e executa funções de CRUD¹⁴ na tabela Ambientes da base de dados.
- ListaDispositivosFragment: apresenta os dispositivos cadastrados no ambiente, recorrentes a base de dados.
- AdicionarDispositivosFragment: apresenta e executa funções de CRUD na tabela Dispositivos da base de dados.
- ReleModuleFragment, ServoModuleFragment e AvModuleFragment: a função é de intermediar o controle do módulo eletrônico ao usuário através de uma interface gráfica.

4.3.4 Diagrama ER

A Figura 22 apresenta o Diagrama Entidade Relacionamento (DER), utilizado na presente aplicação. Ele ilustra os relacionamentos que as tabelas e campos da base de dados deverão ter. Neste caso, são utilizadas apenas três tabelas, sendo que há relacionamento somente entre ambientes e dispositivos. Ou seja, cada ambiente único pode conter "n" dispositivos.

Figura 22: Diagrama Entidade Relacionamento



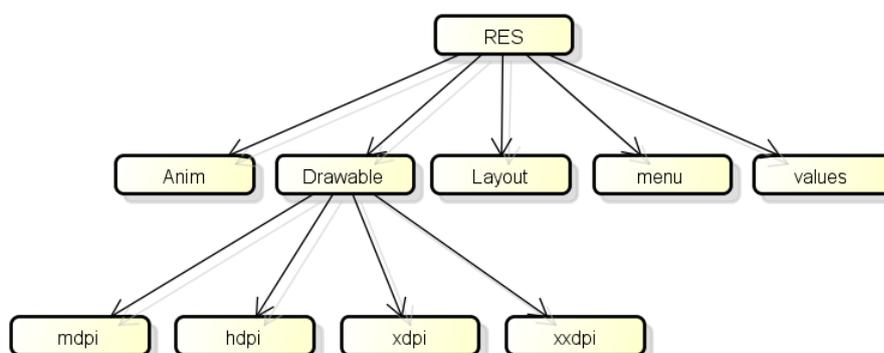
Fonte: O Autor (2014)

¹⁴ Acrônimo de Create, Read, Update e Delete em língua Inglesa.

4.3.5 Implementação

O desenvolvimento de aplicações Android é composto por classes, bibliotecas e recursos, como arquivos de interface gráfica, configurações e permissões. Um dos arquivos de extrema importância é o `AndroidManifest.xml`, que declara os componentes da aplicação e as bibliotecas utilizadas, além de realizar o gerenciamento das permissões que devem ser concedidas para a execução da aplicação. A Figura 23 apresenta a segmentação dos recursos dentro da aplicação.

Figura 23: Fluxograma de recursos do aplicativo



Fonte: O Autor (2014)

De acordo o fluxograma apresentado, os recursos podem possuir animações, imagens, estrutura de layouts e menus, além de valores constantes da aplicação, como cores, margens, etc. Para a presente aplicação, foram utilizados os seguintes recursos:

- Anim: arquivos referentes às animações do sistema; `show.xml` e `hide.xml` são responsáveis pela transição de telas do aplicativo.
- Drawable: arquivos de *layout* comuns a componentes; `list_selector.xml`, que determina estados visuais das *listviews* e arquivos de imagens do aplicativo, segmentados por resoluções (`mdpi`, `hdpi`, `xhdpi` e `xxdpi`). Assim a utilização das imagens varia de acordo com a resolução do smartphone do usuário, evitando a perda da qualidade gráfica.
- Layout: Para cada Fragmento e Atividade criada nas classes, é necessário um arquivo de visualização gráfica apresentada ao

usuário. Neste grupo, encontram-se arquivos em formato XML com uma estrutura de *views* e componentes.

- Menu: encontram-se arquivos de listas referentes aos menus disponíveis. São utilizadas duas listas de menus, sendo a *edit_actions.xml* usada para ações de edição; *list_actions.xml* usada para exibir ações de edição e exclusão.
- Values: São as referências do aplicativo, que possuem constantes para o layout; *colors.xml* com a lista de cores utilizadas; *styles.xml* com definições do tema; *dimens.xml* com a lista de margens; *strings.xml* com a lista de palavras comuns a aplicação.

4.4 COMUNICAÇÃO

Para uma efetiva comunicação entre o aplicativo e o sistema embarcado se fez necessário a criação de um protocolo de comunicação através de um padrão *String*. De acordo com a Figura 24, o formato do protocolo é dividido em três partes, formando um pacote a ser enviado aos módulos eletrônicos:

Figura 24: Protocolo de comunicação utilizado entre *software* e *hardware*.



Fonte: O Autor (2014)

Cada módulo eletrônico possui quatro *slots* para *jumpers* (+1 / +2 / +3 / +4). Para cada *jumper* aplicado, é somado o seu valor, resultando em 10 combinações de código que podem ser definidos ao aparelho. Assim, tanto o aplicativo quanto o

sistema embarcado, reconhecem que o valor até "#" representa o código do aparelho, e após a "#" o comando a ser executado.

A Tabela 21 descreve todos os comandos que podem ser compartilhados entre o aplicativo e o sistema embarcado.

Tabela 21: Comandos reconhecidos pelo sistema embarcado

Comando	Descrição
Open	Executa o ciclo de rotação do módulo Servo Motor.
Close	Executa o ciclo de rotação inverso do módulo Servo Motor.
Up	Executa parte do ciclo de rotação do módulo Servo Motor.
Down	Executa parte do ciclo de rotação inverso do módulo Servo Motor.
On	Liga o dispositivo associado ao Módulo Infravermelho e Relé.
Off	Desliga o dispositivo associado ao Módulo Infravermelho e Relé.
statusDevice	Retorna o status do dispositivo.
upChannel	Altera o canal do dispositivo associado ao Módulo Infravermelho.
downChannel	Altera o canal do dispositivo associado ao Módulo Infravermelho.
upVolume	Altera o volume do dispositivo associado ao Módulo Infravermelho.
downVolume	Altera o volume do dispositivo associado ao Módulo Infravermelho.
Mute	Silênci o dispositivo associado ao Módulo Infravermelho.

4.5 HARDWARE E TECNOLOGIA

Todos os dispositivos eletrônicos presentes no projeto são gerenciados pela plataforma de *hardware* aberto Arduino, que conta com um micro controlador Atmel Atmega328 e componentes eletrônicos montados em uma placa de circuito impresso, dispondo de uma interface serial para comunicação (OLIVEIRA, 2012).

A plataforma dispõe de um ambiente próprio e gratuito para o desenvolvimento, utilizando a linguagem de programação *Wiring*, baseada em C e C++ (WIRING, 2014). Através do ambiente, é possível conectar o computador ao *hardware* para a transferência das instruções programadas. Junto a ele, encontram-se diversas bibliotecas de implementação, a fim de facilitar a comunicação com os componentes acoplados à placa.

