



Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em

Computação Aplicada

Mestrado Acadêmico

Carlos Felipe Rocha Carneiro

Hermes: Um modelo para acessibilidade ubíqua dedicado
à deficiência auditiva

São Leopoldo, 2016

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS

UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada
NÍVEL MESTRADO

CARLOS FELIPE ROCHA CARNEIRO

HERMES: UM MODELO PARA ACESSIBILIDADE UBÍQUA DEDICADO À
DEFICIÊNCIA AUDITIVA

São Leopoldo
2016

CARLOS FELIPE ROCHA CARNEIRO

**HERMES: UM MODELO PARA ACESSIBILIDADE UBÍQUA DEDICADO À
DEFICIÊNCIA AUDITIVA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, pelo Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador:

Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa

São Leopoldo

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca do Instituto Federal de Roraima- IFRR)

C289h Carneiro, Carlos Felipe Rocha.

Hermes: um modelo para acessibilidade ubíqua dedicado à deficiência auditiva / Carlos Felipe Rocha Carneiro. – São Leopoldo, 2016.

78 f. : il.; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. Curso de Programa Interdisciplinar de Pós – Graduação em Computação Aplicada, 2016.

1.Acessibilidade ubíqua. 2. Deficiente auditivo. 3. Computação ubíqua. I. Título. II. Barbosa, Jorge Luis Victória. (orientador).

CDD – 004

Carlos Felipe Rocha Carneiro

Hermes: Um modelo para Acessibilidade Ubíqua Dedicado à deficiência Auditiva

Dissertação apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

Aprovado em 30 de março de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rodrigo da Rosa Righi – UNISINOS

Prof. Dr. Adenauer Corrêa Yamin – UFPEL

Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa

VISTO E PERMITIDA A IMPRESSÃO

São Leopoldo, RS

Prof. Dr. Sandro José Rigo

Coordenador PPG em Computação Aplicada

ATA DE BANCA EXAMINADORA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 20/2016

Aluno: Carlos Felipe Rocha Carneiro

Título da Dissertação: **“HERMES: UM MODELO PARA ACESSIBILIDADE UBÍQUA DEDICADO À DEFICIÊNCIA AUDITIVA”**

Banca: **Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa**
Presidente da Banca e Orientador – UNISINOS
Prof. Dr. Rodrigo da Rosa Righi
Membro da Banca – UNISINOS
Prof. Dr. Adenauer Corrêa Yamin
Membro da Banca – UFPEL

Aos trinta dias do mês de março do ano de 2016, às 16h reuniu-se na sala C01 404 , a Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação composta pelos(a) professores(a): Prof. Dr. **Jorge Luis Victória Barbosa**, Orientador e Presidente da banca - UNISINOS; Prof. Dr. **Rodrigo da Rosa Righi**, Membro da Banca – UNISINOS e Prof. Dr. **Adenauer Corrêa Yamin**, Membro da Banca – UFPEL , para analisar e avaliar a Dissertação apresentada pelo aluno Carlos Felipe Rocha Carneiro.

Considerações da Banca:

A comissão reuniu-se e deliberou sobre o trabalho. A banca indicou apontamentos que deverão ser aplicados na versão final da dissertação.

A Banca Examinadora, em cumprimento ao requisito exigido para a obtenção do Título de Mestre em Computação Aplicada, julga esta dissertação:

APROVADA

REPROVADA

Conforme Artigo 51 do Regimento do Programa o texto definitivo, com aprovação do Orientador, deverá ser entregue no prazo máximo de sessenta (60) dias após a defesa. A emissão do Diploma está condicionada a entrega da versão final da Dissertação.

São Leopoldo, 30 de março de 2016


Prof. Dr. **Jorge Luis Victória Barbosa**


Prof. Dr. **Rodrigo da Rosa Righi**


Prof. Dr. **Adenauer Corrêa Yamin**

Dedico primeiramente a Deus e a minha esposa que teve toda compreensão do mundo durante a produção desse trabalho, e por sempre está ao meu lado e por cuidar dos nossos dois tesouros, nossos filhos, que também merecem essa dedicatória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha esposa pela compreensão durante a minha ausência e paciência por cuidar de nossos filhos assumindo toda a responsabilidade sobre eles.

Aos meus pais, que me incentivaram e me ajudaram a trilhar por esse caminho do mestrado.

A Coordenação do Núcleo de Inclusão (CONUI) do Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação de Roraima, pela ajuda na realização dos testes com os alunos portadores da deficiência auditiva para avaliação do protótipo.

Ao professor Jorge Barbosa, pela orientação, motivação e paciência ao longo de todo o trabalho.

Por fim, aos colegas de trabalhos que me incentivaram e ajudaram nessa jornada.

“A verdadeira deficiência é aquela que prende o ser humano por dentro e não por fora, pois até os incapacitados de andar podem ser livres para voar.”

Thaís Morais

RESUMO

Nota-se, atualmente, que o avanço da tecnologia e a crescente quantidade de dispositivos móveis vêm estimulando o uso deste tipo de tecnologia. Porém, esses dispositivos não estão prontos para atender pessoas com determinados tipos de deficiência, especificamente o deficiente auditivo. O presente trabalho tem por objetivo propor um modelo de suporte ao deficiente auditivo chamado Hermes. O Hermes em relação aos trabalhos relacionados é o único a apresentar sensibilidade ao contexto, pois nenhum dos modelos avaliados apresenta essa característica. Além disso, Hermes suporta o reconhecimento de som, a localização de recurso e por fim, suporte a trilhas. A avaliação do modelo foi baseada em cenários, partindo de um recurso selecionado pelo usuário, mostrando que o aplicativo possui suporte à acessibilidade. O Hermes foi avaliado por 10 usuários, um deles deficiente auditivo. Os avaliadores aprovaram com 88% o aplicativo no quesito que buscou avaliar a facilidade percebida de uso, e com 90% o quesito de utilidade percebida.

Palavras-Chave: Acessibilidade Ubíqua, Deficiente auditivo, Computação Ubíqua

ABSTRACT

It is perceivable that the technology advance and the growing on the amount of mobile devices have stimulated the use of this type of technology. Nevertheless, these devices are not completely available to people who have some types of disability, especially the hearing disability. This paper aims to propose a support model for the hearing impaired, an application called Hermes. Hermes in relation to the related works is the one to be sensitive to the context, because none of the evaluated models has this feature. Moreover, Hermes is able to recognize sounds, localize a resource and tracking supports. The evaluation of the sample was based on scenarios, where the starting point was a resource chosen by the user, showing that the application supports accessibility. Hermes application was evaluated by 10 users, one of them is deaf. The evaluators approved the requirement of ease to use in 88%, and the requirement of usefulness in 90%.

Keywords: *Accessibility Ubiquitous, hearing impaired, Ubiquitous Computing*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Visão geral da arquitetura do Hefestos.....	26
Figura 2 Arquitetura do modelo Tirésias.....	28
Figura 3 Modelagem do agente assistente pessoal.....	29
Figura 4 Avatar do ProDeaf.....	32
Figura 5 Diagrama física e lógica do TAADA.....	33
Figura 6 Tela do aplicativo Hand Talk.....	34
Figura 7 Tela do Rybená.....	34
Figura 8 Arquitetura da Tecnologia Assistiva para Deficiente Auditivo.....	35
Figura 9 Arquitetura do modelo Hermes.....	39
Figura 10 Modelagem do Agente Assistente.....	46
Figura 11 Caso de uso principal do protótipo.....	49
Figura 12 Diagrama de Classes - Realizar Login.....	50
Figura 13 Diagrama de sequência - Realizar Login.....	50
Figura 14 Diagrama de Classes – Buscar Recurso.....	51
Figura 15 Diagrama de sequência – Buscar Recurso.....	51
Figura 16 Diagrama de Classes - Consultar Histórico.....	52
Figura 17 Diagrama de sequência – Consultar Histórico.....	52
Figura 18 Diagrama de classes – Configurar Aplicação.....	53
Figura 19 Diagrama de sequencia - Configuração.....	53
Figura 20 Tela de login.....	54
Figura 21 Tela de Recursos.....	55
Figura 22 Tela de histórico.....	56
Figura 23 Tela de configurações.....	56
Figura 24 Mapa de recursos disponíveis.....	59
Figura 25 Detahe do Recurso.....	60
Figura 26 Tela de histórico.....	62
Figura 27 Execução do segundo cenário – Reconhecimento de som.....	63
Figura 28 Execução do segundo cenário – Reconhecimento de voz.....	63
Figura 29 Facilidade percebida de uso.....	67
Figura 30 Utilidade percebida.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Comparação entre os trabalhos relacionados.....	36
Tabela 2 Intensidade de sons em dB	42
Tabela 3 Dinâmica de reconhecimento de voz.....	44
Tabela 4 Artefatos de ferramentas de cada etapa do protótipo.....	48
Tabela 5 Descrição dos recursos e localização.....	59
Tabela 6 Dinâmica do primeiro cenário	61
Tabela 7 Dinâmica do segundo cenário	64
Tabela 8 Itens do questionário sobre facilidade de uso.....	66
Tabela 9 Itens do questionário sobre utilidade percebida.....	66
Tabela 10 Facilidade de Uso	67
Tabela 11 Sobre a Utilidade	68
Tabela 12 Trabalhos relacionados incluindo o Hermes App.....	72

LISTA DESIGLAS

AAP – Agente Assistente Pessoal

APP – Aplicativo

IFRR – Instituto Federal de Roraima

LIBRAS – Língua Brasileira de Sinais

PCDV – Pessoas Com Deficiência Visual

TAADA – Tecnologia Assistiva para Auxílio a Deficientes Auditivos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Motivação	18
1.2 Problema	19
1.3 Questão de Pesquisa	19
1.4 Objetivos	19
1.5 Metodologia	20
1.6 Organização do Trabalho	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 Computação Ubíqua.....	22
2.2 Acessibilidade Ubíqua	24
2.3 Modelo Hefestos.....	25
2.4 Modelo Tirésias	27
2.5 Acessibilidade Ubíqua para Deficientes Auditivos	29
3 TRABALHOS RELACIONADOS	31
3.1 ProDeaf.....	31
3.2 TAADA.....	32
3.3 Hand Talk	33
3.4 Rybená	34
3.5 Uma Tecnologia Assistiva para Pessoas com Deficiência Auditiva.....	35
3.6 Comparação entre trabalhos.....	35
4 MODELO HERMES	38
4.1 Visão Geral.....	38
4.2 Arquitetura do Hermes.....	38
4.3 Módulo de Recursos	40
4.4 Módulo de Eventos	40
4.3 Módulo Monitor de Som.....	41
4.3.1 Reconhecimento de som.....	41
4.3.2 Reconhecimento de voz	43
4.4 Configuração	44
4.5 Agente Assistente Pessoal.....	45
5 ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO	47
5.1 Tecnologias Utilizadas.....	47

5.2 Implementação	49
5.3 Funcionamento.....	53
6 ASPECTOS DE AVALIAÇÃO	57
6.1 Metodologia de Avaliação	57
6.2 Avaliação de Funcionalidade	58
6.2.1 Cenário 1	59
6.2.2 Cenário 2	62
6.2.3 Resultados	64
6.3 Avaliação de Usabilidade	65
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
7.1 Principais Conclusões.....	70
7.2 Contribuições	71
7.3 Trabalhos Futuros.....	72
REFERÊNCIAS.....	74

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a variedade de dispositivos móveis e o crescente uso das redes de comunicação sem fio vêm estimulando cada vez mais a adoção da computação móvel e serviços que explorem suas características. Entretanto, nota-se que estes serviços não estão aptos para atender as pessoas com determinadas deficiências, dentre elas, estão os deficientes auditivos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2000), o censo realizado naquele ano estimou cerca de 5,7 milhões de brasileiros portadores de algum tipo de deficiência auditiva, e no censo de 2010 (IBGE, 2010) esse número subiu para 9,7 milhões. De acordo com essas estimativas, mais de 2 milhões de indivíduos são considerados totalmente surdos.

Segundo Tavares (2011), cidadãos com algum tipo de deficiência enfrentam dificuldades no dia-a-dia devido à falta de recursos para acessibilidade. Eles precisam de suporte para que possam efetivamente exercer a cidadania plena.

Em 1991, Weiser introduziu o conceito de computação ubíqua, de maneira que dispositivos computacionais estivessem presentes em nossas vidas e interagindo com usuários que fossem percebidos em ambientes. Dentro desse conceito é proposto por Mark Weiser (1991) que as pessoas sejam auxiliadas pela tecnologia no mundo real. Todavia, a acessibilidade ubíqua é recente como destacam pesquisas de Vanderheiden (2008).

Conforme Vanderheiden (2008), a computação tradicional está migrando da estação de trabalho pessoal para a computação ubíqua e computação nas nuvens (*cloud computing*) e ao mesmo tempo deve-se pensar em acessibilidade sob este novo paradigma.

E para garantir o auxílio a pessoas portadoras de deficiência auditiva neste tipo de tecnologia, faz-se necessário pensar em acessibilidade na computação ubíqua para quebrar barreiras e tornar mais acessível e adaptável a vida dos portadores de deficiência auditiva.

Nessa dissertação propõe-se o modelo Hermes como uma extensão especializada do Hefestos (TAVARES, 2011) para deficientes auditivos. O modelo Hefestos é um modelo genérico para suporte à acessibilidade.

1.1 Motivação

Observou-se que soluções disponíveis para acessibilidade são geralmente associadas à acessibilidade *web* e sistemas para resolver problemas específicos, sem o uso da computação ubíqua para interagir. Esse sistema inclui recursos como tradutores de língua de sinais (PRODEAF, 2015) através de avatares.

A pesquisa de Prietch e Filgueiras (2012) *apud* Zovico (2012) relata que as dificuldades vividas pelas pessoas surdas é um fator histórico inegável, pois muitos deixaram de ser assistidos devido a falta de tecnologias de informação e de comunicação que incluíssem os mesmos dentro da sociedade, de maneira que fossem atendidos com necessidades específicas. A pesquisa mostra a evolução ocorrida desde a década de 90 até os dias atuais e deixa claro que são necessários mais avanços, prevendo ainda conquistas relacionadas ao avanço tecnológico para o atendimento e envolvimento dos portadores de deficiência auditiva.

Verificou-se nas pesquisas realizadas através de revistas científicas a ausência de uma solução que permita buscar recursos de acessibilidade em diversos contextos diferentes e de um sistema que permita reconhecer sons, de forma que o portador de deficiência auditiva possa ser notificado de que algo está acontecendo ao redor dele. Isto motiva a criação do Hermes, um modelo para suporte à acessibilidade ubíqua dedicada a deficiência auditiva.

Além disso, o censo do IBGE (2010) registrou 9,7 milhões de deficientes auditivos em diferentes graus de surdez, motivando assim o desenvolvimento do aplicativo Hermes App.

1.2 Problema

Durante as observações da evolução da computação ubíqua, nota-se que não existe um modelo que foque no suporte à acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência auditiva nos diversos ambientes, sendo eles: escolas, faculdades, órgãos públicos, entre outros.

Desta forma, essa pesquisa propõe a criação de um modelo que permita usar a computação ubíqua para apoiar a acessibilidade de pessoas com deficiência auditiva, sugerindo recursos que amparem suas necessidades de acordo com seu perfil.

1.3 Questão de Pesquisa

Como seria um modelo computacional que aplicasse a computação ubíqua no suporte à acessibilidade para pessoas portadoras de deficiência auditiva?

1.4 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho consiste na criação de um modelo de acessibilidade ubíqua focado na deficiência auditiva, denominado Hermes.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Especificar o Hermes;
- b) Desenvolver um protótipo do modelo;
- c) Realizar uma simulação de acesso ao Hefestos, possibilitando a avaliação do modelo proposto;
- d) Descrever cenários para a aplicação Hermes;
- e) Avaliar o modelo a partir do protótipo implementado.