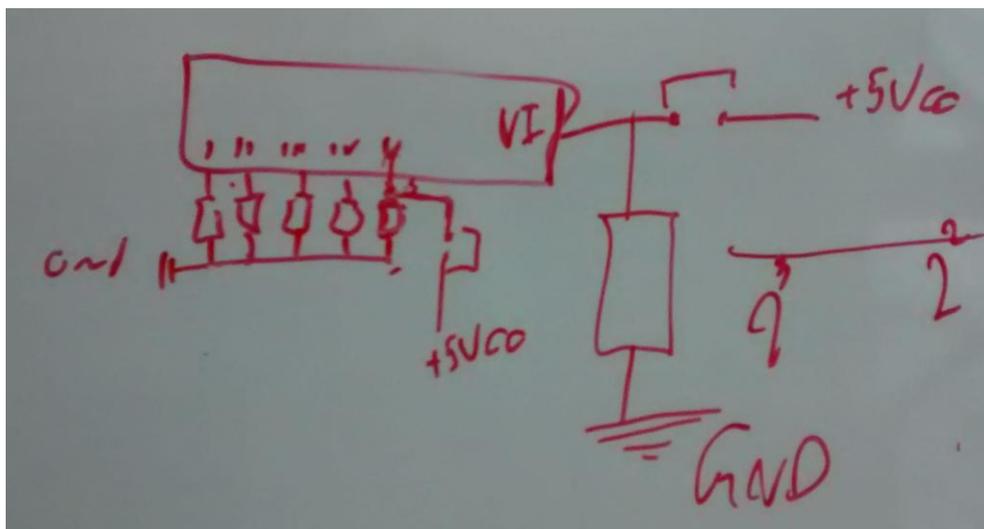
O código mínimo necessário para que este seja compilado e gravado no micro-controlador é de apenas duas funções: *setup()* e *loop()*. A função de *setup()* é executada a partir do *boot* do micro-controlador e é utilizada para inicializar variáveis, modos de pinos e bibliotecas a serem utilizadas. Ela executa uma vez após cada energização ou reset da placa Arduino. Já a função *loop()* é executada continuamente após a *setup()* e tem como objetivo controlar ativamente a placa Arduino (ARDUINO, 2014a).

Assim, cada módulo que compõe o presente trabalho possui funções e componentes específicos necessários para seu funcionamento.

4.5.1 Implementação

Para a efetiva implementação de cada módulo, processos como planejamento, prototipagem e montagem se fizeram necessários. Como ilustra a Figura 25, através de esboços, foi possível delinear possíveis meios de montagem.

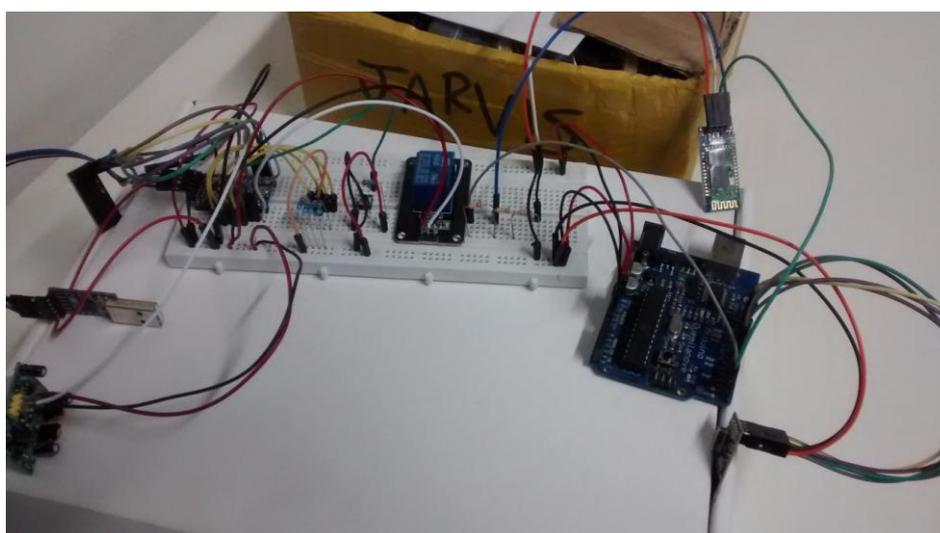
Figura 25: Esboço de implementação do *hardware*.



Fonte: O Autor (2014)

A partir da ideia concebida, a idealização dos protótipos foi concretizada. Por meio de *protoboards*¹⁵, foram reproduzidos cada módulo separadamente, como apresenta a imagem Figura 26.

Figura 26: Protótipo de montagem dos módulos



Fonte: O Autor (2014)

¹⁵ Placas com conexões condutoras, utilizadas para montagem de circuitos elétricos experimentais, sem a necessidade da soldagem de componentes (CRUZ, 2014).

Assim, possíveis erros e melhorias abordados neste processo puderam ser corrigidos e implementados, possibilitando a confecção de cada circuito eletrônico descrito nos itens abaixo.

4.5.1.1 Central de Automação

Como abordado na introdução do Capítulo 4, este módulo é responsável pela comunicação entre o *smartphone* e os demais módulos que compõem o ambiente (Módulo Relé, Módulo Servo Motor e Módulo Infra Vermelho). Para que esta comunicação ocorra, é necessário que o *smartphone* esteja em uma área de no máximo 10 metros e possua a tecnologia *Bluetooth*.

A Central de Automação faz o gerenciamento da conexão do *smartphone* a ela, estabelecendo uma conexão. Todos dados recebidos do *smartphone* são convertidos e repassados aos demais módulos que compõem o sistema através de *Broadcast*. Para isso, é utilizada a tecnologia de radiofrequência, que opera em uma faixa de 2.4GHz, com uma faixa de propagação de aproximadamente 30 metros. Ambos os modos de conexão podem sofrer com interferências decorrentes de questões climáticas ou geográficas e de objetos externos.

A alimentação deste módulo é feita com corrente contínua, com tensão de 12 volts (V), obtida por intermédio de uma fonte de alimentação chaveada, que tem a capacidade de fornecer até 1 ampere (A) de corrente. O circuito elétrico deste módulo consome em média 0,3A, gerando um consumo máximo de 0,066 Kilowatt/hora (kWh).

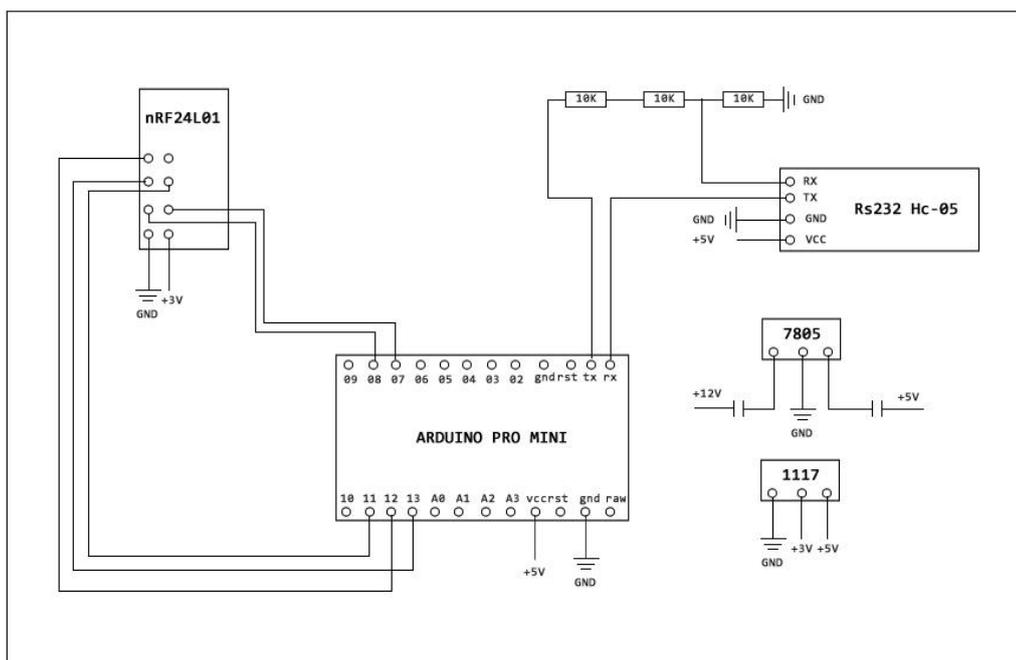
O custo médio de desenvolvimento da Central de Automação no Brasil pode chegar a R\$ 130,00.