1.5 Metodologia

Esta pesquisa é caracterizada de forma inicial pelo levantamento de pesquisas bibliográficas e científicas. Com a seleção de literaturas que possibilitou a fundamentação teórica da temática elaborada, com discussão do pensamento acerca do tema e análise dos fatos na verificação dos conceitos teóricos. Seguindo-se pela verificação e confrontação das respectivas definições, também se realizou:

- Estudo de trabalhos relacionados envolvendo a computação ubíqua e o deficiente auditivo;
- Análise de informações referentes aos pontos positivos e negativos de cada solução, bem como sua contribuição para a vida cotidiana dos surdos;
- Verificação de avanços tecnológicos atuais que tratam a questão do suporte à acessibilidade para o Deficiente Auditivo;
- Exposição do modelo Hermes detalhando sua estrutura;
- Determinação de quais componentes seriam necessários para o modelo, como se daria a interação entre eles, bem como sua integração com o modelo Hefestos;
- Implementação de um protótipo a fim de possibilitar a sua avaliação;
- Realização de uma avaliação do modelo proposto através cenários e uma avaliação de usabilidade do protótipo. O propósito dos cenários é avaliar a viabilidade do modelo, bem como o comportamento do mesmo em situações reais na vida dos deficientes auditivos

1.6 Organização do Trabalho

Esta dissertação está organizada da seguinte forma: a) O capítulo 2 descreve os principais conceitos envolvidos que serviram de embasamento para o presente trabalho; b) No capítulo 3 são apresentados os trabalhos referente à investigação de modelos e tecnologias relacionadas à computação ubíqua; c) O capítulo 4

descreve o modelo proposto, abordando cada um dos seus componentes; d) No capítulo 5 são apresentados os aspectos da implementação; e) No capítulo 6, a avaliação do modelo proposto por cenários. f) No capítulo 7, são apresentadas as considerações finais referentes à pesquisa desenvolvida e por fim os trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda conceitos necessários para a compreensão desse trabalho que envolve as áreas de computação e acessibilidade ubíqua. Após essas considerações iniciais é apresentando o modelo Hefestos e o modelo Tirésias, conceitos relacionados a esse trabalho.

2.1 Computação Ubíqua

Um visionário chamado Mark Weiser escreveu em seu artigo sobre a computação ubíqua (WEISER,1991), que a tecnologia poderia tornar parte de nossas vidas, interagindo naturalmente com os usuários sem que fosse percebida, em objetos, ambientes e nos próprios seres humanos.

A visão de Weiser em 1991 era que os recursos de computação seriam onipresentes na vida diária, e estariam conectados a fim de fornecer as informações ou serviços que os usuários precisassem, em qualquer lugar e a qualquer tempo.

Para Bolsoni et al (2009, p. 01):

O termo Computação Ubíqua foi explicitado primeiramente pelo professor Mark Weiser, cientista chefe do Centro de Pesquisa Xerox PARC, por meio de um artigo chamado "O Computador do Século 21 (*The Computer for the 21st Century*), a questão abordada por Mark Weiser é que no futuro o usuário comum estará centralizado na tarefa e não mais relacionado prioritariamente para com a ferramenta utilizada, a tecnologia estará enraizada implicitamente no contexto.

A computação ubíqua busca tornar as tarefas que fazem uso de computação transparentes ou onipresente aos usuários, levando em consideração seu ambiente natural (VALMORBIDA, 2015).

De acordo com Satyanarayanan (2001), a Computação Ubíqua pode ser considerada uma extensão da computação móvel, pois herdou algumas de suas propriedades com a adição de características próprias, como sensibilidade a contexto e invisibilidade. Aplicações sensíveis ao contexto utilizam informações de

contexto para fornecerem serviços adaptados a pessoas na realização de alguma tarefa. Dey (2001) define o contexto como qualquer informação relevante que possa ser utilizada para caracterizar entidades de uma interação usuário-computador, por exemplo, identidade e localização que podem agregar valor na elaboração do sistema de suporte ao deficiente auditivo.

Quando lida-se com o contexto pode-se identificar entidades, tais como: lugares (salas, prédios), pessoas (indivíduos, grupos) e coisas (objetos físicos, recursos computacionais) (DEY; SALBER; ABOWD, 2001). Cada uma destas entidades pode ser descrita através de vários atributos, como: identidade (tendo um único identificador), localização (uma entidade possui uma localização e proximidades), *status* (corresponde às propriedades intrínsecas de cada entidade) e tempo (usado para precisamente definir a situação, ordenação de eventos). Nesta proposta, o conceito de entidade poderá ser um usuário (uma pessoa que esteja controlando um aplicativo no *smartphone*) ou um objeto (físico ou não). Através da ubiquidade, a entidade deve-se ter a compreensão da situação do próprio usuário ou objeto para adaptar o comportamento de acordo com o contexto ao seu redor.

Segundo Wagner (2014), a adaptação em contextos não é apenas útil para saber os serviços oferecidos, mas também para saber a história de contextos visitados, que pode ser uma informação valiosa no auxílio à aplicação. Essa história de contextos é chamada de trilhas, é geralmente ligada à localização de um usuário dentro de um contexto.

Ainda corroborando com Wagner (2014), o aplicativo para adaptar-se de forma eficaz a um usuário precisa conhecer a história de contextos visitados por um usuário, mas também necessita saber quem é o usuário, ou seja, quais são suas características. Esse tipo de aplicativo organiza todas as características do conhecimento de um usuário em perfis de usuário. Os perfis são armazenados com o objetivo de personalização da adaptação individual de produtos, serviços, informações, além de oferecer aos usuários o que eles querem de forma explícita.

2.2 Acessibilidade Ubíqua

Com o avanço da tecnologia, muito progresso aconteceu a partir de esforços de desenvolvedores para garantir que pessoas com alguma deficiência pudessem ter acesso a softwares, aparelhos eletrônicos, computadores, internet com recursos de acessibilidade, atendendo diferentes tipos de deficiência e facilitando o cotidiano.

Para Tavares (2011) tudo começou na década de 90, quando surgiram as primeiras propostas para tornar a TI universalmente acessível, que se destacam como pioneiras as empresas Apple e em seguida a IBM que passaram a oferecer recursos de acessibilidade por meio dos seus sistemas operacionais. Desde então, muitos avanços foram feitos e os sistemas operacionais trouxeram uma possibilidade de incluir tecnologias assistivas. O acesso público e gratuito à internet, por exemplo, é um elemento que necessita de acessibilidade ubíqua. Por essa razão que o autor propõe a acessibilidade ubíqua, pois os aspectos técnicos atenderiam de forma personalizada um indivíduo em qualquer ambiente.

A acessibilidade ubíqua é considerada como a união entre as normas e padrões que dialogam com a interface do usuário para atender a necessidades especiais, e no caso do uso de dispositivos móveis, sensores e redes de comunicação, contextos e mecanismos que trabalhem avaliando e sugerindo recursos para a acessibilidade e atendam as necessidades especiais (TAVARES, 2011). Ainda Tavares, muitas aplicações que seguem o paradigmas da *U-Healthcare* ou *U-Medicine*, tem sido empregados para monitorar e auxiliar nos cuidados com a saúde e acompanhamento domiciliar de idosos.

Para Wanderheiden (2008), à medida que avançamos com o uso do computador pessoal para “computação em nuvem” e “computação ubíqua” faz pensar sobre acessibilidade ubíqua. A capacidade de invocar qualquer tecnologia de apoio ou de recursos especiais necessários diretamente na internet para usar em qualquer *display* próximo, significa efetivar a acessibilidade.

Feltes (2013) apresenta a ideia segundo Satyanarayanan (2011) de que:

Satyanarayanan entende que para um sistema seja minimamente intrusivo, é necessário que ele seja capaz de reconhecer a situação do usuário e seus

arredores, e adaptar seu comportamento de acordo com esta informação. Esta informação é chamada de “contexto” e sistemas capazes deste tipo de adaptação são chamados “sensíveis a contexto”.

Tavares (2011) *apud* Abascal *et al.* (2009), defende a ideia de que a computação ubíqua quando aplicada na vida dos idosos, traz melhorias, pois suas pesquisas envolvem pessoas com limitações sensoriais, físicas e cognitivas conforme o paradigma *Ambient Intelligence (AmI)*.

Ainda corroborando com Tavares (2011, p. 31-32) a acessibilidade ubíqua é:

também chamada de *u-accessibility*, é considerada como a união entre as normas e padrões para acessibilidade que garantem a padronização; tecnologias assistivas e interfaces de usuário especiais que atendem as necessidades especiais dos usuários; e computação ubíqua, através do uso de dispositivos móveis, sensores e redes de comunicação *wireless* que em conjunto identificam os contextos, e mecanismos que trabalham continuamente avaliando e sugerindo os recursos para acessibilidade que atendam às necessidades especiais dos PCDs e idosos.

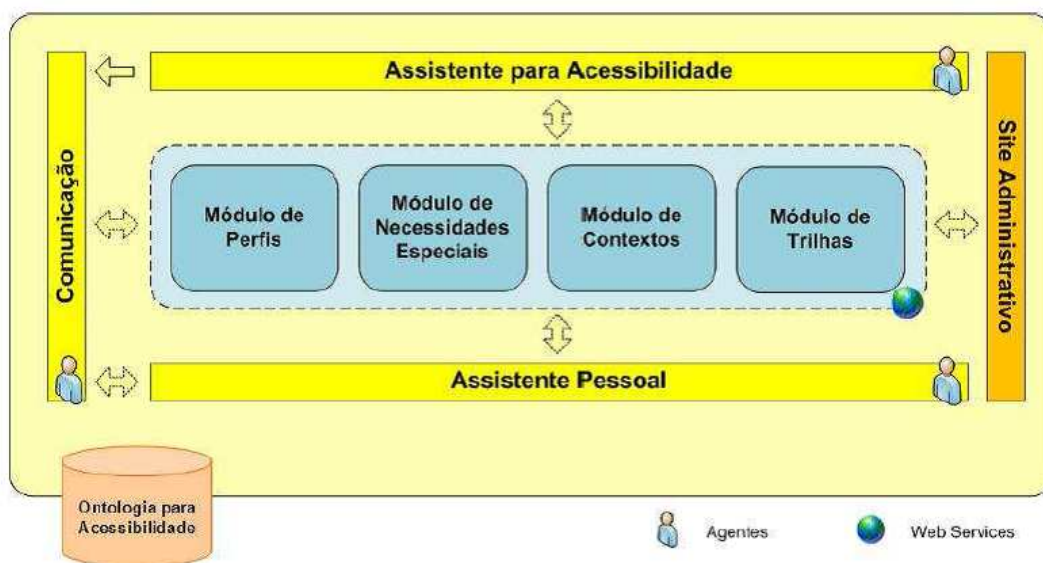
Segundo Falk, *et al* (2013) *apud* Vanderheiden (2008) o maior problema em promover acessibilidade está relacionado à adequação das interfaces de comunicação em relação aos diferentes sistemas. O mesmo completa segundo Metsis, *et al.* (2008) postulando que o segredo para a integração entre os sistemas seria a padronização de interfaces em que todos os demais sistemas possam falar a mesma língua.

2.3 Modelo Hefestos

O Hefestos (TAVARES, 2011) é um modelo de acessibilidade ubíqua genérico sem restrição quanto ao tipo de deficiência tendo como foco atender em vários contextos da vida cotidiana, baseando-se no perfil do usuário e trilhas (WAGNER, 2014), agentes e sensibilidade ao contexto (DEY, 2001). O Hefestos proporciona a autonomia e independência a pessoas com algum tipo de deficiência contextualizado em ambientes e com vários recursos a serem explorados.

De acordo com a figura 1, o Hefestos é composto de 5 módulos e 3 agentes. O módulo de perfis gerencia as informações dos usuários tendo em vista as características pessoais, além da necessidade específica da deficiência informada através do *site* administrativo. O módulo de necessidades especiais armazena informações que enfocam diversos padrões e tipos de deficiência e que servem como base a classificação do perfil do usuário baseado na ontologia. No módulo de contexto existem partes de um ambiente físico que possuem recursos para prover o suporte de acessibilidade ao usuário. O módulo de trilhas registra as atividades feitas no decorrer do tempo, mantendo assim os históricos de deslocamentos e contextos visitados pelos usuários. A Ontologia é a definição de um domínio específico para padronizar informações e recursos inerentes a um tipo de acessibilidade envolvendo 3 classes principais: Pessoa; Recursos e Deficiência.

Figura 1 Visão geral da arquitetura do Hefestos



Fonte: Tavares, 2011

O modelo é formado ainda por três agentes, compondo assim um sistema multiagente. O agente assistente para acessibilidade tem como papel procurar e entregar recursos de acessibilidade ao usuário, baseados nas informações de perfil, trilhas e do contexto atual. O segundo agente é o de comunicação que permite a troca de informações entre o agente de acessibilidade e o agente de assistente pessoal. O terceiro agente que é o assistente pessoal é responsável por

acompanhar o usuário, coletando dados de sua movimentação em contextos e informando recursos disponíveis ao usuário através de uma interface móvel.

O modelo Hermes pode ser compreendido como uma especialização do Hefestos, ou seja, é uma extensão voltada especificamente para portadores de deficiência auditiva.

2.4 Modelo Tirésias

O Tirésias é um modelo genérico com suporte integrado aos módulos propostos no Hefestos, o qual utiliza as informações do contexto das PCDV para dar suporte às suas necessidades. O modelo Tirésias serviu como base para criação do modelo Hermes usando os mesmo conceitos de integração ao Hefestos.

De acordo Falk, *et al* (2013) o modelo Tirésias consiste em três módulos (saída, entrada e configuração) bem como um agente assistente pessoal (AAP).

Conforme Falk *et al* (2013, p. 56):

AAP do Tirésias é uma especialização do assistente pessoal proposto pelo Hefestos, focado na acessibilidade de PCDV. Através do AAP, o Tirésias acessa o Hefestos, principalmente, para obtenção de perfis de usuários e recursos disponíveis nos contextos para suporte à acessibilidade. Ambos os tipos de informação para as PCDV devem ser incluídos através do Hefestos, o qual gerencia informações de diferentes padrões de acessibilidade. O Tirésias gerencia a interface com as PCDV, acessando o Hefestos para obtenção das informações necessárias à acessibilidade.

A figura 2 mostra a arquitetura do modelo Tirésias que é composto pelos 3 módulos já citados, e um agente assistente pessoal. Além dos módulos específicos do Hefestos, o Tirésias ainda propõe o modulo integrador chamado UNIWAY. O UNIWAY é proposto como um sistema de navegação a partir de recursos sugerido pelo Hefestos, que poderá informar a direção de um recurso e também mostrar o melhor caminho a ser seguido.

O módulo de saída disponibiliza informações do Hefestos com indicação de recursos de acessibilidade nas proximidades do usuário, podendo disponibilizar um

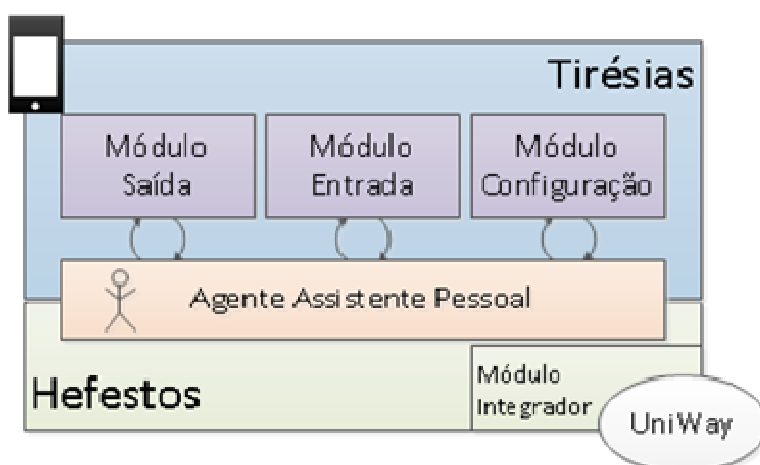
melhor caminho até o destino. Para que o deficiente visual saiba dessas informações, o Tirésias possui o recurso de leitura de tela que a partir do uso de fones de ouvido é possível decodificar o texto.

E além do leitor de tela, o Tirésias possui o recurso de navegação baseado em analogia de ponteiros que indica direções por onde o deficiente visual pode seguir e para repassar essas informações, o Tirésias conta com o alerta vibratório direcionando o deficiente.

O módulo de entrada aborda a interação de dados ou recursos no Tirésias, tendo o leitor de tela para ajudar o deficiente visual a perceber do que se trata.

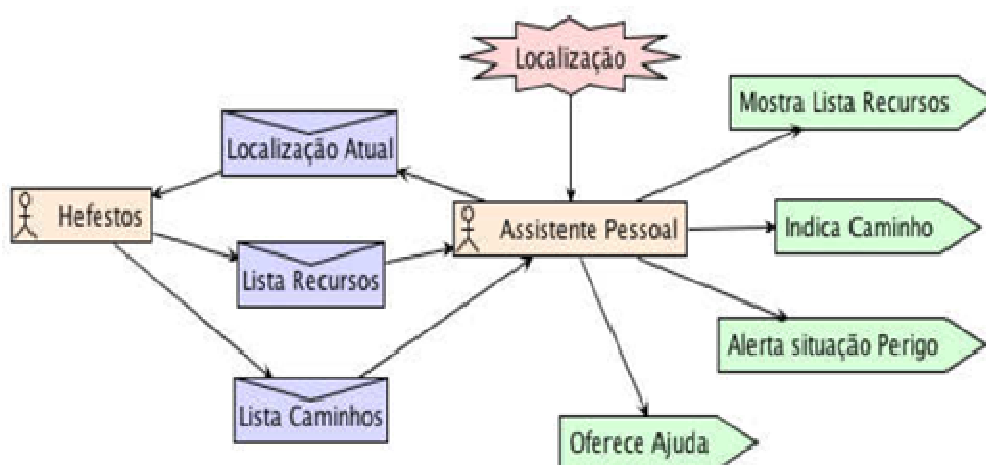
O módulo de configuração permite o controle de funções disponíveis como o nível de consciência situacional ocasionada pela leitura de tela, expondo a opção de controle de volume e leitura muito rápida, mas ambos podem ocasionar ao usuário dificuldades na decodificação do texto, se usados incorretamente. Além do mais, é possível utilizar o controle de nível de intrusão do agente assistente pessoal para que o usuário não seja alertado o tempo todo sobre qualquer notificação ao seu redor.

Figura 2 Arquitetura do modelo Tirésias



O agente assistente pessoal como dito acima é um agente que faz a interação com o Hefestos, recebendo a localização onde informa ao Tirésias a lista de recursos, alertas de situação de perigo no caminho. A figura 3 mostra a modelagem do agente assistente pessoal proposto na metodologia *Prometheus*. (FALK, *et al.* 2013)

Figura 3 Modelagem do agente assistente pessoal



Fonte: Falk, *et al.* 2013.

2.5 Acessibilidade Ubíqua para Deficientes Auditivos

Acessibilidade é uma palavra que expressa a ideia de direito ao acesso a informação, o que não pode ser restringido somente ao uso da *internet*, entretanto remontam as barreiras de dificuldades do acesso à comunicação, do acesso físico, de equipamentos, de programas adequados, entre outros (ACESSIBILIDADE BRASIL, 2012). Por essa razão que pesquisadores começaram a pensar de forma tecnológica um modo de como um deficiente auditivo pudesse ter acesso à informação de forma autônoma através de ajuda tecnologia em tempo real. Surge assim o conceito de acessibilidade ubíqua.

Segundo Plachevski (2014) o aplicativo TAADA contribui para o auxílio de pessoas com deficiências auditivas e surdas. Pois, através da tecnologia de reconhecimento de voz ou palavras, o qual é utilizado no *smartphone*, o mesmo é capaz de emitir um sinal vibratório, ou um sinal luminoso, de forma que o deficiente auditivo possa detectar. Conforme pesquisa apresentada os resultados obtidos possibilitaram a identificação da viabilidade técnica e de sua usabilidade do sistema proposto, o qual oferece ao usuário opções de configuração do tipo: alerta por meio de vibração, alerta de tela luminosa, escolha entre nome ou nome com sobrenome, etc.

Barbosa *et al* (2012) citam o trabalho de Yan Quan, que aborda a técnica baseada na visão dos sinais que representam o alfabeto chinês. Para identificação foi desenvolvido um sistema que captura objetos em movimento, descartando o cenário de fundo e destacando apenas o movimento das mãos do usuário. Logo, com a identificação do movimento da mão é transmitida a mensagem.

Para Barbosa *et al* (2012) o projeto Sensor Libras visa a tradução interlínguas-intermodal de LIBRAS (língua de sinais do português-brasileiro) no modo oral-auditivo. O foco deste trabalho encontra-se na datilologia dos sinais LIBRAS.

Saket *et al* (2013) trata a respeito de uma tecnologia que tem o objetivo de dar alertas, realizado como projeto piloto que objetivou entender como os usuários de telefonia móvel poderiam perceber a urgência de dez alertas de vibração simples criados a partir de quatro sinais básicos: em curto, short largo, longo. Os sinais de curto à longo prazo equiparam-se de 200ms à 600ms respectivamente, no qual, conforme o nível de urgência de notificações é possível compreender o seu nível de prioridades, ou seja, de urgência.

Atualmente já é possível encontrar algumas tecnologias assistivas voltadas para atender as necessidades especiais dos surdos-mudos, porém não se pode negar que se fazem necessários mais esforços para atender mais necessidades dos mesmos.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar trabalhos relacionados na área de acessibilidade ubíqua. Contudo, ao realizar a pesquisa por trabalhos relacionados, fez-se necessário buscar assuntos referentes ao tema, e em alguns momentos de forma indireta.

A pesquisa pelos trabalhos relacionados objetiva encontrar os projetos mais próximos do que propõe o Hermes, pois o mesmo envolve tecnologias ubíquas e móveis aplicadas ao público com deficiência auditiva.

A seguir são apresentados os principais aspectos de cada um dos trabalhos pesquisados e por fim uma tabela comparativa destacando os quesitos mais relevantes para o estudo.

3.1 ProDeaf

O PRODEAF (2015) foi desenvolvido por Marcelo Amorim, deficiente auditivo brasileiro que reside em Recife, Pernambuco, pesquisador da área de Tecnologia. O trabalho caracteriza-se como um aplicativo disponível em dispositivos móveis que se encontra na versão para *smartphones*. É um aplicativo de dicionário e tradução para LIBRAS. Além das funções de tradução de palavras e pequenas frases, a plataforma permite que sejam criados conteúdos em LIBRAS, bem como acréscimos de vocabulários com novos sinais.

O ProDeaf pode ser acessado gratuitamente e os sinais são executados por um personagem animado masculino, um avatar. O ProDeaf propõe a comunicação entre surdos e ouvintes não usuários da língua de sinais, promovendo a interação através da tradução entre a língua de sinais e a língua falada, em ambientes cujo sinal de recepção do servidor seja favorável para uso da internet. A figura 4 mostra a tela do aplicativo ProDeaf com o avatar.

Figura 4 Avatar do ProDeaf



Fonte: <http://www.prodeaf.net/prodeaf-movel/>

3.2 TAADA

O sistema de Tecnologia Assistiva para Auxílio a Deficientes Auditivos e Surdos (TAADA), usa tecnologia de reconhecimento de voz e palavras selecionadas em conjunto com o dispositivo móvel, o *smartphone* atua como interface entre o deficiente auditivo e o ouvinte. A TAADA permite chamar a atenção do deficiente através de alertas sonoros e recurso de *vibracall* emitido pelo *smartphone* ou de sinais luminosos no *display* do aparelho sempre que alguém chama o deficiente auditivo pelo nome previamente registrado no dicionário de dados do sistema (PLACHEVSKI, 2014).

A TAADA utiliza o reconhecimento de voz e palavras do *PocketSphinx* (sistema de reconhecimento de voz), através de um *front end* que atua agregado em um *smartphone* com o sistema operacional Android. Esse conjunto permite que a palavra falada possa ser reconhecida por qualquer locutor com uma distância de até 5 metros. A figura 5 mostra o diagrama do TAADA que apresenta em formas gerais as camadas físicas e lógicas do desenvolvimento do sistema.

Figura 5 Diagrama física e lógica do TAADA



Fonte: Plachevski, 2014

3.3 Hand Talk

O sistema Hand Talk (2015) é um aplicativo que converte conteúdos em texto e voz para a linguagem de sinais para surdos, em tempo real. A solução digital também converte imagens para LIBRAS – Língua Brasileira de Sinais. Dentro desse contexto, o Hand Talk usa o auxílio de um interprete virtual, o Hugo, um personagem em 3D que torna a utilização da solução interativa e de fácil compreensão. A figura 6 mostra a tela da aplicação do Hand Talk.

Figura 6 Tela do aplicativo Hand Talk

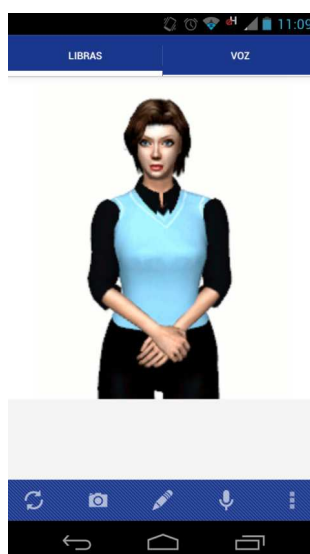


Fonte: https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.handtalk&hl=pt_BR

3.4 Rybená

O Rybená (2015) é um aplicativo desenvolvido pelo Grupo ICTS usado como tradutor de LIBRAS e sintetizador de voz capaz de traduzir textos do português para LIBRAS e de converter português escrito para voz falada no Brasil. O Rybená também possui um personagem 3D para fazer a interpretação do português para LIBRAS. As últimas trinta frases são armazenadas no histórico, no intuito de ser reutilizadas de uma maneira mais rápida. A figura 7 mostra o aplicativo juntamente com o personagem 3D.

Figura 7 Tela do Rybená



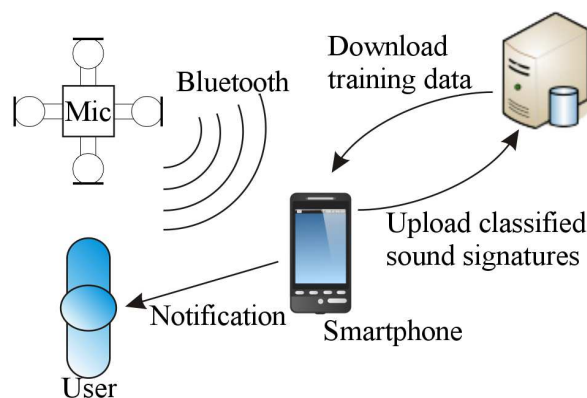
Fonte: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.icts.rybenatorandroid>

3.5 Uma Tecnologia Assistiva para Pessoas com Deficiência Auditiva

O trabalho do MIELKE *et al.* (2013) é um sistema para usar algoritmos de reconhecimento de som ambiental para detectar eventos de áudio relevantes no tráfego rodoviário. A contribuição deste trabalho consiste na aplicação de técnicas de reconhecimento de padrões de tecnologia de comunicação para implementar um sistema que analisa o ambiente e sinais de eventos acústicos classificados como críticos para o usuário surdo. O algoritmo analisa os sinais de frequência e a lógica de uma sirene e notifica o usuário.

O sinal é digitalizado a partir de um microfone de 8 bits para capturar ruídos do ambiente de tráfego rodoviário, capturando sirenes de veículos de emergência ou qualquer ruído que ultrapasse o nível de som nas frequências de 2 kHz e 4 kHz devido a sensibilidade do ouvido humano. A figura 8 mostra o modelo da arquitetura onde o som é gravado, usando um microfone e processado pelo smartphone. Se for detectado um som de interesse, o usuário é notificado e o som pode ser enviado para um servidor.

Figura 8 Arquitetura da Tecnologia Assistiva para Deficiente Auditivo



Fonte: MIELKE, *et al.*, 2013

3.6 Comparação entre trabalhos

Para comparar os trabalhos relacionados, foram definidos critérios para avaliação. A tabela 1 apresenta um comparativo entre eles e a seguir estão listados os critérios com a sua descrição:

- **Sensível ao contexto:** indica se o sistema possui dados de contexto conforme proposto por Dey (2001);
- **Configuração:** indica se o sistema possui variedade de customização de funcionalidade, tais como, configuração dos tipos de linguagem a serem alertadas pelo evento, dos tempos de vibração, alertas luminosos do *display* e do *flash* do *smartphone*;
- **Reconhecimento de som em ambientes:** indica se o sistema possui reconhecimento de som ou ruídos em decibéis;
- **Localização de recurso:** indica se o sistema considera a localização de recursos próximos ao usuário;
- **Suporte a trilhas:** indica se foi empregada alguma forma de gerenciamento de históricos de contextos conforme Silva *et al* (2010) afirma que as trilhas criam um registro das atividades realizadas pelo usuário dentro do ambiente trilhado, criando um histórico de deslocamento;
- **Perfil:** avalia se foi utilizado algum tipo de gerenciamento de perfis de usuários. Para Tavares (2011) a proposta do perfil é que sejam armazenadas informações no perfil.

Em relação a sensibilidade ao contexto/ambiente, o aplicativo Hermes se diferencia dos trabalhos relacionados devido a nenhum destes aplicar informações de localização do usuário baseado nas coordenadas de GPS – o que acabou estimulando a realização da pesquisa desse recurso.

Quanto ao manuseio de configuração, é possível identificar que somente o TAADA é passível deste requisito, como definição de vibrações e alertas luminosos, por exemplo.

No quesito de reconhecimento de som, nenhum dos trabalhos possui um decibelímetro integrado para medir o nível de pressão sonora.

Tabela 1 Comparação entre os trabalhos relacionados

Trabalhos	ProDeaf	TAADA	Hand Talk	Rybená	MIELKE, <i>et al.</i> ,
Critérios					

					2013
Sensível ao contexto	Não	Não	Não	Não	Não
Configuração	Não	Sim	Não	Não	Não
Reconhecimento de som	Não	Não	Não	Não	Não
Localização de Recurso	Não	Não	Não	Não	Não
Suporte a Trilhas	Não	Não	Não	Não	Não
Perfil	Não	Sim	Não	Não	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nenhum dos trabalhos possui uma lista de recursos disponíveis baseado na localização do usuário.

Com relação ao suporte de trilhas, ou seja, o histórico de locais visitados, nenhuns dos trabalhos relacionados possuem esse suporte.

No quesito de perfis, o trabalho do Plachevski (2014) e Mielke (2013) possui um cadastro de usuário com características básicas de informações.

Através da análise aos trabalhos relacionados pode-se perceber que dentre as características comparadas, apenas o TAADA tem disponibilidade de manuseio de configuração tal como o Hermes. Outro ponto que apresenta as mesmas características é o item *perfil*, encontrados nos aplicativos TAADA e na Tecnologia Assistiva para Pessoas com Deficiência Auditiva. Por essa razão, nota-se que o Hermes é o único a apresentar sensibilidade ao contexto, pois nenhum dos aplicativos comparados possibilita o reconhecimento de som, localização de recurso e por fim, suporte a trilhas.

4 MODELO HERMES

Neste trabalho esta sendo proposta a criação de um modelo para acessibilidade ubíqua, denominado Hermes¹. Este modelo é uma extensão do modelo Hefestos, que foi proposto como um modelo genérico, sem restrição quanto ao tipo de deficiência a ser suportada (TAVARES, 2011).

4.1 Visão Geral

O modelo Tirésias que é uma extensão do Hefestos voltado ao deficiente visual, por tanto, o modelo Hermes usou os mesmo conceitos propostos pelo Tirésias que foi desenvolvido a partir da extensão do agente assistente pessoal, propondo o recebimento do Hefestos de informações relativas ao perfil do usuário, sensibilidade a contextos e suporte a trilhas. Baseado nessas informações, o agente é capaz de prover ao usuário portador de deficiência auditiva, informações de contextos próximos à localização do usuário.

O modelo ainda propõe funcionalidades como o reconhecimento de som, ou seja, um decibelímetro integrado para reconhecer ruídos, alertando qualquer eventualidade próxima ao usuário. Propõe ainda o reconhecimento de voz ou de fala, que possibilita o reconhecimento de voz de um locutor próximo ao usuário. O mesmo ainda apresenta módulos de recursos, eventos e configurações.

O Hermes tem por finalidade atender a deficiência auditiva de uma pessoa considerada surda em diversos níveis de grau de surdez. O mesmo traz como novidade o suporte de orientação a contexto, trilhas e flexibilidade para configuração do APP.

4.2 Arquitetura do Hermes

Além dos módulos proposto pelo Hefestos, o modelo Hermes é composto por quatro módulos e um Agente Assistente Pessoal (AAP) que foram projetados para suportar as necessidades específicas aos portadores de deficiência auditiva.

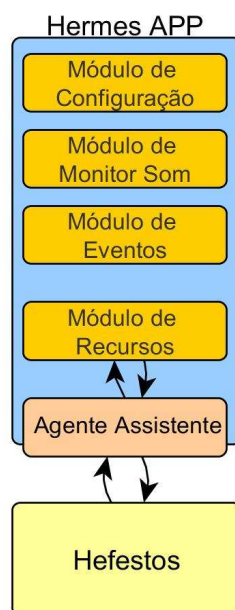
¹ Na mitologia grega, Hermes era o deus mensageiro.