4.5.1.1.1 Componentes eletrônicos

Para o desenvolvimento deste circuito se faz necessário o uso dos componentes eletrônicos listados no Apêndice B. Todos os módulos que compõem este trabalho tem em comum componentes de alimentação e comunicação. O regulador de tensão 7805 é utilizado para ajustar a tensão a 5V, necessário para o

funcionamento do circuito. O componente 1117 ajusta a tensão para 3,3V, necessária para o funcionamento do módulo de radiofrequência. A Central de Automação faz uso do protocolo serial RS 232 para efetuar a comunicação entre Bluetooth e micro-controlador, este por meio de (TX/RX). A Figura 27 apresenta o esquema elétrico para confecção deste circuito.

Figura 27: Esquema elétrico: Central de Automação.



Fonte: O Autor (2014)

4.5.1.1.2 Código Fonte

Utilizando a biblioteca de interface para o *chip* nRF24L01 (APARCANA, 2014), com objetivo de estabelecer uma comunicação serial entre este e os demais módulos do projeto, é necessário que esta seja instanciada no escopo do programa. O trecho de código abaixo faz o carregamento da biblioteca seguido de sua inicialização.

```
#include <SPI.h>
#include <nRF24L01p.h>
nRF24L01p transmitter(7,8);
```

Para que todos os módulos enviem e interceptem mensagens à Central de Automação, é necessário que utilizem um canal de comunicação em comum e possuam um endereço. O trecho de código abaixo faz o endereçamento desta comunicação, ou seja, a partir do canal 90, utiliza-se o endereço "PortaTX" para o envio de mensagens e endereço "PortaRX" para interceptar.

```
transmitter.channel(90);
transmitter.RXaddress("PortaRX");
transmitter.TXaddress("PortaTX");
transmitter.init();
```

Quando há mensagens recebidas pelo bluetooth, seguidamente são transmitidas aos demais módulos. O mesmo ocorre no processo inverso.

4.5.1.2 Rele Module (Módulo Relé)

Responsável pela manobra de acionamento dos dispositivos elétricos/eletrônicos ligados a ele. A partir da alimentação de uma bobina elétrica, este módulo permite o gerenciamento de uma corrente máxima de 250V, por meio de três formas de controle, sendo elas:

- Acionamento manual: pressionando um botão disposto em sua interface, pode-se ligar ou desligar o aparelho conectado.
- Aproximação e movimento: através de um sensor com um ângulo de alcance de 100°, pode auto acionar o aparelho conectado e mantê-lo ligado enquanto ocorra movimento.

- Acionamento através do aplicativo instalado no *smartphone*: pode receber comandos repassados através de radiofrequência e pela Central de Automação, ligando ou desligando o aparelho conectado.

A alimentação do módulo é realizada através de corrente contínua, com tensão de 12V, obtida por intermédio de uma fonte de alimentação chaveada, que tem a capacidade de fornecer até 1A de corrente. O circuito elétrico deste módulo consome em média 0,3A, gerando um consumo máximo de 0,066kWh.

O custo médio de desenvolvimento deste módulo no Brasil pode chegar a R\$ 130,00.

4.5.1.2.1 Componentes eletrônicos

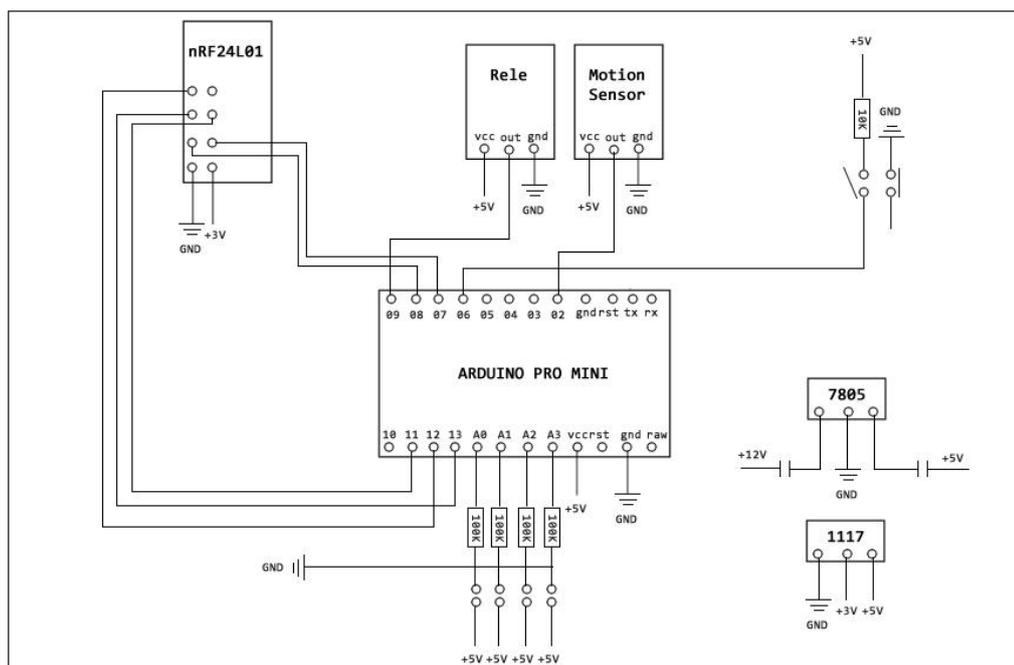
Para o desenvolvimento deste circuito se faz necessário o uso dos componentes eletrônicos listados no Apêndice C. Além dos componentes de comunicação e alimentação, também utilizados na Central de Automação, este módulo em específico faz uso de dois componentes: Relé, um interruptor eletromecânico, acionado pela alimentação de sua bobina através do pino nove do micro-controlador e um sensor de movimento, que emite um nível alto ao pino dois do micro-controlador quando há ocorrência de movimento.

Assim como o módulo de Servo Motor e Infra vermelho, este módulo em específico possui quatro pinos do micro-controlador destinados a identificação do aparelho. Ou seja, quando emitido um nível alto a este pino, esse passa a somar um valor a sua identificação como visto na Seção 4.4.

Para o controle manual deste módulo, é disposto um botão, o qual se mantém com nível alto até ser pressionado, informando a pino seis do micro-controlador a mudança de estado.

A Figura 28 apresenta o esquema elétrico para confecção deste circuito.

Figura 28: Esquema elétrico: Módulo Relé.



Fonte: O Autor (2014)

4.5.1.2.2 Código Fonte

Assim como a Central, este e os demais módulos (Servo Motor e Infravermelho) também utilizam a biblioteca nRF24L01 para comunicação. No entanto, seus endereçamentos são invertidos de modo que o endereço de escrita do módulo seja o de leitura da Central e vice-versa, como mostra o trecho de código abaixo:

```
transmitter.RXaddress("PortaTX");
transmitter.TXaddress("PortaRX");
```

Para controle do Relé, temos a variável booleana *statusControl* a qual tem seu estado alterado em determinados casos do código, assim quando esta for verdadeira o Relé é acionado, como mostra o código abaixo:

```
if (statusControl == true) {  
    digitalWrite(relePin, LOW);  
} else {  
    digitalWrite(relePin, HIGH);  
}
```

A lógica elaborada para os acionamentos manuais atua em paralelo com o acionamento remoto. As interrupções no código, dadas pela entrada de nível alto em determinados pinos, faz com que funções sejam executadas independente da linha em execução no momento, que, nesse caso, é utilizada para trocar o valor da variável *statusControl* como demonstrado no trecho de código abaixo:

```
attachInterrupt(sensorPin, sensorDetect, RISING);  
...  
void sensorDetect(){  
    if(pressControl == false){  
        sensorControl = true;  
        statusControl = true;  
        statusDevice = "on";  
        inicialTime = millis();  
    }  
}
```

Para o sensor de movimento é executada uma contagem de dez segundos a fim de trocar o estado da variável *statusControl* caso não ocorra movimento, como ilustra o trecho de código abaixo:

```
elapsedTime = millis();

if( sensorControl == true && (elapsedTime - inicialTime) >= 10000){
  sensorControl = false;
  statusControl = false;
  statusDevice = "off";
  inicialTime = millis();
}
```

4.5.1.3 Servo Module (Módulo Servo Motor)

Responsável por movimentar cortinas, janelas e persianas através de um sistema de gerenciamento de motores de passo, este módulo por intermédio de energia elétrica, alimenta as bobinas do motor intercaladamente (ARDUINO, 2014b). O dimensionamento desses motores varia de acordo com o projeto e a utilidade que está sendo visada para o mesmo, podendo variar no tamanho, força, potência, velocidade, corrente e carga.

O controle deste módulo é disposto de duas maneiras:

- Acionamento manual: dois botões localizados em sua interface que permitem o movimento do elemento acoplado a ele.
- Acionamento através do aplicativo instalado no *smartphone*: pode receber comandos repassados por radiofrequência, pela Central de Automação, movimentando o elemento acoplado a ele.

A alimentação desse módulo é feita com corrente contínua, com tensão de 12V, obtida por intermédio de uma fonte de alimentação chaveada, que tem a capacidade de fornecer até 1A de corrente. Este, ao contrário dos outros módulos utiliza duas fontes para alimentação, uma para o circuito elétrico e outra para o driver e motor. Por utilizar duas fontes, este módulo consome em média 0,6A tendo um consumo máximo de 0,132kWh.

O custo médio de desenvolvimento deste módulo no Brasil pode chegar a R\$ 150,00.

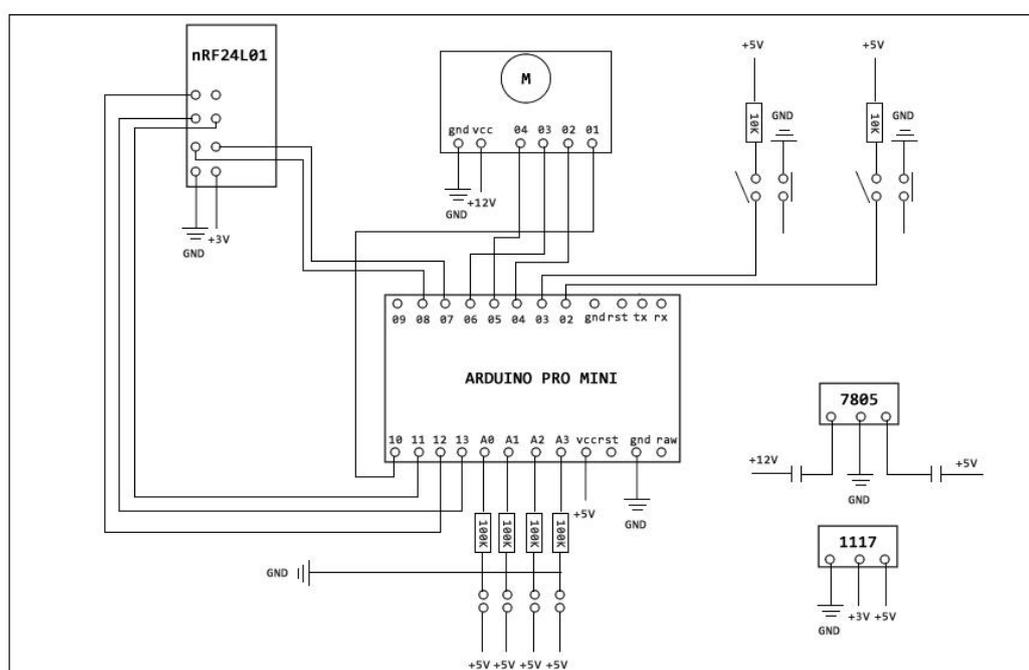
4.5.1.3.1 Componentes eletrônicos

Para desenvolvimento deste circuito faz-se necessário o uso dos componentes eletrônicos listados no Apêndice D. Esse módulo, além dos componentes de comunicação e alimentação, utiliza um *Driver* para o controle do motor de passo. Por meio dos pinos quatro, cinco, seis e dez, o *Driver* recebe níveis de corrente para alimentação das bobinas do motor que é acoplado a ele.

Também para o controle manual desse módulo é disposto dois botões que se mantêm com nível alto até serem pressionados, informando aos pinos dois e três do microcontrolador a respectiva mudança de estado.

A Figura 29 apresenta o esquema elétrico para confecção deste circuito.

Figura 29: Esquema elétrico: Módulo Servo Motor.



Fonte: O Autor (2014)

4.5.1.3.2 Código Fonte

A partir da biblioteca *Stepper* (ARDUINO, 2014c), própria do ambiente arduino, que oferece o controle de motores de passo unipolar ou bipolar, podemos

controlar o motor presente neste módulo. A inicialização da biblioteca é dada no escopo do programa, informando o número máximo de passos do motor e os respectivos pinos aos quais o ligam ao *driver*, a configuração da biblioteca é dada na função `setup()`, como mostra o trecho de código abaixo:

```
#include <Stepper.h>
Stepper stepper(64, 6, 10, 5, 4);
...
```

O movimento do motor é dado através da função `graus()`, a qual indica ao motor a direção, velocidade e a quantidade de passos que é preciso deslocar, como demonstrado no trecho de código a seguir:

```
void graus(int graus){
  for(int j = 0; j<86; j++){
    stepper.setSpeed(66+(j*4));
    stepper.step(10);
  }
  stepper.step(graus);

  funcao = "";
}
```

Essa função é executada a partir do tratamento dado no código, tendo ele vindo remotamente através da variável *funcao*, pela comunicação com a Central ou pelas interrupções de código vindas do acionamento manual, resultando em uma movimentação gradual.