A arquitetura do Hermes APP é definida pelos seguintes módulos:

- **Módulo de Recursos:** nele é possível obter informação sobre percursos de forma fácil por mapas que auxiliam o deficiente auditivo a chegar no destino escolhido;
- **Módulo de Eventos:** auxilia o deficiente auditivo quanto a notificações sonoras, oriundas do monitor de som detectando som ou voz e mostrando a notificação por meio de alertas vibratórios;
- **Módulo de Monitor Som:** é o módulo que contém duas funcionalidades que dão suporte ao deficiente auditivo, os quais são o reconhecimento de som e o reconhecimento de voz;
- **Módulo de Configuração:** nesse módulo o usuário pode fazer configurações e adequá-las como desejar.

A figura 9 apresenta a arquitetura do modelo Hermes aonde o agente assistente se comunica com o Hefestos para a busca de recursos, perfis e suporte a trilhas e logo a seguir, são abordados todos os módulos de forma mais detalhada.

Figura 9 Arquitetura do modelo Hermes.



Fonte: Elaborada pelo Autor

4.3 Módulo de Recursos

O módulo de Recursos disponibiliza informações oriundas do Hefestos ao Deficiente Auditivo. Essas informações são indicações de recursos de acessibilidade próximos à localização do usuário. O módulo de recursos também cria um caminho ou rota para acessar um determinado recurso escolhido pelo usuário. Essa interação é feita através de mapas, facilitando a compreensão do usuário para chegar ao seu destino.

Atualmente, ainda existe uma carência significativa no que se diz respeito a atendimento de qualidade para o surdo. Ou seja, sem a utilização da LIBRAS, o deficiente auditivo é prejudicado, visto que sem a comunicação através da língua mãe, o surdo não compreende claramente o que lhe é dito, isso limita a comunicação e o desejo de retorno do surdo a um ambiente (ANDRADE *et al.*, 2011).

Ao entrar em um contexto (DEY, 2001), um recurso disponibilizado pelo Hefestos, informa ao deficiente auditivo se o ambiente possui recursos de acessibilidade como um intérprete de LIBRAS no local ou serviços de apoio específico como tradução. A partir desses contextos, o deficiente auditivo se sente mais seguro e satisfeito por ter algum tipo de ajuda de alguém que lhe compreenda.

4.4 Módulo de Eventos

O Dicionário de Português Online Michaelis (MICHAELIS, 2015) define evento como “acontecimento, eventualidade”, ou seja, através do evento, o deficiente auditivo poderá saber acerca de algum acontecimento ao seu redor.

O módulo de eventos informa algum acontecimento oriundo do Módulo de Monitor de Som. Para que essas informações chamem a atenção do usuário, o Módulo de Eventos suporta a funcionalidade de alertas vibratórios. A vibração é usada para notificar o usuário que foi detectado um som ou um reconhecimento de voz e essa informação é mostrada no visor pelo Módulo de Eventos.

Em um questionário aplicado por Mielke (2015) em deficientes auditivos, alguns participantes afirmaram que a vibração deve refletir a importância de um som e a urgência de reagir a ela. Assim, de forma geral, a vibração é um aspecto importante para chamar a atenção de uma pessoa portadora de deficiência auditiva.

Outra funcionalidade que o Módulo de Eventos suporta é o alerta luminoso. Quando o usuário recebe uma informação e não está com seu *smartphone* em mãos ou em um bolso, mas em uma mesa que esteja próximo ao deficiente auditivo, as luzes do *flash* da câmera piscam. O alerta luminoso somente será interrompido quando o usuário ler a informação.

4.3 Módulo Monitor de Som

O módulo monitor de som possui duas funcionalidades para oferecer suporte ao deficiente auditivo: o reconhecimento de som e o reconhecimento de voz.

4.3.1 Reconhecimento de som

A funcionalidade do reconhecimento de som no Hermes é conhecida como ruído, é aquele tipo de som que no universo da acústica não segue uma padronização, ou seja, não possui uma regra precisa, mas uma mistura de sons diversos (PLACHEVSKI, 2014).

Segundo Plachevski (2014), para determinar o nível sonoro produzido, relaciona-se a intensidade sonora de um som A com um som B para obter um nível sonoro dado em decibel (dB). Na escala de decibéis o limiar de dor suportada pelo ouvido humano é no máximo de 120 dB (LORENZI *et al.*, 2013). O reconhecimento de som é baseado no nível de pressão sonora cuja medida serve para determinar o grau de potência de uma onda sonora.

Oliveira (2013) destaca o nível de pressão sonora que é dado por:

$$NPS = 20 \log_{10} (P / P_0)$$

A partir dessa fórmula, destacamos o algoritmo para essa funcionalidade desenvolvido por Ramirez (2013):

```
public double soundDb(double ampl){
    return 20 * Math.log10(getAmplitudeEMA() / ampl);
}
public double getAmplitude() {
    if (mRecorder != null)
        return (mRecorder.getMaxAmplitude());
    else
        return 0;
}
public double getAmplitudeEMA() {
    double amp = getAmplitude();
    mEMA = EMA_FILTER * amp + (1.0 - EMA_FILTER) * mEMA;
    return mEMA;
}
```

A partir desse algoritmo, o módulo de Monitor de Som possui uma funcionalidade de um decibelímetro, para realizar a medição dos níveis de pressão sonora usando o microfone do dispositivo móvel.

Para se ter uma noção de como entender a funcionalidade do reconhecimento de som do Hermes, BRAGA (2014) realizou uma medição sobre a intensidade de alguns sons comuns como mostra a tabela 2.

Tabela 2 Intensidade de sons em dB

Limiar da audibilidade	0 dB
Vento balançando folhas suavemente	10 dB
Estúdio de Rádio	20 dB
Quarto silencioso	30 dB
Música tocando baixo	40 dB
Conversa em voz normal	60 dB

Voz Humana a 1 metro Campainha do Telefone	70 dB
Aspirador de Pó	80 dB
Caminhão pesado a 15 metros Sirene de polícia	90 dB
Caminhão de coleta de lixo	100 dB
Bate estacas	110 dB
Conjunto de Rock Amplificado	120 dB
Buzina de Carro	120 dB
Jato na decolagem Limiar da Dor	140 dB

Fonte: BRAGA (2014)

Baseando-se nessa escala, o deficiente auditivo pode ser notificado de eventos ao seu redor de acordo com o patamar estabelecido no módulo de configuração. Quando um usuário configura um patamar em decibéis, a funcionalidade do reconhecimento de som apenas será ativada a partir dessa configuração feita pelo usuário para ser alertado.

4.3.2 Reconhecimento de voz

O modo reconhecimento de voz é a identificação da voz do locutor, tendo como objetivo a determinação automática do indivíduo emissor de uma determinada locução, materializada em sinal de voz (MAFRA, 2005). Quando o usuário habilita o reconhecimento de voz, a funcionalidade que usa o microfone do *smartphone*, permite reconhecer pequenas frases e palavras de um locutor próximo ao usuário sem a necessidade de um padrão de voz. Durante o processo de reconhecimento, a funcionalidade identifica a fala e repassa para o Módulo de Eventos a palavra dita ou pequena frase, para que o usuário saiba o que está sendo informado. A tabela 3 mostra a dinâmica do reconhecimento de voz.

Tabela 3 Dinâmica de reconhecimento de voz

Ator	Ação
Usuário	Ativa o reconhecimento de voz.
Locutor	Fala próximo ao usuário com a funcionalidade ativada no Hermes App
Hermes App	Reconhece a fala ou voz e informar através do Módulo de Evento para o usuário.

4.4 Configuração

O módulo de configuração permite a customização das funcionalidades do Hermes. O usuário pode realizar as seguintes configurações:

1. Configurar o tempo de vibrações em milissegundos (500 a 1400ms) de um evento recebido;
2. Configurar o intervalo de vibrações em milissegundos (100 a 900ms);
3. Habilitar sinal luminoso que é o *flash* do *smartphone* para chamar a atenção do usuário caso não esteja com seu dispositivo móvel em mãos;
4. Configurar o nível de alerta em decibéis para o reconhecimento de som onde o usuário configura um patamar entre 20 e 120 decibéis;
5. Ativar ou desativar as funcionalidades do módulo de monitor de som, como o reconhecimento de voz ou de som;
6. O tipo de linguagem que o usuário gostaria de receber pelo módulo de eventos, neste caso em língua portuguesa;
7. Configurar o quantitativo de recursos disponíveis em uma lista podendo ter até 10 recursos.

4.5 Agente Assistente Pessoal

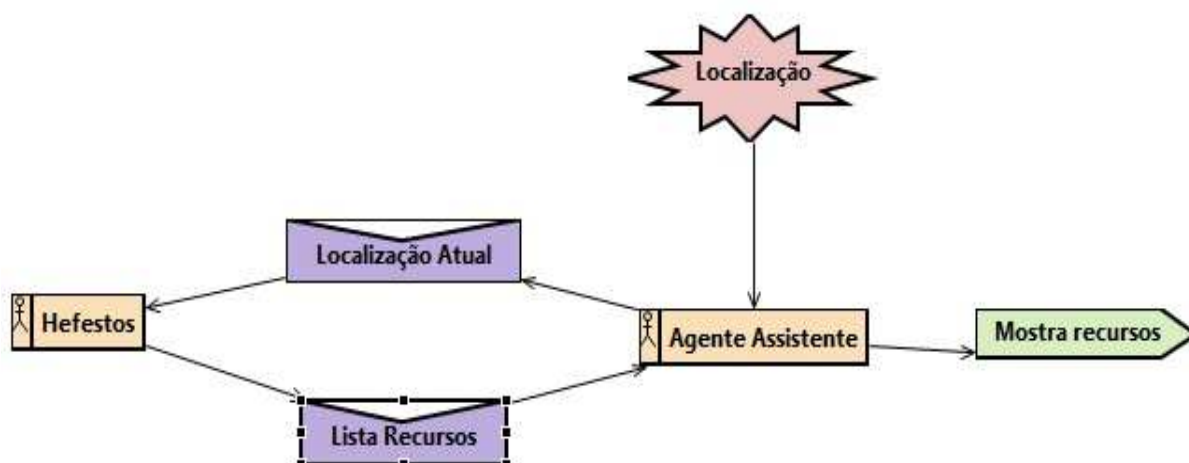
Russel e Norvig (2013) definiram que um agente é tudo o que pode ser considerado capaz de perceber seu ambiente por meio de sensores e de agir sobre esse ambiente por intermédio de atuadores. O Agente Assistente Pessoal (AAP) de acordo com Falk *et al.* (2013) funciona como interface móvel responsável por detectar o contexto atual do usuário, de acordo com as informações repassadas pelo Hefestos.

Tavares (2011) aborda a função do agente assistente como papel de motor de análise, sempre procurando entregar os recursos ao usuário a partir das informações obtidas pela percepção. Segundo Russel e Norvig (2013), percepção serve para fazer referência às entradas perceptivas do agente em um dado instante.

Baseado nesses conceitos, o agente se torna cada vez mais aceito como tecnologia para desenvolvimento de sistemas de softwares, e algumas metodologias sugeridas para descrever os agentes, seus comportamentos e ambientes. Dentre essas metodologias, o Prometheus (PADGHAM; WINIKOFF, 2004) destaca-se por prover suporte do início ao fim da modelagem, partindo da especificação ao *design* detalhado e a implementação (FALK *et al.*, 2013).

O diagrama na figura 10 foi elaborado pela ferramenta gráfica desenvolvida como um *plugin* para o *Eclipse* framework (ECLIPSE, 2015) chamado de *Prometheus Design Tool* (PDT) (PDT, 2015).

Figura 10 Modelagem do Agente Assistente



Fonte: Do autor

A estrela representa a percepção suportada pelo agente assistente pessoal. As flechas são ações realizadas pelo agente de acordo com a percepção do usuário. Os envelopes representam as mensagens trocadas entre os agentes e os mesmos são representados por um retângulo. Para gerar a comunicação com o Hefestos, o agente assistente pessoal troca informações através de *webservices*. Tal *webservice* é responsável por receber a localização atual do usuário, que é disponibilizada diretamente pelo GPS do dispositivo móvel como informações de longitudes e latitudes. O Agente Assistente Pessoal encaminha a percepção do usuário e recebe informações de recursos através do Hefestos.

O App Hermes além de possuir sistemas sensíveis ao contexto permite o registro de históricos (SILVA, 2010) de uma entidade percorrendo contextos. Essas trilhas são recursos visitados com as informações de contextos visitados. No caso do App Hermes, a trilhas representam apenas históricos de contextos e rotas feitas pelo usuário (FELTES, 2013). Esses dados servem somente para informações relevantes ao próprio usuário.

5 ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO

Buscando a avaliação das ideias propostas pelo modelo Hermes, foi implementado um protótipo que consiste na elaboração de um aplicativo para dispositivos móveis e um servidor para simular a interação com Hefestos como o uso de perfis, contextos e trilhas.

O protótipo foi desenvolvido a partir das diretrizes propostas no modelo Hermes (Capítulo 4), para abranger um suporte ao deficiente auditivo.

Chamado de Hermes APP, o protótipo tem como objetivo principal o provisionamento de recursos de acessibilidade para portadores de deficiência auditiva, considerando o perfil do usuário, contextos e suporte a trilhas. Outra funcionalidade do protótipo é o reconhecimento de som em ambientes e o reconhecimento de voz ou fala.

Esse capítulo apresenta os aspectos de implementação do modelo Hermes. Inicialmente serão detalhadas as tecnologias que foram utilizadas, implementação do protótipo que foi desenvolvido e por último o funcionamento do Hermes APP.

5.1 Tecnologias Utilizadas

O protótipo do modelo Hermes foi desenvolvido em duas partes: na primeira parte foi feito um Projeto/Análise utilizando a UML (*Unified Modeling Language*) que gerou a modelagem e documentação técnica que serviu de suporte para a segunda etapa, a Codificação, quando o protótipo foi construído e testado.

As ferramentas utilizadas para a construção do protótipo inicialmente na etapa Projeto e Análise foram *Astah Community* (ferramenta utilizada na modelagem dos diagramas com base na UML) e *Prometheus Design Tool* (*plugin* para Eclipse Luna). Em seguida, na etapa de codificação foram usados: Api Google SpeechRecognizer e Android SDK para Eclipse Luna e o Api Google Maps

A seguir, a tabela 4 apresenta as etapas de construção do protótipo na coluna “artefatos” que traz resultados gerados ao final de cada etapa, e a coluna “ferramentas” com a lista dos aplicativos utilizados para a geração desses artefatos.

Tabela 4 Artefatos de ferramentas de cada etapa do protótipo

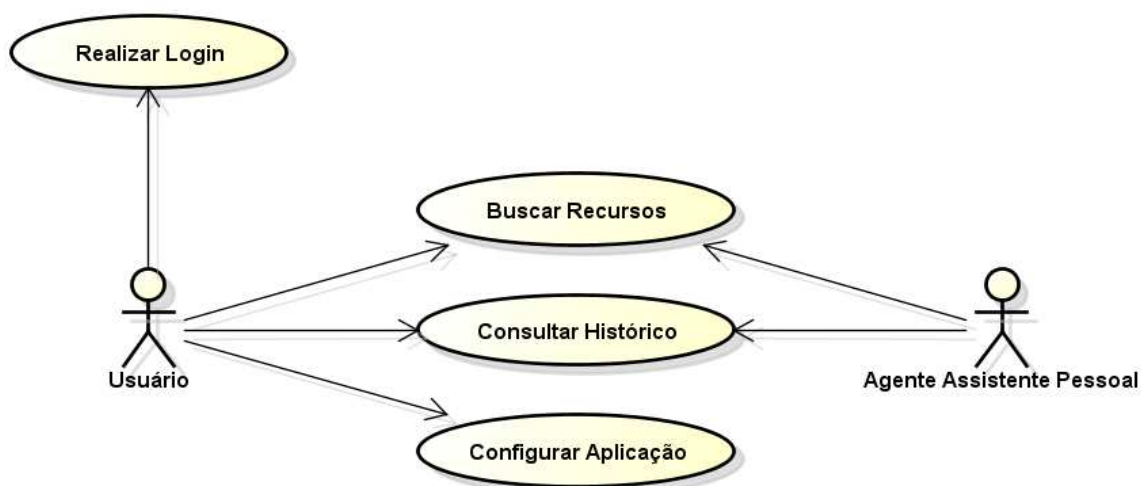
Etapa	Descrição	Artefatos	Ferramentas
Projeto e Análise	Etapa de geração da documentação técnica que foi utilizado para a codificação do protótipo.	Diagrama de classe.	Astah Community, ferramenta utilizada na modelagem dos diagramas com base na UML.
		Diagrama de estudo de caso.	
		Diagrama de sequência com integração ao Hefestos.	
		Diagrama de objetivos do Agente, identificando a troca de mensagens.	Prometheus <i>Design Tool (PDT)</i> plugin para Eclipse Luna
Codificação	Etapas onde os módulos do Hermes foram implementados.	Funcionalidades do módulo de monitor de som que foram utilizados a linguagem Java.	Api Google <i>SpeechRecognizer</i> , Eclipse Luna.
		Aplicativo móvel desenvolvido como interface para o assistente pessoal utilizando a plataforma Android.	Android SDK para Eclipse Luna. Api Google Maps.

Fonte: Do próprio autor

5.2 Implementação

O desenvolvimento do protótipo se baseou no caso de uso apresentando na figura 11, identificando-se os requisitos principais para possibilitar a realização dos experimentos.

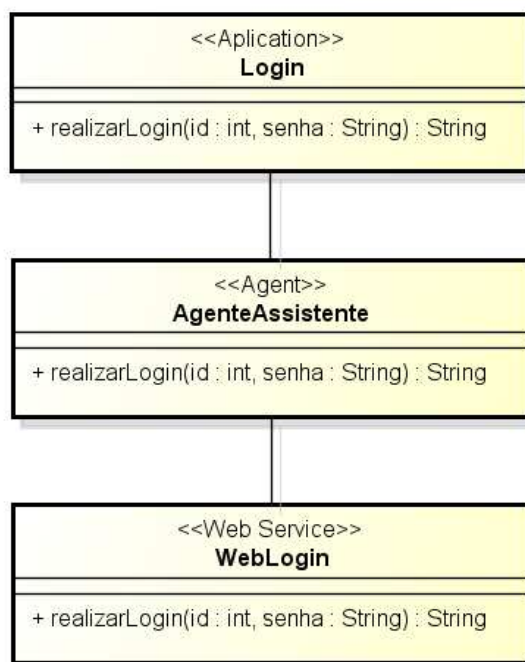
Figura 11 Caso de uso principal do protótipo



Os detalhes da modelagem e codificação dos requisitos são apresentados nas figuras a seguir.

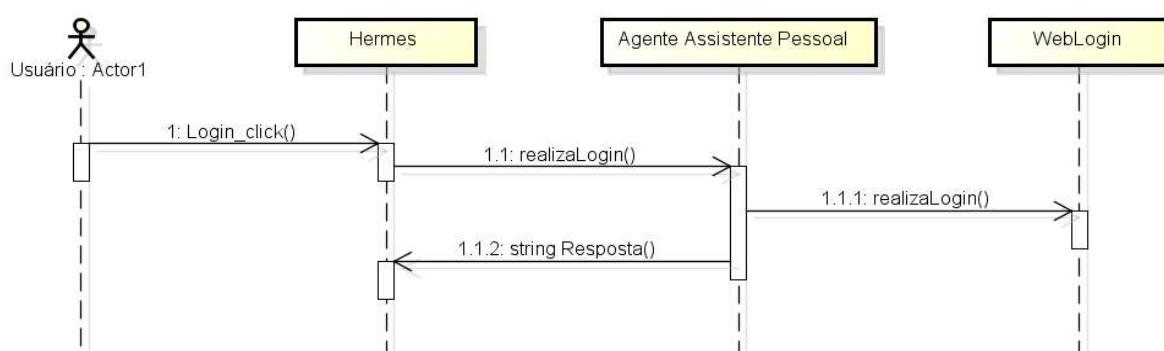
A figura 12 apresenta o diagrama de classes do caso de uso Realizar *Login* que foi implementando através de um *WebService* WebLogin que disponibiliza o método de validação do usuário e senha (realizarLogin) utilizado pelo aplicativo do Hermes.

Figura 12 Diagrama de Classes - Realizar Login.



A figura 13 apresenta o diagrama de sequência de como foi implementada a validação do usuário ao realizar o *login* no dispositivo móvel. Nesta sequência, o Login utiliza o método realizarLogin do Agente Assistente que encaminha a requisição para o método realizarLogin do *web service* com os parâmetros de id e senha e em seguida recebendo o retorno da validação do usuário.

Figura 13 Diagrama de sequência - Realizar Login

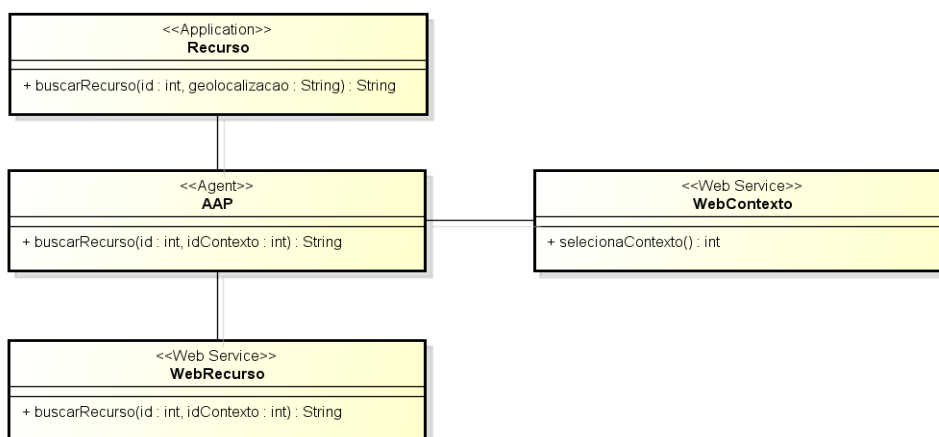


O objetivo de Hermes é apresentar recursos de acessibilidade para o usuário portador de deficiência auditiva. Para isso a funcionalidade de Buscar Recursos é utilizada.

A figura 14 apresenta o diagrama de classes que faz parte do caso de uso Buscar Recurso. Nesse diagrama de classe foi implementado o *web service*

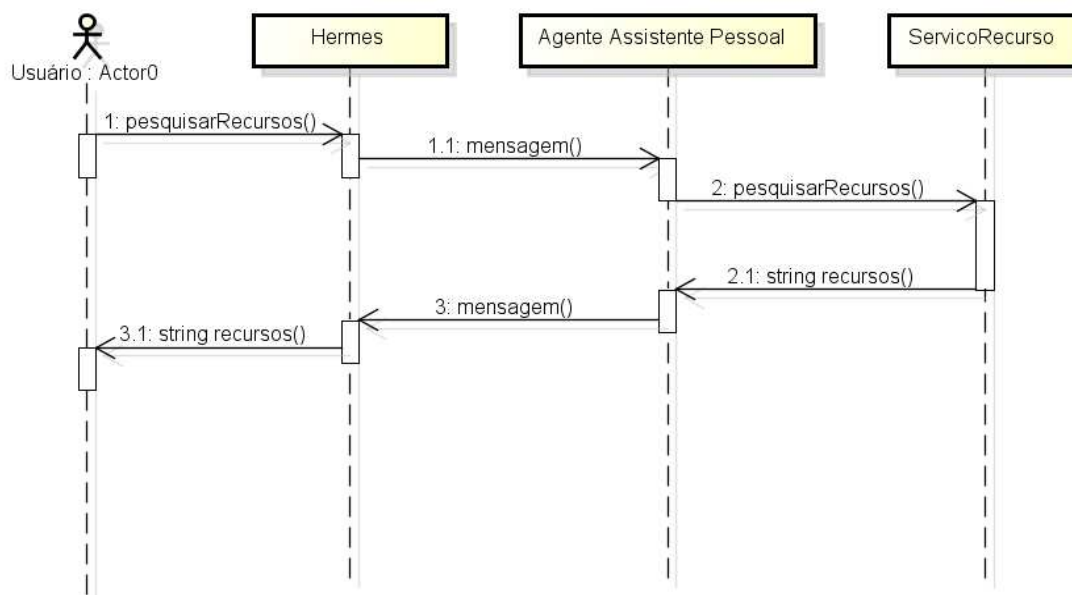
WebRecurso, que disponibiliza o método para selecionar recursos de acordo com a localização do usuário. A princípio, os recursos são cadastrados no site administrativo do Hefestos.

Figura 14 Diagrama de Classes – Buscar Recurso



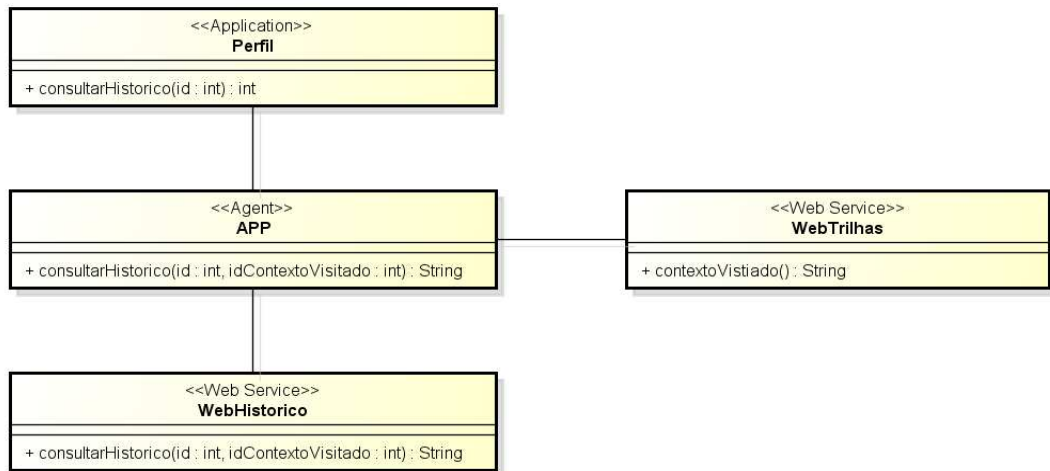
A figura 15 apresenta o diagrama de sequencia Buscar Recurso que demonstra como foi implementada.

Figura 15 Diagrama de sequência – Buscar Recurso



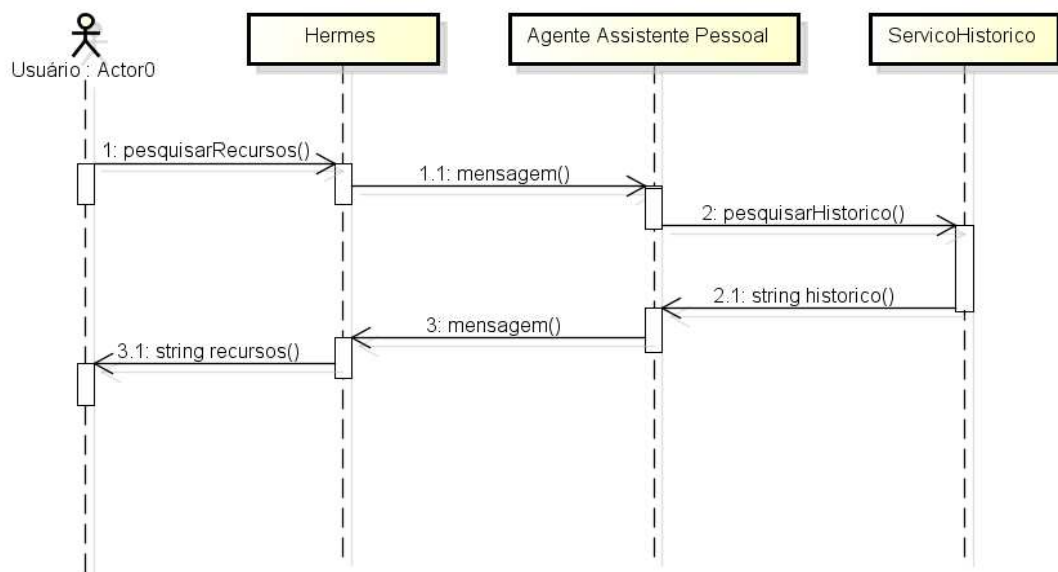
A figura 16 apresenta o diagrama de classes que faz parte do caso de uso Consultar Histórico. Para esse caso de uso, é utilizado o *web service* WebHistorico, que disponibiliza o método de consultar o histórico de locais visitados pelo perfil do usuário.

Figura 16 Diagrama de Classes - Consultar Histórico



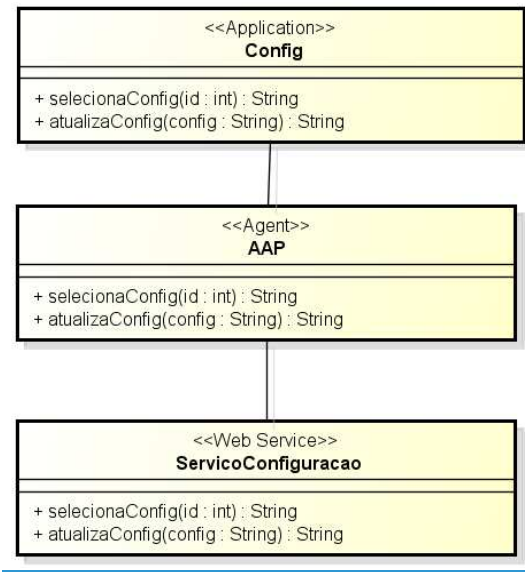
A figura 17 apresenta o diagrama de sequência de Consultar Histórico que mostra como foi implementado esse recurso.

Figura 17 Diagrama de sequência – Consultar Histórico



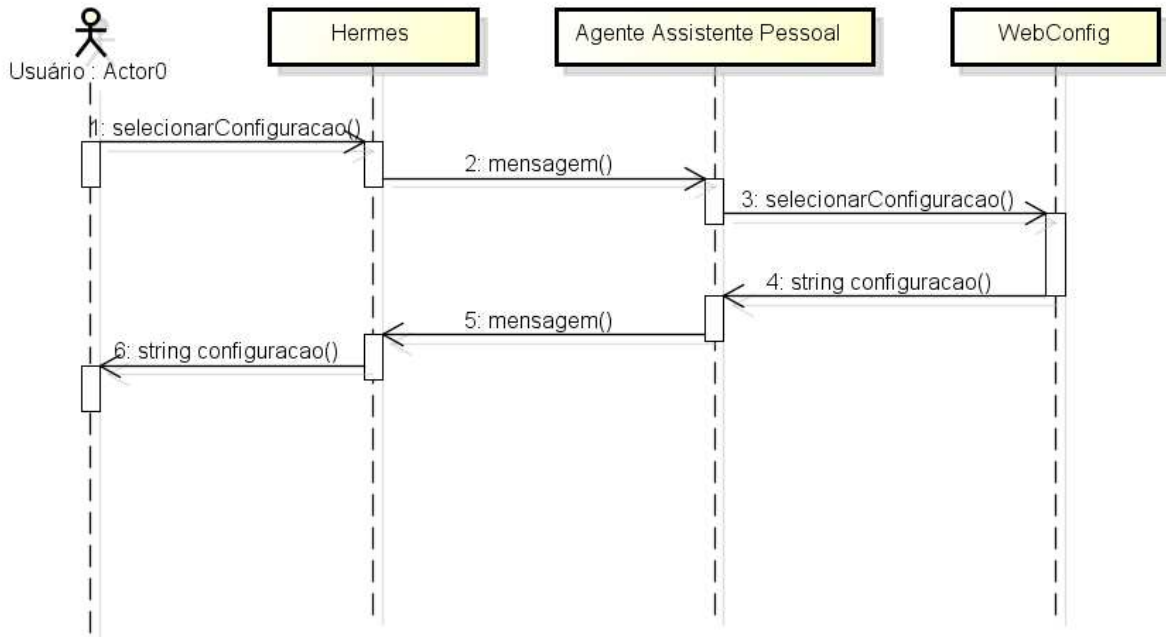
Por fim, a figura 18 apresenta o diagrama de classe Configurar Aplicação.

Figura 18 Diagrama de classes – Configurar Aplicação



A figura 19 apresenta o diagrama de sequencia de configuração.