4.5.1.4 AV Module (Módulo Infravermelho)

Com a função de unificar o controle de dispositivos que possuem acionamento remoto através de infravermelho, este módulo permite a execução de comandos comuns a aparelhos por meio de um diodo, emissor de luz infravermelha. Dispondo de uma comunicação por radiofrequência, com a Central de Automação, é possível o controle de determinadas funções do eletrônico previamente cadastrados no aplicativo.

A alimentação deste módulo é feita com corrente contínua, com tensão de 12V, obtida por intermédio de uma fonte de alimentação chaveada, que tem a capacidade de fornecer até 1A de corrente. O circuito elétrico deste módulo consome em média 0,3A, gerando um consumo máximo de 0,066kWh.

O custo médio de desenvolvimento deste módulo no Brasil pode chegar a R\$ 100,00.

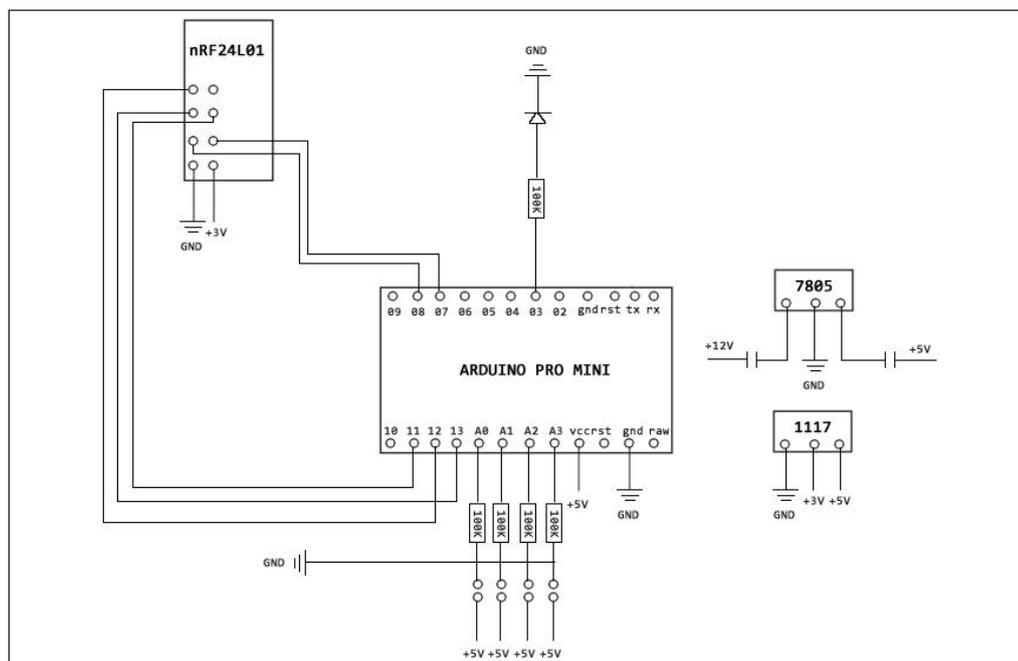
4.5.1.4.1 Componentes eletrônicos

Para desenvolvimento deste circuito se faz necessário o uso dos componentes eletrônicos listados no Apêndice E.

A comunicação com os aparelhos eletrônicos é realizada via infravermelho, sendo utilizado um LED IR para emitir os comandos. Este diodo, conectado ao pino três do micro-controlador, emite uma sequência de pulsos de luz infravermelha não visível a olho nu. Para a alimentação deste LED é necessária a utilização de um resistor de 100K, por este operar em uma corrente máxima de 1,5V e o micro-controlador a 5V.

A Figura 30 apresenta o esquema elétrico para confecção deste circuito.

Figura 30: Esquema elétrico: Módulo Infravermelho.



Fonte: O Autor (2014)

4.5.1.4.2 Código Fonte

Para tratar do protocolo infravermelho, foi utilizada a biblioteca IRremote (SHIRRIFF, 2014), projetada para codificação e decodificação de comandos IR. Em geral, cada empresa possui um protocolo de IR diferente e a biblioteca IRremote possui suporte a uma grande parte delas. Com isso, a biblioteca precisa ser instanciada ao escopo do programa como mostra o trecho de código abaixo:

```
#include <IRremote.h>

nRF24L01p receiver(7,8);//CSN,CE
IRsend irsend;
```

A partir disso é possível enviar uma sequência de dados convertidos em pulsos ao pino ao qual o led está conectado, executando determinada ação do

eletro/eletrônico presente no ambiente. O trecho de código abaixo mostra o vetor contendo a instrução para ligar um dispositivo da marca Samsung e a execução desse vetor pela biblioteca:

```
Unsigned int
```

```
S_pwr[68]={4600,4350,700,1550,650,1550,650,1600,650,450,650,450,650,450,650,450,700,400,700,1550,650,1550,650,1600,650,450,650,450,650,450,700,450,650,450,650,450,650,1550,700,450,650,450,650,450,650,450,650,450,700,400,650,1600,650,450,650,1550,650,1600,650,1550,650,1550,700,1550,650,1550,650};
```

```
if(actionDevice.equals("S_on")){  
    irsend.sendRaw(S_pwr,68,38);  
    delay(100);  
}
```

5 TESTES E RESULTADOS

A partir de um ambiente criado que simula uma sala, cozinha, banheiro e um quarto, se pôde demonstrar o uso da ferramenta desenvolvida neste trabalho. Ele foi configurado através da utilização de uma Central de Automação, inserida na sala, três módulos Relé, ligados às lâmpadas de cada ambiente e um módulo Servo Motor, para o controle da janela da sala. O usuário, neste caso um cadeirante, pode experimentar e avaliar a solução.

A Figura 31 ilustra a instalação dos módulos descritos. Para o funcionamento, eles foram acoplados ao sistema elétrico já existente, o que facilitou o processo de instalação e não necessitou de modificações na estrutura do ambiente.

Figura 31: Instalação do Módulo Relé.



Fonte: O Autor (2014)

Para a realização dos testes, o cadeirante foi convidado a se locomover pelo ambiente, verificando o alcance dos sensores de presença dos Módulos de Relé. Eles se mostraram eficazes na execução das tarefas necessárias, não apresentando problemas na identificação de movimentos. O acionamento manual, no entanto, não apresentou bom funcionamento, conflitando a ação do usuário com o sensor de movimento. Isto fez com que, as luzes acendessem logo após o usuário ter solicitado o desligamento. Já os testes de acionamento manual do módulo Servo Motor ocorreram da maneira esperada, abrindo e fechando a janela conforme as

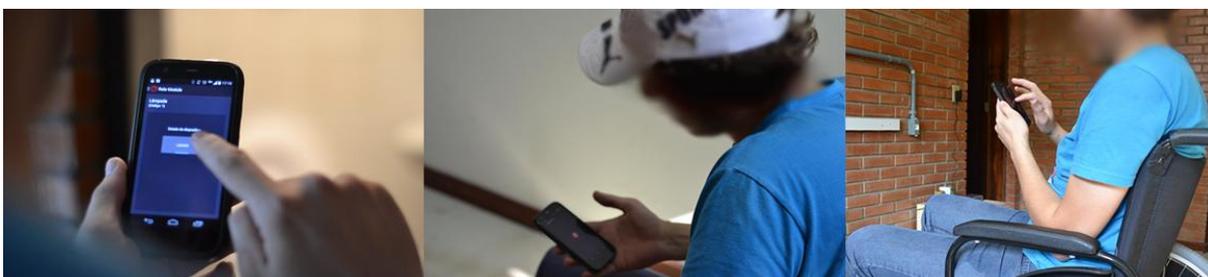
ações executadas pelo usuário na interface proposta, instalada na altura da cadeira de rodas.