Figura 19 Diagrama de sequencia - Configuração

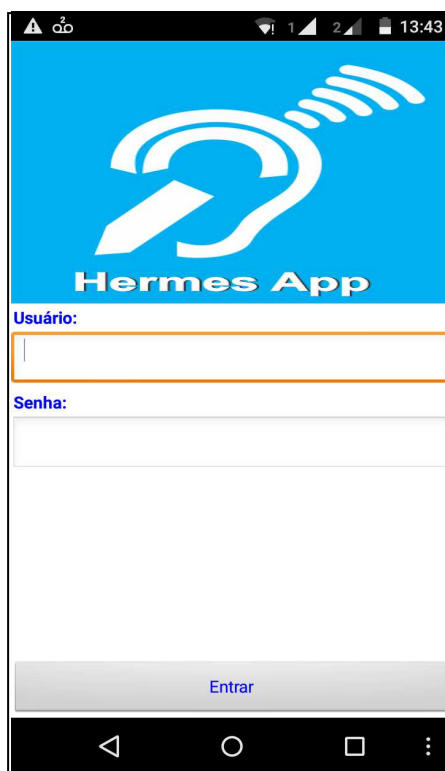


5.3 Funcionamento

Uma das funcionalidades mais importantes de uma aplicação é o controle de acesso. No protótipo o controle de acesso é realizado através de um *id* e uma senha

do usuário. Estes dados são fornecidos na tela de *login* do sistema como é mostrado na figura 20.

Figura 20 Tela de login



O objetivo do Hermes é mostrar recursos de acessibilidade próximos ao usuário e por isso foi incrementado a funcionalidade de Buscar Recursos.

As figuras 21(a) e 21(b) mostram as telas de busca de recursos para acessibilidade que são apresentados em ordem ascendente de proximidade da localização do usuário.

Figura 21 Tela de Recursos

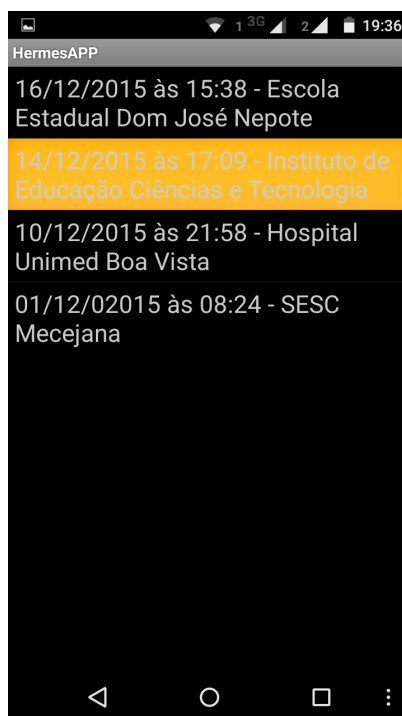


(a) Buscar recursos

(b) Lista recursos

Outra funcionalidade que o Hermes APP apresenta é a possibilidade de visualizar os últimos locais dos recursos visitados. Essa funcionalidade permite o usuário conhecer contextos visitados e caso não queira buscar por recursos próximos a localização, o usuário pode consultar o histórico e selecionar o recurso para visitá-lo novamente através de rotas criadas através de mapas (figura 22).

Figura 22 Tela de histórico



Outra funcionalidade é a de *Configuração* que o deficiente auditivo pode realizar alterações, permitindo redefinir cada alerta, identificando-os de maneira pessoal. A princípio, essas configurações são armazenadas no próprio dispositivo móvel. Veja a tela de configurações na figura 23.

Figura 23 Tela de configurações



6 ASPECTOS DE AVALIAÇÃO

O presente trabalho foi aplicado em um ambiente real, baseado em cenários, com a intenção de avaliar o modelo Hermes. O Hermes APP se diferencia devido a implementação de funcionalidades não existentes em outros aplicativos, tais como: o acesso a localização de recursos de acessibilidade onde o deficiente auditivo encontra-se e ter acesso a informação por pessoas com capacidades na língua materna do surdo-mudo (LIBRAS). Outra funcionalidade é o reconhecimento de som ou ruído através de um decibelímetro integrado e o reconhecimento de voz ou fala para alertar o usuário de qualquer acontecimento.

Hermes, de acordo com a mitologia grega, era um deus do Olimpo que levava a outros deuses mensagens secretas, direcionando-os para decisões importantes. Ao tentar fazer jus a esta qualidade, a escolha pelo nome Hermes APP é inspirada neste personagem, pois seu principal objetivo é ser um mensageiro que leve o deficiente auditivo a pontos ou a pessoas que interajam com ele, usando uma linguagem específica, para que o mesmo possa receber a informação desejada e executar ações. Mesmo assim, o protótipo não se limita somente a isso, porém seu objetivo principal é o acesso à informação.

A estrutura desse capítulo está organizada da seguinte forma: metodologia de avaliação, avaliação de funcionalidade, pois é possível analisar os cenários utilizados e seu contexto, e pôr fim a avaliação de usabilidade.

6.1 Metodologia de Avaliação

A comunidade científica tem empregado cenários para avaliação de aplicações ubíquas e sistemas sensíveis de contexto (SATYANARAYANAN, 2001).

Partindo dessa estratégia, foram criados dois cenários para avaliação do Hermes que foram executados por um usuário portando um *smartphone* Moto G 2ª Geração.

O objetivo dessa avaliação é realizar simulações de acesso ao Hefestos na busca de recursos baseados na localização do usuário e de funcionalidade do Hermes APP em cenários reais.

O primeiro cenário mostra o usuário caminhando pela cidade de Boa Vista - RR, e sua interação inicial com o Hermes é a localização de recursos próximos. No segundo cenário, o usuário explora funcionalidades do Hermes através do módulo de monitor de som para reconhecimento de som e o reconhecimento de voz.

No Hefestos foram inclusos² uma nova deficiência chamada de “Deficiência Auditiva”, de recursos e de novos usuários com perfil de Deficiente Auditivo. Feito essas inclusões, o Hefestos tornou-se capaz de inferir resultados e ter uma interação com o Hermes APP.

6.2 Avaliação de Funcionalidade

No servidor de simulação de acesso ao Hefestos, foram cadastrados alguns pontos da cidade onde é possível para o deficiente auditivo conseguir o suporte para comunicação. Nos locais cadastrados no aplicativo, existe núcleo de inclusão de pessoas que falam a língua materna do surdo e mudo, ou seja a linguagem de Libras.

O aplicativo foi utilizado por um usuário portador de deficiência auditiva (conforme descrito no cenário 1 e 2) diante de uma necessidade de se obter uma informação de como chegar a um determinado local. Já que as pessoas que estavam transitando não a compreendiam, a mesma buscou informação pelo aplicativo em que ela poderia conseguir informação de acordo com sua linguagem.

A deficiente então utilizou o recurso de buscar do aplicativo Hermes APP e logo localizou e recebeu as coordenadas de como chegar ao local. Assim, recebeu orientação de como chegar ao seu destino desejado. Logo, entende-se que o aplicativo atendeu a necessidade de Sara.

² A integração com o Hefestos foi simulada. Sendo assim, os testes avaliaram a funcionalidade do Hermes APP

No segundo cenário, a deficiente auditiva usou as funcionalidades do Hermes ainda no ambiente escolar, onde foram testados o reconhecimento de voz e de som.

A Figura 24 mostra o mapa da área de abrangência do Hermes APP na cidade de Boa Vista – Roraima, e a tabela 5 apresenta a descrição da lista de recursos mapeados, o qual possibilitou o usuário conseguir localizar o recurso disponível.

Figura 24 Mapa de recursos disponíveis

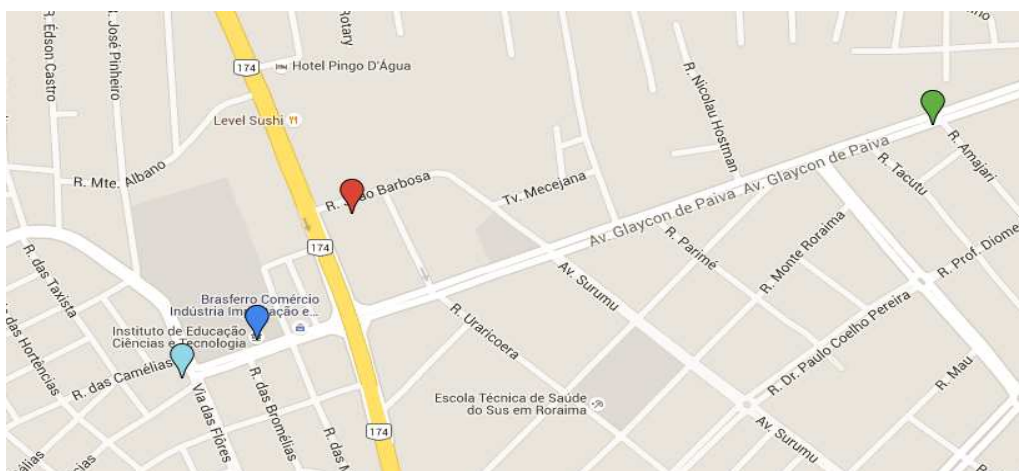


Tabela 5 Descrição dos recursos e localização

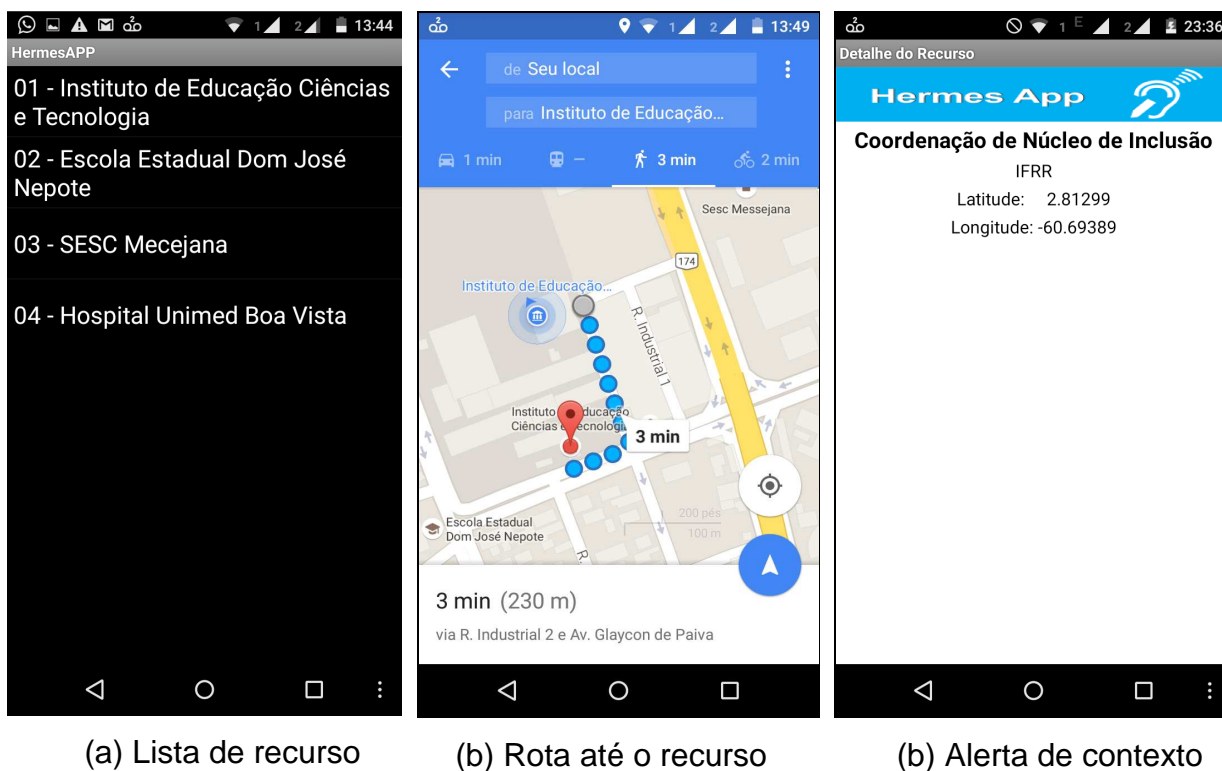
Nome do Recurso	Descrição do Recurso	Latitude	Longitude
IFRR	Coordenação de Núcleo de Inclusão	2.81299	-60.69389
Escola Dom José Nepote	Secretaria Escolar	2.81225	-60.69519
Sesc Mecejana	Núcleo de Inclusão Social	2.81547	-60.69226
Hospital Unimed	Assistência Social	2.81719	-60.68228

6.2.1 Cenário 1

“Ana de 22 anos é portadora de deficiência auditiva. Ela ficou surda com um ano de idade e até hoje não sabe o que levou a surdez. Atualmente, Ana possui o conhecimento na Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS e também conhece um pouco da língua portuguesa. Ela usa o Hermes App no seu smartphone. Ana esta

caminhando pela cidade de Boa Vista em Roraima e logo fica perdida em um bairro, pois ela esta tentando chegar a uma Vila Olímpica. Ela tenta pedir informações de pessoas que ali trafegavam, mas por ser deficiente auditiva, as pessoas não entendiam a linguagem de sinais que Ana fazia para obter uma informação. Então Ana utilizou o Hermes para buscar recursos de acessibilidade disponíveis próximos a sua localização. Em seguida, o Hermes fornece uma lista (figura 25a) ordenada pela proximidade da localização de Ana. Então ela decide buscar pelo primeiro recurso. O Instituto Federal de Roraima (IFRR) foi o recurso escolhido por Ana. Em seguida o Hermes traçou uma rota até o destino escolhido (figura 25b). Ao chegar ao IFRR, Ana recebeu um alerta vibratório pelo Hermes mostrando detalhes do recurso escolhido (figura 25c). Ana então recebe a confirmação que esta no recurso desejado e localiza a Coordenação de Núcleo de Inclusão do Instituto Federal de Roraima. Ana foi atendida pelo professor interprete que possuía conhecimento na língua de sinais. Ana conheceu recursos de acessibilidade próximos a sua localização e pegou a informação que ela precisava para chegar à vila olímpica”.

Figura 25 Deteahe do Recurso



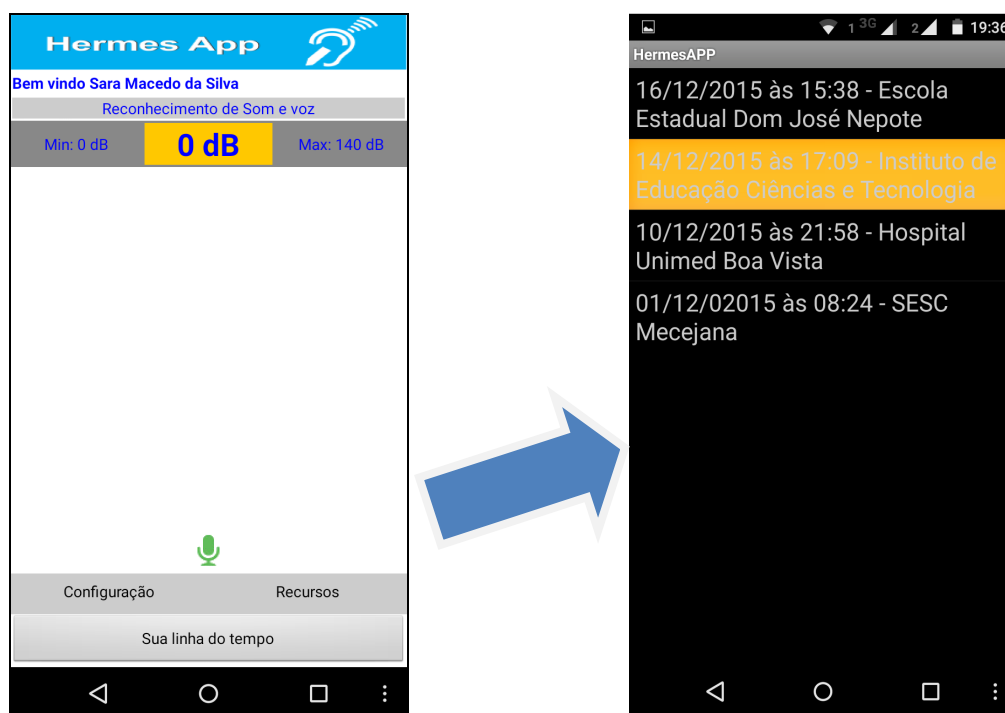
A tabela 6 resume a dinâmica do cenário, destacando os atores e as ações.

Tabela 6 Dinâmica do primeiro cenário

Ator	Ação
Usuário	Busca recurso
Hermes App	Considerando a localização do usuário, o Hermes se comunica com o servidor para simular a interação com o Hefestos e recebe a lista de recursos próximos, onde a lista é disponibilizada em ordem de proximidade para o usuário.
Usuário	Verifica a lista e escolhe o recurso de acordo com seu interesse.
Hermes App	O Hermes mostra o mapa com a indicação do recurso e habilita a opção de rota.
Usuário	O usuário não conhece e seleciona a opção de rota até o destino.
Hermes App	O Hermes cria a rota a partir da localização atual do usuário até o destino escolhido pelo usuário.
Usuário	O usuário chega ao destino.
Hermes App	Começa a emitir um alerta vibratório com a informação detalhada do recurso.
Hermes App	Ao detectar que o usuário chegou ao recurso, o Hermes comunica com o simulador do Hefestos para salvar o local visitado.