A partir do aplicativo instalado e configurado no *smartphone*, o usuário também executou os testes de acionamento remoto, tendo controle de todos os módulos instalados, independente do ambiente em que se encontrava. Em determinados momentos, foi constatado atraso no envio de informação e o não acionamento do dispositivo. Ou seja, o usuário solicitou o acionamento de um determinado módulo, e este não respondeu a esta solicitação. No entanto, o feedback exibido pelo aplicativo condizia com o estado atual em que o dispositivo se encontrava.

Para os testes com reconhecimento de voz, o usuário solicitou uma série de comandos verbais, como funções e estado do dispositivo em questão. Este em alguns momentos, apresentou erros quanto à identificação da pronúncia, sintetizando o não reconhecimento do comando.

A Figura 32 ilustra o momento da realização destes testes.

Figura 32: Usuário realizando testes no ambiente.



Fonte: O Autor (2014)

Após a experiência de uso do ambiente, o usuário foi convidado a responder um questionário contendo critérios de validação de TA (Tecnologia Assistiva) como perspectivas da PD&I (DELGADO, 2014). O questionário está no Anexo A, como forma de avaliação do presente projeto. As colocações levantadas pelo usuário estão pontuadas abaixo:

- Considera a solução útil, destaca funcionalidade de acionamento por presença de extrema importância e ressalta que não se trata de resolver seus problemas, mas sim facilitá-los;

- Acordou que o desenho é simples e objetivo, tanto do aplicativo quanto os módulos eletrônicos;
- Satisfez seu critério de qualidade se tratando de um protótipo, frisando que é necessário melhorias para um eventual produto final;
- Não relatou incômodo na utilização;
- Ressaltou que o uso é simples e intuitivo tanto para o deficiente quanto seu cuidador.

É importante frisar que os testes foram executados por um usuário apenas. Se tratando de uma variedade de dispositivos suportados pelo sistema, outros diversos testes seriam necessários para uma avaliação concisa. Porém com base neste único teste, já é possível determinar melhorias e futuras implementações.

6 CONCLUSÕES

Com o advento da informática, o mundo se mantém em constante transformação tecnológica. Um exemplo disso são os *smartphones* e seus aplicativos, que já se tornaram parte de nosso cotidiano.

Sabe-se que um quarto da população brasileira possui alguma deficiência, e que estas pessoas se deparam, diariamente, com dificuldades de locomoção e acesso, inclusive em suas residências. Sendo assim, utilizar tal tecnologia, a fim de auxiliar os usuários em suas rotinas diárias, é uma premissa que o presente projeto busca atender.

É cada vez maior a presença de computadores em tarefas cotidianas. A Automação Residencial têm propiciado ótimas soluções de acessibilidade a pessoas com deficiência, principalmente paraplégicos e tetraplégicos.

Este trabalho abordou uma solução de Automação Residencial Inclusiva e financeiramente viável para uma maior quantidade de pessoas com deficiência; utilizando tecnologias de Automação Residencial para disponibilizar interfaces capazes de proporcionar um nível profundo de experiência de interação entre o sujeito e o meio; além de possibilitar a criação de novas formas de interação para com essas pessoas.

Baseando-se nas informações presentes neste trabalho concluímos que é possível criar uma solução de Automação Residencial Inclusiva com plataformas abertas sem que haja a necessidade de alterações complexas na arquitetura do domicílio. No entanto, este estudo deve ser ampliado, para que cada vez mais possamos buscar facilitar a vida destes indivíduos.

Assim, sugestões de futuros trabalhos como os descritos abaixo, podem vir a tornar este projeto uma solução viável a ser ofertada ao mercado.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho cria algumas opções para trabalhos futuros. Entre eles, podemos citar:

- Aperfeiçoamento no protocolo de comunicação, dando ênfase à segurança;
- Ampliação nos recursos do aplicativo, como gerenciamento de pacotes de comandos infravermelhos;
- Criação de novos módulos;
- Aperfeiçoamento nos módulos agregando funções como agendamento de tarefas;
- Utilização de inteligência artificial para controle dos módulos, fazendo com que estes executem automaticamente funções recorrente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN. H. Roper; MARTIN A. Samuels. **Principles of Neurology**. McGraw-Hill Professional, 2009.

ALVES, José Augusto; MOTA, José. **Casas Inteligentes**. Disponível em: <<http://www.centroatl.pt/revista/maio2003/ca-magazine-mai03-casasinteligentes.pdf>> Acesso em: jun 2013.

ANDROID. Disponível em: <<http://developer.android.com/tools/sdk/eclipse-adt.html> > Acesso em nov 2014a.

ANDROID. Disponível em: <<http://developer.android.com/guide/components/fragments.html> > Acesso em nov 2014b.

ANDROID. Disponível em: <<https://developer.android.com/design/patterns/navigation-drawer.html> > Acesso em nov 2014c.

ANDROID. Disponível em: <<http://developer.android.com/reference/android/database/sqlite/package-summary.html> > Acesso em nov 2014d.

ANDROID. Disponível em: <<http://developer.android.com/guide/components/services.html> > Acesso em nov 2014e.

ANDROID . Disponível em: <<http://developer.android.com/guide/topics/ui/layout/listview.html> > Acesso em nov 2014f.

APARCANA, Prado Arturo Jorge. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=YpasceYkiml>> Acesso em nov 2014.

ARANHA, Maria Salete Fábio. **Projeto Escola Viva: garantindo o acesso e permanência de todos os alunos na escola: necessidades educacionais especiais dos alunos**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/visaohistorica.pdf>> Acesso em: Ago 2014.

ARDUINO. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Tutorial/BareMinimum>> Acesso em nov 2014a.

ARDUINO. Disponível em: < <http://arduino.cc/en/Tutorial/MotorKnob>> Acesso em nov 2014b.

ARDUINO. Disponível em: < <http://arduino.cc/en/Reference/Stepper>> Acesso em nov 2014c.

AURESIDE. **Mercado de Automação Residencial dá Sinais de Crescimento**, 2011a. Disponível em: <<http://www.aureside.org.br/artigos/default.asp?file=01.asp&id=91>> Acesso em: mar 2014.

AURESIDE. **Mercado de Automação Residencial Panorama Atual e Tendências**, 2011b. Disponível em: <<http://www.revistaautomatizar.com.br/2011/painel/cobertura/apresentacoes/aturesid e.pdf>> Acesso em: mar 2014.

ANGEL, P. M.; FRAIGI, L. B. **Introduccion a La Domótica**. Vol.1. 1993. Versão Publicada para a Escuela Brasileño-Argentina de Informática (EBAI), Embalse, Córdoba. 1993.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma NBR 9050, **Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma NBR 16264, **Cabeamento estruturado residencial**. Rio de Janeiro, 2014.

BANKS, Darrell; DICKEY, Nicholas. **Home automation iPhone Application**. Disponível em: <https://www.utm.edu/departments/engineering/_docs/Home%20automation%20using%20X10%20network.pdf>. Acesso em: jun 2014.

BARAKA, Kim; GHOBIL, Marc; MALEK, Sami; KANJ Rouwaida; KAYSSI, Ayman. **Low cost arduino/android-based energy-efficient home automation system with smart task scheduling**. Madrid: Ieee, 2013. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6571382&queryText;=Low+cost+Arduino/Android-based+Energy-Efficient+Home+Automation+System>>. Acesso em: jun. 2014.

BOLZANI, C. Augustus. Morais. **Análise de Arquitetura e Desenvolvimento de uma Plataforma para Residências inteligentes**. Tese de Doutorado, Escola Politécnica. São Paulo, 2009.

_____. **Desenvolvimento de um simulador de controle de dispositivos residenciais inteligentes: uma introdução aos sistemas domóticos**. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

BRASIL. **Lei nº 10.098**, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida e dá outras providências. Brasília, DF, Congresso Nacional, 2000. Disponível em: <https://www.presidencia.gov.br/ccivil_03/Leis/L10098.htm>. Acesso em: jun 2013.

_____. **Decreto nº 5.296**, de 02 de dezembro de 2004. Regulamentam as Leis nº 10.048, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e a 10.098, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: jun 2013.

CAMBIAGHI, Silvana Serafino. **Desenho Universal: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas**. São Paulo: Senac, 2007.

CARDOSO, David Luís. **Domótica Inteligente: Um contributo Prático**. Dissertação de mestrado. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2009.

CARLETTO, Ana Claudia e CAMBIAGHI, Silvana. **Desenho Universal: um conceito para todos**. Instituto Mara Gabrilli: São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.rinam.com.br/files/REFERENCIAS_DesenhoUniversalumconceitoparatos.pdf> Acesso em: mar 2014.

CASA DOMO. Disponível em: <<http://www.casadomo.com>> Acesso em out 2014.

CRUZ, A. J. O. Disponível em: <<http://equipe.nce.ufrj.br/adriano/circlog/bibliografia/introducao.pdf>> Acesso em nov 2014.

DELGADO GARCIA, Jesus Carlos. **Domótica e qualidade de vida de pessoas com necessidades especiais - Oportunidades para a Automação Residencial**. XIII Congresso Habitar, 2014.

DICK, Caro. **Wireless versus Wired Networks**. ISA, 2004. Disponível em: <<https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-publications/intech-magazine/2004/june/wireless-versus-wired-networks/>> Acesso em: jun 2014.

FERREIRA, Vitor Zago Gomes. **A Domótica como Instrumento para a Melhoria da Qualidade de Vida dos Portadores de Deficiência**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2010.

GALITZ, Wilbert O. **The essential guide to user interface design: an introduction to GUI design principles and techniques**. 3 ed. Wiley, 2007.

GNANASEKAR, A.K; JAYAVELU, P; NAGARAJAN, V. **Speech recognition based wireless automation of home loads with fault identification for physically challenged**. Chennai: Ieee, 2012. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6208408&queryText;=Automation+Of+Home+Loads+With+Fault+Identification+For+Physically+Challenge+d>>. Acesso em: jun. 2014.

GUEDES, Lucas et al. **O papel social da automação: automação inclusiva e mais sustentável**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS. Passo Fundo, 2012

PREECE Jennifer, SHARP Helen; ROGERS Yvonne; **Design de interação: além da interação humano-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

IBGE, 2010, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: jun 2013.

ISO, 1997. ISO 9241-11: **Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)**. Part 11 — Guidelines for specifying and measuring usability. Gênève: International Organisation for Standardisation.

KARUNAKAR Pothuganti; ANUSHA Chitneni: **A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi**. Disponível em: <http://www.ripublication.com/aeec_spl/aeecv4n6spl_18.pdf>. Acesso em: nov 2014.

LECHETA, R. Ricardo. **Google Android**. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2010.

MACIEL, Maria Christina Braz Thut. **Deficiência mental. Deficiência física**. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação a Distância, 1998. 96p. (Cadernos da TV Escola). Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me000351.pdf>>. Acesso em Abril 2014.

MANZINI EJ. **Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semi-estruturada**. In: Marquezine MC, Almeida MA, Omote S. Colóquios sobre pesquisa em Educação Especial. Londrina: Eduel; 2003. p. 11-26.

MONK, Simon. **Projetos com arduino e android: use seu smartphone para controlar o arduino**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

OLIVEIRA, J.P. **Domótica: Perspectiva da Plataforma Arduino**. 2012. Monografia (Conclusão de Curso) – Universidade Estadual de Goiás, Goianésia.

PINHEIRO, J. **Falando de Automação Predial**. Disponível em: <http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_falando_de_automacao_predial.php> Acesso em: mar 2014.

RIBEIRO, N. M. S. et. al. **Análise do ambiente de lazer para portadores de deficiência física com alteração na locomoção, na cidade de Salvador**. Revista Diálogos Possíveis, Salvador, v. 10, n.17, p. 235-246, 2007. Disponível em: <<http://www.faculdadesocial.edu.br/dialogospossiveis/artigos/10/17.pdf>>. Acesso em: mar 2014.

ROCKENBACH, Suzete. **Arquitetura, Automação e Sustentabilidade**. Cap. 5. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Porto Alegre, 2005.

RODRIGUES, Virginia; REGENES, João Roberto. **Residência Eficiente**. Disponível em: <http://www.residenciaeficiente.com.br/profile/casa_inclusiva.pdf> Acesso em: jun 2013.

SARTORETTO, Mara Lúcia; BERSCH, Rita. **O que é Tecnologia Assistiva?** Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>. Acesso em: jun 2014.

SHIRRIFF, Ken. Disponível em: < <https://github.com/shirriff/Arduino-IRremote>> Acesso em nov 2014.

SONZA, A. P.; KADE, A.; FAÇANHA, A.; REZENDE, A.; NASCIMENTO, G.; ROSITO, M.; BORTOLINI, S.; FERNANDES, W. (Org.). **Acessibilidade e Tecnologia Assistiva: pensando a inclusão sociodigital de pessoas com necessidades especiais**. Porto Alegre: Corag, 2013.

SOUZA, F. R.; PERES, F. R. **Análise da acessibilidade e as possíveis dificuldades quanto às barreiras domiciliar de pacientes cadeirantes por esclerose lateral amiotrófica: uma revisão da literatura**. Tese (Especialização em Intervenção Fisioterapêutica em Doenças Neuromusculares pela Escola Paulista de Medicina). Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2007.

TAROUCO, R. Margarida. Liane. **Endereços de Broadcasting**. 1995. Disponível em: <<http://penta.ufrgs.br/Liane/2broadc.html>>. Acesso em: jun 2014.