Conforme descrito na Tabela 6, nota-se que o aplicativo Hermes APP tem uma dinâmica de interação e comunicação com o deficiente auditivo, pois o mesmo alerta ao usuário que está no local selecionado inicialmente. Outro ponto a ser destacado dentro dessa tabela é que o aplicativo cria automaticamente um registro do local visitado, criando um histórico de navegação (figura 26), o qual pode ser visualizado pelo usuário por meio do aplicativo, servindo como orientação para ir novamente aquele lugar registrado e visitado por ele, caso ele não conheça direito a cidade. O suporte a trilhas para o Hermes App, somente registra o local visitado pelo usuário. Essas informações só servem de referencia para a extração de informações que podem servir de auxílio de recursos visitados.

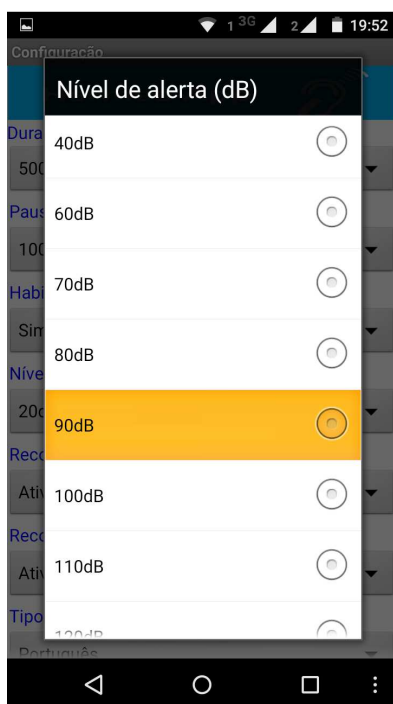
Figura 26 Tela de histórico



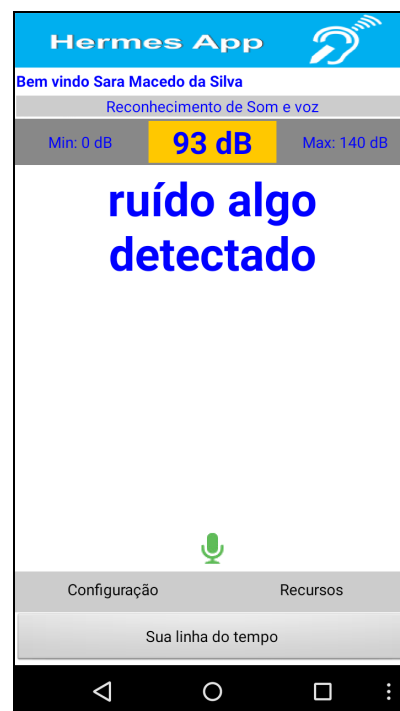
6.2.2 Cenário 2

"Ana quando chega à escola do IFRR, customiza no Módulo de Configuração o nível de alerta em Decibéis (figura 27a) no qual ela deseja ser avisada sobre algum ruído que aconteça ao seu redor. Ana colocou o nível de alerta a partir de 90 dB que é considerado como um som alto. Ela caminha em direção à Coordenação de Núcleo de Inclusão e nesse momento ela sente a vibração do seu smartphone alertando um ruído informando que algo foi detectado (figura 27b). Ana fica atenta e começa a procurar aquele som que atingiu o patamar configurado no Hermes. Quando Ana ficou atenta aquele som, imediatamente ativou o reconhecimento de voz (figura 28a). Um aluno da escola passa bem próximo à Ana e emite uma fala de 'cuidado saia daí' (figura 28b). Ana sente novamente as vibrações do smartphone e verifica que alguma pessoa falou uma pequena frase próxima a ela. Imediatamente Ana se afasta do lugar em que ela estava e logo em seguida percebe que pessoas estavam fazendo serviços de reforma no prédio do IFRR. Nesse momento Ana soube o que estava acontecendo ao seu redor e o Hermes foi capaz de oferecer esse suporte de qualquer acontecimento à Ana."

Figura 27 Execução do segundo cenário – Reconhecimento de som

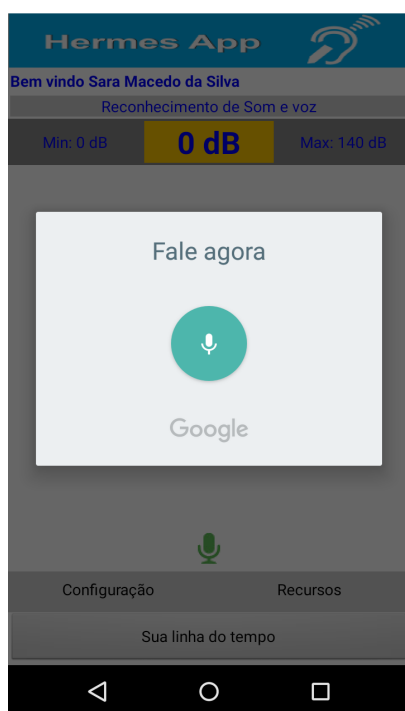


(a) configuração de nível de alerta

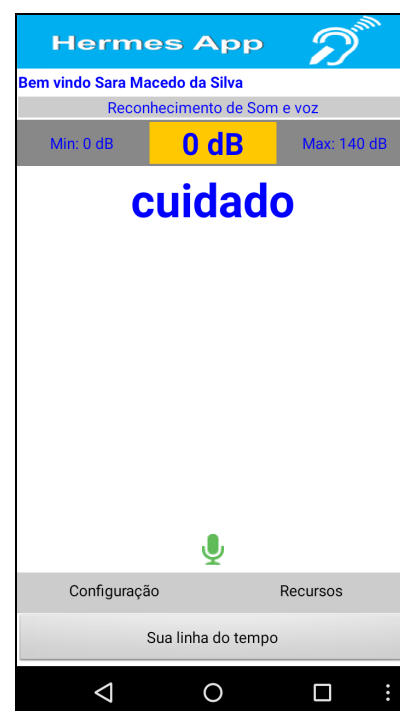


(b) Reconhecimento som

Figura 28 Execução do segundo cenário – Reconhecimento de voz



(a) ativando reconhecimento de voz



(c) Alerta de reconhecimento de voz

A tabela 7 resume a dinâmica do cenário, destacando os atores e as ações.

Tabela 7 Dinâmica do segundo cenário

Ator	Ação
Usuário	Configura um patamar em decibéis para ser alertado.
Hermes App	O monitor de som fica fazendo o calculo de pressão sonora a todo tempo. Até que o chegue a o valor configurado pelo usuário, para enviar o alerta através do módulo de eventos.
Usuário	Recebe a informação através de alertas vibratórios. Em seguida o usuário ativa o reconhecimento de voz.
Hermes App	Hermes desabilita o reconhecimento de som para reconhecer a voz. Em seguida reconhece a voz e manda a informação através do módulo de eventos.
Usuário	Recebe a informação através de alertas vibratório. O usuário fica atendo a qualquer acontecimento ao seu redor.

De acordo com a Tabela 7, pode-se verificar que o aplicativo disponibiliza configurações para reconhecimento de ambiente, nesse caso, ruídos. O aplicativo realiza uma comunicação com o deficiente auditivo alertando sobre perigos graças à configuração do reconhecimento de voz a sua volta e som que é transmitido por vibrações e mensagem de texto.

6.2.3 Resultados

A partir dos cenários realizados que mostram desde a chegada da usuária à Instituição Federal de Roraima (IFRR), relatou-se pela própria usuária que não houve dificuldade quanto à localização para chegar ao IFRR. Segundo a mesma o recurso de buscar lhe auxiliou, classificando-o como de fácil entendimento.

Ao utilizar o aplicativo dentro da instituição, foram feitos testes de reconhecimento de voz dentro de uma distância aproximada de 2m, que detectou a voz e posteriormente transmitiu a mensagem.

As conclusões obtidas com os testes dentro dos cenários serviram como base para detectar que se faz necessário algumas melhorias, pois quando a usuária

configurou o aplicativo Hermes APP dentro do IFRR para reconhecimento de voz, foi detectado uma falha na ocorrência de ruídos próximos a ela, e o aplicativo não emite a mensagem da forma íntegra, ou seja, correta. Porém, para Ana, o aplicativo lhe auxilia bastante, facilitando sua chegada ao núcleo de inclusão do IFRR.

6.3 Avaliação de Usabilidade

Para fazer a avaliação de aceitação do modelo Hermes foi elaborado questionários com base nos conceitos do modelo de aceitação de tecnologia proposto por Davis (1989) chamado de *Technology Acceptance Model* – TAM que considera as crenças descritas abaixo como principais influências para aceitação de uma nova tecnologia:

- **Facilidade percebida de uso:** trata à respeito da percepção em que a pessoa crê que a tecnologia possa minimizar seus esforços.
- **Utilidade percebida:** trata a respeito da percepção em que a pessoa crê que a tecnologia possa melhorar o seu desempenho.

As avaliações contaram com a participação voluntária de 10 (dez), sendo que somente um é portador de deficiência auditiva que é uma aluna e os outros participantes eram servidores do IFRR. Os 9 voluntários não deficientes usaram um dispositivo no ouvido para simular a perda de audição.

O procedimento adotado para o recrutamento de participantes se deu pelo convite do autor a colegas do Instituto Federal de Roraima para utilizar o Hermes APP, na qual testaram as funcionalidades do protótipo e em seguida os sujeitos responderam o questionário proposto.

No questionário foi utilizado a escala de Likert na qual os participantes especificam seu nível de concordância plena ou discordância total. Nesse questionário foram empregados os seguintes níveis de afirmação na escala: Discordo plenamente, Discordo parcialmente, Nem concordo nem discordo, Concordo parcialmente e Concordo plenamente.

Foram avaliados os aspectos referentes à facilidade percebida de uso e utilidade percebida do aplicativo Hermes APP.

As estruturas dos questionários estão descritas conforme esta detalhada nas tabelas 8 e 9, o que possibilitou a extração das respostas sobre o aplicativo dentro dos questionamentos.

Tabela 8 Itens do questionário sobre facilidade de uso

Item	Facilidade percebida de uso
1	As informações de recursos são apresentadas de forma clara e de fácil compreensão.
2	É fácil a compreensão em buscar recursos de acessibilidade.
3	As informações sobre eventos são apresentadas de forma clara quando reconhecido algum som.
4	Não é necessário muito esforço para configurar Hermes.
5	O Hermes App facilita a identificação de sons.

Tabela 9 Itens do questionário sobre utilidade percebida

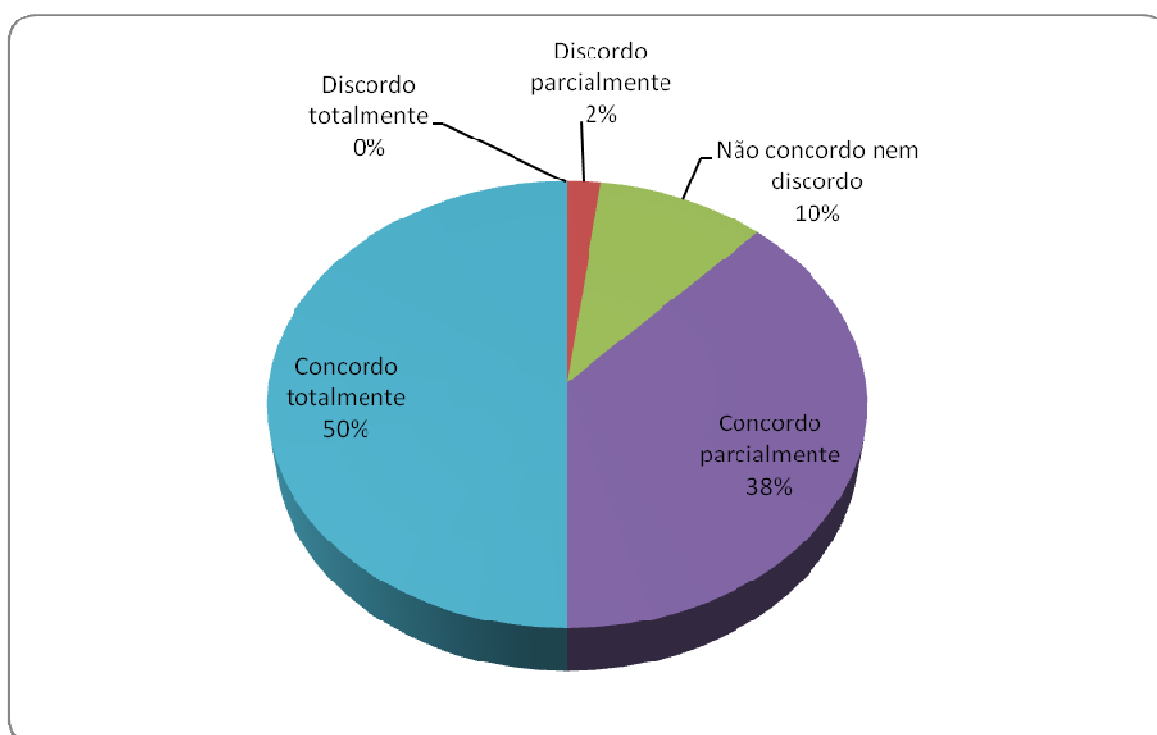
Item	Utilidade percebida
1	Os recursos para acessibilidade foram uteis para a minha necessidade.
2	O Hermes facilita a identificação de recursos para acessibilidade em ambientes.
3	O Hermes seria útil para oferecer suporte aos portadores de deficiência auditiva.
4	A utilidade de detecção de voz é útil para apoiar o deficiente auditivo.
5	O histórico de locais visitados me ajudou a recuperar um recurso que não estava disponível por causa de minha localização atual.

A estrutura das respostas foi organizada em gráficos, representado em percentual para melhor compreensão de nota de aprovação.

Ao analisar os itens que compõem a parte do questionário referente à facilidade percebida de uso, observa-se conforme está representado na figura 29

que, 88% aprovaram e consideraram o Hermes APP um aplicativo com facilidade percebida de uso, ou seja, sem dificuldades encontradas para o manuseio. Desse percentual alcançado, 50% disseram que concordavam totalmente e 38% concordavam parcialmente. Apenas 2% discordam parcialmente já que é necessário muito esforço para configurar o Hermes e 10% respondeu que não concorda nem discorda. Não houve resposta quanto ao discordo totalmente.

Figura 29 Facilidade percebida de uso



De uma forma mais detalhada para melhor entender quantos participaram desta pesquisa, a tabela 10 mostra as respostas com o percentual e um total de respostas.