TEZA, V. R. **Alguns Aspectos Sobre A Automação Residencial – Domótica** (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em ciência da Computação. UFSC. Florianópolis-SC, 2002

UML. Disponível em: <<http://www.uml.org>> Acesso em out 2014.

WHALLYSON, Da Silva Alves Johny. GOMES, Santana Kelson. **Automação residencial: acessibilidade no acionamento de dispositivos domésticos utilizando bluetooth**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. João pessoa, 2012.

WIRING. Disponível em: <<http://wiring.org.co>> Acesso em out 2014.

APÊNDICE A - PESQUISA SEMI-ESTRUTURADA**Nome:****Idade:****Escolaridade:****Deficiência:**

- 1) Quando ocorreu a deficiência?
- 2) Você mora sozinho ou acompanhado? No caso de acompanhado, quantas pessoas?
- 3) Sente dificuldades em executar certas tarefas da vida diária e/ou domésticas? Se sim, quais?
- 4) Possui aptidão com tecnologia?
- 5) Utiliza alguma Tecnologia Assistiva para auxiliar estas tarefas? Se sim, quais?
- 6) Das funcionalidades constadas nos produtos oferecidos no mercado brasileiro de automação residencial, listadas abaixo, assinale os que você considera importantes. Faça observações sobre as funcionalidades (melhorias, falhas, etc.). Vide listas (página 02)
- 7) Notou alguma dificuldade que o impediria de usar algumas destas funcionalidades?
- 8) Estaria disposto a instalar em sua residência algum sistema de automação? Por quê?
- 9) Caso seja de seu conhecimento, você sugere alguma outra funcionalidade (relacionada à automação residencial) diferente das listadas abaixo? Qual?

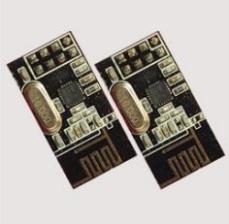
Funcionalidades:

- () Acionamento de luzes automatizado
- () Abertura/Fechamento de persianas/cortinas automatizado
- () Abertura/Fechamento de portas/janelas automatizado
- () Acionamento de luzes por presença
- () Cenas de iluminação
- () Agendamento de acionamentos
 luzes/persianas/cortinas/eletrodomésticos
- () Agendamento de cenas de iluminação
- () Controle automatizado de eletrodomésticos TV/Rádio/Ar-condicionado
- () Sistemas de alarme e câmeras de monitoramento

Interfaces de controle:

- () Interruptores universais
- () Controle remoto
- () *Tablets / Smartphones*
- () Painéis sensíveis ao toque
- () Computadores
- () Comando de Voz

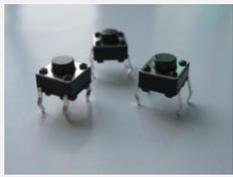
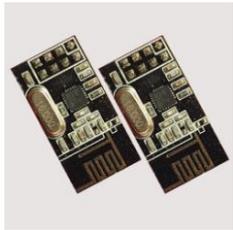
APÊNDICE B - TABELA DE COMPONENTES UTILIZADOS NA CENTRAL DE AUTOMAÇÃO

Imagem	Componente	Descrição	Média de Custo
	Fonte de Alimentação	Entrada:100-240V AC 50/60Hz Saída: DC 5V 1A Dimensão: 6.7x5.7x2.5cm	R\$ 9,99
	Arduino Pro Mini	Chip ATmega328 16MHz Entrada 5V~12V Dimensão : 33x18x6mm	R\$ 61,00
	NRF24L01 Transceiver	Entrada: 5V Antena Integrada 2.4GHz 125 Canais Taxa de dados: 250kbps~2Mbit Alcance de sinal: 30~100m	R\$ 14,90
	Bluetooth Transceiver	Entrada: 3.3~6V Alcance de sinal: 10m Dimensão: 3.5x1.5cm	R\$ 34,90

APÊNDICE C - TABELA DE COMPONENTES UTILIZADOS NO MÓDULO RELE

Imagem	Componente	Descrição	Média de Custo
	Fonte de Alimentação	Entrada:100-240V AC 50/60Hz Saída: DC 5V 1A Dimensão: 6.7x5.7x2.5cm	R\$ 9,99
	Arduino Pro Mini	Chip ATmega328 16MHz Entrada 5V~12V Dimensão : 33x18x6mm	R\$ 61,00
	NRF24L01 Transceiver	Entrada: 5V Antena Integrada 2.4GHz 125 Canais Taxa de dados: 250kbps~2Mbit Alcance de sinal: 30~100m	R\$ 14,90
	Módulo Relé	Entrada: 5V Alta corrente: AC250V 10A ; DC30V 10A Dimensão:4.7x2.9x1.8cm	R\$ 19,90
	Chave Push Button	Resistencia: $\leq 0.03\Omega$ Dimensão: 6x6x5mm.	R\$ 0,60
	Motion Sensor Detector	Entrada: 4.5-20V Angulo de alcance: 100° Lente: 23mm Tempo de espera: 5~200s	R\$ 14,90

APÊNDICE D - TABELA DE COMPONENTES UTILIZADOS NO MÓDULO SERVO MOTOR

Imagem	Componente	Descrição	Média de Custo
	Fonte de Alimentação	Entrada:100-240V AC 50/60Hz Saída: DC 5V 2A Dimensão: 6.7x5.7x2.5cm	R\$ 9,99
	Arduino Pro Mini	Chip ATmega328 16MHz Entrada 5V~12V Dimensão : 33x18x6mm	R\$ 61,00
	Chave Push Button	Resistencia: $\leq 0.03\Omega$ Dimensão: 6x6x5mm.	R\$ 0,60
	NRF24L01 Transceiver	Entrada: 5V Antena Integrada 2.4GHz 125 Canais Taxa de dados: 250kbps~2Mbit Alcance de sinal: 30~100m	R\$ 14,90
	Motor de Passo	Entrada: 5V Diâmetro: 28mm. Angulo do passo: 5.625 x 1 / 64. Redução: 1 / 64. Dimensão: 3.2x3.2x2cm	R\$ 24,90

APÊNDICE E - TABELA DE COMPONENTES UTILIZADOS NO MÓDULO INFRAVERMELHO

Imagem	Componente	Descrição	Média de Custo
	Fonte de Alimentação	Entrada:100-240V AC 50/60Hz Saída: DC 5V 2A Dimensão: 6.7x5.7x2.5cm	R\$ 9,99
	Arduino Pro Mini	Chip ATmega328 16MHz Entrada 5V~12V Dimensão : 33x18x6mm	R\$ 61,00
	NRF24L01 Transceiver	Entrada: 5V Antena Integrada 2.4GHz 125 Canais Taxa de dados: 250kbps~2Mbit Alcance de sinal: 30~100m	R\$ 14,90
	IR LED	Entrada: 1.5V Angulo: 30° Dimensão: 10mm	R\$ 0,44

ANEXO A - CRITÉRIOS DE VALIDAÇÃO DE TA COMO PERSPECTIVAS DA PD&I

Nome:

Idade:

Escolaridade:

- 1) Resolve seu problema?
- 2) Tem bom desenho e é fácil de usar?
- 3) Satisfaz seu critério de qualidade?
- 4) Gosta dela e se sente bem com ela?
- 5) É “usável” para seu ajudante/cuidador?