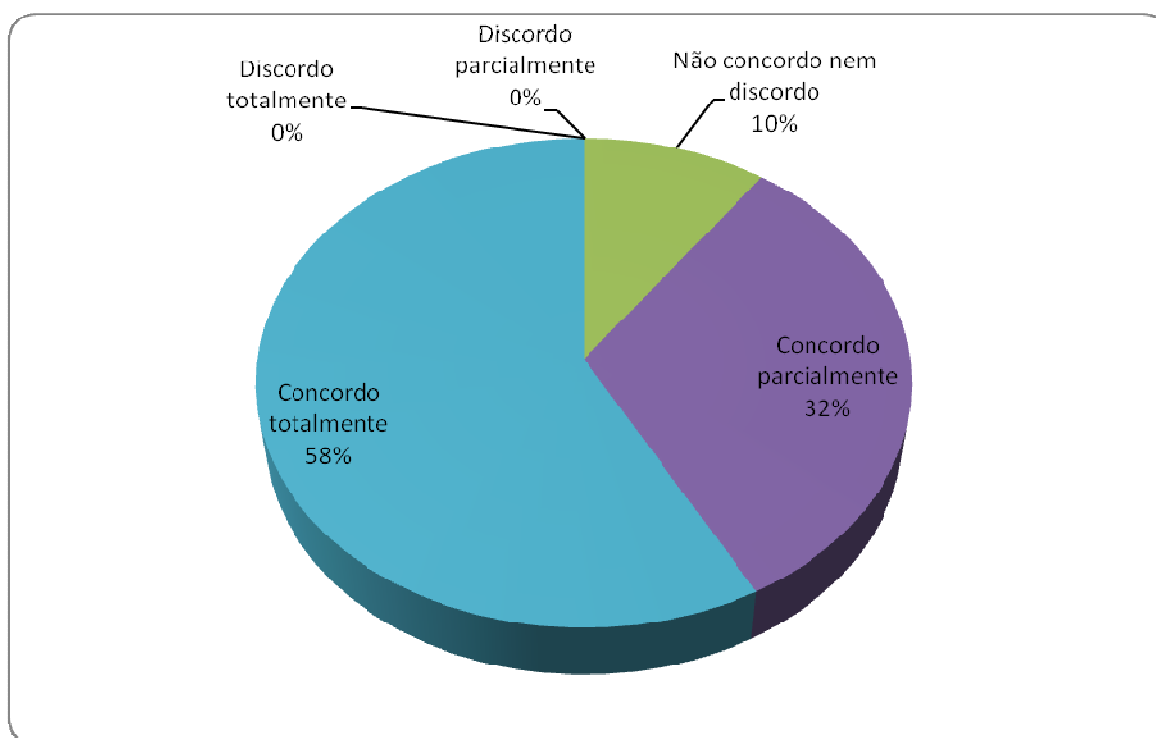
Tabela 10 Facilidade de Uso

Sobre a Facilidade de Uso	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1. As informações de recursos são apresentadas de forma clara e de fácil compreensão	0% (0)	0% (0)	0% (0)	40% (4)	60% (6)
2. É fácil a compreensão em buscar recursos de acessibilidade.	0% (0)	0% (0)	10% (1)	30% (3)	60% (6)
3. As informações sobre alguma eventualidade são apresentadas de forma clara	0% (0)	0% (0)	10% (1)	40% (4)	50% (5)

quando reconhecido algum som.					
4. Não é necessário muito esforço para configurar Hermes.	0% (0)	10% (1)	20% (2)	30% (3)	40% (4)
5. O Hermes App facilita a identificação de sons.	0% (0)	0% (0)	10% (1)	50% (5)	40% (4)

Em relação à utilidade percebida, foram tabulados os seguintes percentuais, sendo 58% de concordo totalmente e 32% concordo parcialmente, totalizando assim, 90% de aprovação quanto a sua utilidade. Apenas 10% disseram que não concordo e nem discordo. Logo, entende-se que o Hermes APP teve uma boa avaliação no requisito de aprovação quanto a utilidade percebida. Confira na figura 30.

Figura 30 Utilidade percebida



E por fim, de forma detalhada o número de resposta para cada item na tabela 11.

Tabela 11 Sobre a Utilidade

Sobre a Utilidade	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

6. Os recursos para acessibilidade foram uteis para a minha necessidade.	0% (0)	0% (0)	0% (0)	50% (5)	50% (5)
7. O Hermes facilita a identificação de recursos para acessibilidade em ambientes.	0% (0)	0% (0)	10% (1)	30% (3)	60% (6)
8. O Hermes seria útil para oferecer suporte aos portadores de deficiência auditiva.	0% (0)	0% (0)	0% (0)	20% (2)	80% (8)
9. A utilidade de detecção de voz é útil para apoiar o deficiente auditivo.	0% (0)	0% (0)	0% (0)	40% (4)	60% (6)
10. O histórico de locais visitados me ajudou a recuperar um recurso que não estava disponível por causa de minha localização atual.	0% (0)	0% (0)	40% (4)	20% (2)	40% (4)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta trabalho de dissertação propôs um modelo de acessibilidade ubíqua voltado ao deficiente auditivo chamado Hermes que é uma extensão do modelo genérico chamado Hefestos para dar suporte à acessibilidade. As principais características do modelo Hermes são uso de perfil, contexto e trilhas, como foi abordado no capítulo 4, os módulos de monitoramento de som, lista de recursos, configuração e evento, detalhando-se suas funcionalidades.

Por fim, este último capítulo apresenta as principais conclusões e contribuições do trabalho, além dos trabalhos futuros nos quais se pretende evoluir para se possibilitar a acessibilidade de forma correta e segura para o deficiente auditivo.

7.1 Principais Conclusões

Atualmente, o termo acessibilidade tem se destacado em discussões acadêmicas com temáticas tecnológicas e em empresas de tecnologia. Estamos na era da busca por acessibilidade a todo indivíduo. Além disso, a julgar por outros tipos de deficiência, as formas de acessibilidade para cadeirantes e idosos, por exemplo, já são utilizados inúmeros recursos tecnológicos que os auxiliam e os direcionam em determinadas ações; a prova de que a tecnologia de computadores é uma ferramenta sem limites para beneficiar a humanidade.

Em contrapartida estudos voltados para a área de acessibilidade ubíqua ainda são escassos e, geralmente são teóricos. Conforme pode ser visto no capítulo 3 em trabalhos relacionados, a maioria é dedicada para deficientes auditivos e não contêm recursos que facilitam / ajudam de uma forma natural a inclusão dos deficientes auditivos.

Nota-se que a computação ubíqua foi capaz de oferecer apoio à acessibilidade de pessoas com deficiência auditiva, sugerindo recursos que amparem suas necessidades de acordo com seu perfil.

A motivação para a realização deste trabalho teve como base o estudo-da-arte sobre acessibilidade ubíqua voltada para portadores de deficiência auditiva, o que motivou o desenvolvimento do aplicativo Hermes APP. Deu-se a partir de um modelo genérico chamado Hefestos a origem então ao problema da pesquisa que logo originou a realização deste trabalho.

Foram tomadas como base para a criação do protótipo a obtenção dos trabalhos relacionados, onde foram analisadas suas funcionalidades. Com base nas funcionalidades existentes procurou-se desenvolver novas funções que atendessem de forma diária as necessidades dos deficientes auditivos, por isso foi importante a busca por conhecer as tecnologias assistivas existentes para deficientes auditivos.

Ao realizar a avaliação de funcionalidade, verificou-se que o aplicativo funcionou de forma correta, desde a sua busca pelo local mais próximo onde o usuário pudesse conseguir o suporte a acessibilidade para obtenção de informação. Vale destacar que quando o usuário chegou a um contexto, o Hermes App enviou alerta notificando a chegada dentro do recurso escolhido.

A avaliação desse cenário possibilitou a detecção de uma falha, quando em um determinado momento houver muitas falas de pessoas quando passavam próximo à usuária, o aplicativo não conseguiu identificar de forma correta as falas.

Entretanto, o aplicativo Hermes APP foi avaliado pelos participantes que aprovaram com 88% o aplicativo no quesito que tratou saber sobre a facilidade percebida de uso, e 90% aprovaram quanto a utilidade percebida.

7.2 Contribuições

De acordo com as pesquisas realizadas, em especial como foco nos trabalhos relacionados percebe-se que as tecnologias assistivas voltadas para o atendimento dos deficientes auditivos, desenvolvidas dentro do campo da computação ubíqua ainda são escassas.

Os recursos existentes nas tecnologias existentes voltadas para surdos apresentaram a ausência de algumas funcionalidades que auxiliaria o surdo e facilitaria a sua acessibilidade.

Nesse sentido, o aplicativo Hermes APP traz algumas vantagens que faz com que o deficiente auditivo tenha mais acessibilidade em relação aos outros aplicativos existentes.

A seguir a tabela 12 mostra os trabalhos relacionados, o que já foi apresentado no capítulo 3, porém desta vez foi acrescentado na tabela o aplicativo Hermes APP para que possa ser compreendido os diferenciais em relação aos outros.

Tabela 12 Trabalhos relacionados incluindo o Hermes App

Trabalhos	ProDeaf	TAADA	Hand Talk	Rybená	MIELKE, <i>et al.</i>, 2013	Hermes APP
Crerios						
Sensível ao contexto	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Configuração	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
Reconhecimento de som	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Localização de Recurso	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Suporte a Trilhas	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Perfil	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim

De acordo com os critérios da tabela, nota-se que o Hermes APP apresenta todas as funcionalidades que auxiliam o deficiente auditivo, sendo que apenas dois dentre os outros cinco aplicativos apresentaram alguma funcionalidade igual ao Hermes APP. No total para o desenvolvimento do aplicativo Hermes APP foram analisados seis funcionalidades consideradas como ferramentas que auxiliam a vida dos deficientes auditivos.

7.3 Trabalhos Futuros

O aplicativo Hermes APP é uma proposta inicial que poderá ser aperfeiçoada. Durante os testes foi detectada uma falha na emissão da mensagem quando houve várias falas próximas ao dispositivo móvel quando o programa fazia reconhecimento de voz.

Por essa razão, destaca-se a exploração do melhoramento do reconhecimento de voz como o uso de palavras que serão padrões para esse reconhecimento de voz.

Espera-se no futuro a exploração de sensores externos como pulseiras ou relógios vibratórios que possam chamar mais atenção ao deficiente auditivo e sensores externos de microfone para mais apurados o reconhecimento de voz.

Outras funcionalidades que poderão ser abordadas em trabalhos futuros são a inclusão de algoritmo para reconhecimento de som como uma sirene proposto por Mielke (2013). Funcionalidade importante para o Módulo de Eventos é a criação de um avatar que servirá para repassar ao deficiente auditivo os alertas na língua de sinais (LIBRAS). Uma funcionalidade para o Módulo de Recursos é a opção de solicitar ajuda a perfis compatíveis com o tipo de acessibilidade através de localização por GPS.

Uma proposta de recursos *off-line*, quando a conexão com Hefestos cair, o Hermes app poderá fazer cache de recursos para assim, manter o apoio ao deficiente auditivo.

REFERÊNCIAS

- ACESSIBILIDADE BRASIL. O que é acessibilidade? Disponível em: <<http://www.acessobrasil.org.br/index.php?itemid=45>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2015.
- ANDRADE, Livia Leal de; ALVES, Alba Mendonça. A Inclusão do Surdo na Atividade do Turismo Através do uso de Libras. Fundação Visconde de Cairu, 2011. Disponível em: <http://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/ARTIGO_LIVIA_turismo.pdf>. Acesso em: 18 de maio de 2015.
- BARBOSA, J. L. V; FLORES, E. M; RIGO, S. J. Um estudo de técnicas aplicadas ao reconhecimento da língua de sinais: novas possibilidades de inclusão digital. Novas Tecnologias na Educação. CINTED-UFRGS, V. 10 Nº 3, dezembro, 2012.
- BOLSONI, Evandro Paulo; CARDOSO, Carla; SOUZA, Carlos Henrique Medeiros. Computação Ubíqua, Cloud Computing e PLC para Continuidade Comunicacional diante de Desastres. V Seminário Internacional de Defesa Civil. São Paulo, SP. 2009. Disponível em: <<http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2009/01/Artigo-14.pdf>>
- BRAGA, Newton C. Instituto Newton C. Braga. 2014. Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/instrumentacao/108-artigos-diversos/3556-ins149>>. Acesso em: 20 de maio de 2015.
- DAVIS, F.: Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. 1989. Disponível em: <DOI: doi: <http://dx.doi.org/10.2307/249008>>
- DEY, A. K. Understanding and using context. Personal and Ubiquitous Computing, 2001. Disponível em: <DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s007790170019>>
- DEY, Anind K.; Salber, Daniel; Abowd, Gregory D. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications. HuMAN-COMPUTER INTERNACIONAL, 2001, Volume 16, pp.97-166.

ECLIPSE. Site oficial do projeto Eclipse. Disponível em: <<http://www.eclipse.org>>.

Acesso em: 18 de julho de 2015.

FALK, Roberto A.; TAVARES, João E. R.; BARBOSA, Jorge L.V. Tirésias: um modelo para acessibilidade ubíqua orientado à deficiência visual. Revista Brasileira de Computação Aplicada (ISSN 2176-6649), Passo Fundo, v. 5, n. 1, p. 55-70, abr. 2013

FELTES, Luiz Henrique. MD-UTS – Um modelo para Desenvolvimento de Sistemas ubíquos de Transporte. UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013. Disponível em: <<http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/4088/LuizHenriqueFeltes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

HAND TALK, Disponível em: <<http://www.handtalk.me/>>. Acesso em: 27 de maio de 2015.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2000 (Tipo de Deficiência), 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/populacao/deficiencia_Censo2000.pdf>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2015.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010 (Tipo de Deficiência), 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/snig/v1/?loc=0&cat=-1,-2,-3,128&ind=4643>>. Acesso em: 03 de março de 2015

LORENZI, Antoine; CAMILLERI, Marie; CHAIX, Benjamin. Viagem ao mundo da audição. Última atualização em 27 de junho de 2013. Disponível em: <<http://www.cochlea.org/po/som>>. Acesso em: 18 de maio de 2015.

MAFRA, Alexandre T. Reconhecimento Automático de Locutor em Modo Independente de Texto por Self-Organizing Maps. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2005

- MICHAELIS, Dicionário de Português Online. Disponível em:
<<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=evento>> Acesso em: 19 de novembro de 2015.
- MIELKE, Matthias; BRUCK, Rainer. A Pilot Study about the Smartwatch as Assistive Device for Deaf People. ASSETS'15, October 26–28, 2015, Lisbon, Portugal. 2015. Disponível em: <DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2700648.2811347>>
- MIELKE, Matthias; GRUNEWALD, Armin; BRUCK, Rainer. An Assistive Technology for Hearing-Impaired Persons: Analysis, Requirements and Architecture. 35th Annual International Conference of the IEEE EMBS, Osaka, Japan, p 4702-4705, 2013.
- OLIVEIRA, Rafaella Cristina; MAGALHÃES, Max de Castro; CASAS, Estevam B. de Las; SANTOS, Juliana Nunes. Análise das Condições Acústicas de Unidades de Suporte Móveis: um enfoque na Saúde do Trabalhador. 2013. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-9M3KN2>> Acesso em: 19 de novembro de 2015.
- PADGHAM, L.; WINIKOFF, M. Developing Intelligent Agent Systems: A practical guide. Australia: Wiley, 2004. ISBN 0-470-86120-7.
- PDT. Site oficial do projeto Prometheus. Disponível em:
<<https://sites.google.com/site/rmitagents/software/prometheusPDT>>. Acesso em: 20 de outubro de 2015.
- PLACHEVSKI, M. S. SISTEMA DE TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA CAPTAR A ATENÇÃO DE DEFICIENTES AUDITIVOS E SURDOS. UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, 2014.
- PRIETCH, S. Si; FILGUEIRAS, L. V. L. Aplicação de Tecnologias Assistivas para Surdos no Atendimento Educacional Especializado: um Papel para o Licenciado em Computação? CBEE, 2012.
- PRODEAF, Disponível em: <<http://www.prodeaf.net/>>. Acesso em: 26 de maio de 2015.

- RAMIREZ, Daniel Hernandes. Measuring Decibels With Mobile Phone.2013. Disponível em:< <http://stackoverflow.com/questions/15693990/measuring-decibels-with-mobile-phone?answertab=votes#tab-top>> Acesso em: 27 de fevereiro de 2016.
- RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. Inteligência Artificial. Tradução da Terceira Edição. Editora Elsevier, 2013.
- RYBENÁ, Disponível em: < <http://www.rybena.com.br/site-rybena/>>. Acesso em: 27 de maio de 2015.
- SAKET, Bahador; PRASOJO, Yungfeng H.; ZHAO, Shegdong. Designing an Effective Vibration-Based Notification Interface for Mobile Phones. ACM, 2013.
- SATYANARAYANAN, M. Pervasive computing: vision and challenges. IEEE Personal Communications. v.8, n. 4, p. 10-17, Agosto 2001. Disponível em: <DOI = <http://dx.doi.org/10.1109/98.943998>>
- SILVA, Jader M. ; ROSA, João H. ; BARBOSA, Jorge L. V. ; BARBOSA, Débora N. F. ; PALAZZO, Luiz Antônio M. . Content Distribution in Trail-aware Environments. Journal of the Brazilian Computer Society (Impresso), v. 16, p. 163-176, 2010.
- TAVARES, João E. R. Hefestos: um Modelo para Suporte à Acessibilidade Ubíqua. São Leopoldo, 2011. Disponível em: < <http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/3526/hefestos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.
- VALMORBIDA, Willian; BARBOSA, Jorge L. V. ; BARBOSA, Débora N. F. ; RIGO, Sandro J. . U-Library: An Intelligent Model for Ubiquitous Library Support. Computer Journal (Print), v. 1, p. 1-20, 2015.
- VANDERHEIDEN, G. Ubiquitous accessibility, common technology core, and micro assistive technology. ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS). v. 1, n. 2, Article 10, Outubro 2008. Disponível em: <DOI = <http://dx.doi.org/10.1145/1408760.1408764>>

WAGNER, André; BARBOSA, Jorge L. V. ; BARBOSA, Débora N. F . A model for profile management applied to ubiquitous learning environments. *Expert Systems with Applications*, v. 41, p. 2023-2034, 2014.