

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA**

Marcel Hideyuki Kai

**CONVERGÊNCIA DIGITAL DO SISTEMA HORUS PARA
DISPOSITIVOS MÓVEIS**

Florianópolis(SC)

2014

Marcel Hideyuki Kai

**CONVERGÊNCIA DIGITAL DO SISTEMA HORUS PARA
DISPOSITIVOS MÓVEIS**

Trabalho de conclusão de curso em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Bacharel em Ciências da Computação.
Orientador: Prof. Dr. rer.nat. Aldo von Wangenheim
Coorientadora: Profa. Dra. Maria Marlene de Souza Pires

Florianópolis(SC)

2014

Marcel Hideyuki Kai

**CONVERGÊNCIA DIGITAL DO SISTEMA HORUS PARA
DISPOSITIVOS MÓVEIS**

Trabalho de conclusão de curso em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Bacharel em Ciências da Computação.
Orientador: Prof. Dr. rer.nat. Aldo von Wangenheim
Coorientadora: Profa. Dra. Maria Marlene de Souza Pires

Florianópolis(SC)

2014

Catálogo na fonte elaborada pela biblioteca da
Universidade Federal de Santa Catarina

A ficha catalográfica é confeccionada pela Biblioteca Central.

Tamanho: 7cm x 12 cm

Fonte: Times New Roman 9,5

Maiores informações em:

<http://www.bu.ufsc.br/design/Catalogacao.html>

Marcel Hideyuki Kai

CONVERGÊNCIA DIGITAL DO SISTEMA HORUS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

Este Trabalho de conclusão de curso em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina foi julgado aprovado para a obtenção do Título de “Bacharel em Ciências da Computação”, e aprovado em sua forma final pelo curso de Graduação de Ciências da Computação.

Florianópolis(SC), 21 de Julho 2014.

Prof. Dr. Vitório Bruno Mazzola
Coordenador

Prof. Dr. rer.nat. Aldo von Wangenheim
Orientador

Profa. Dra. Maria Marlene de Souza Pires
Coorientadora

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Silvia Modesto Nassar

Prof. Me. Mathias Henrique Weber

A priori, dedico este trabalho a minha família querida (pai, mãe e meus dois irmãos) que tenho como algo mais importante na minha vida, sempre me apoiaram e sempre apoiarão. Dedico também aos meus grandes amigos que tenho em meu coração. Aos 5 anos de idade comecei a estudar, muitas pessoas passaram em minha vida em Londrina e Florianópolis, aos que me ensinaram tudo que eu sei hoje e fizeram parte de tantos anos de dedicação. Finalmente, dedico a vida!

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente pela oportunidade dos meus orientadores Prof. Dr. rer.nat. Aldo von Wangenheim e o Prof. Me. Mathias Henrique Weber que me orientaram dentro do Incod. A equipe inteira do Incod que são sempre atenciosos e competentes que irei lembrar sempre. Minhas duas amigas, são membros da minha banca deste trabalho de conclusão de curso e excelentes profissionais Profa. Dra. Silvia Modesto Nassar e a Coorientadora Profa. Dra. Maria Maria Marlene de Souza Pires que desde 2008 me ensinam muito. Aos meus professores que me educaram durante todos esses anos de estudo na UFSC. À comunidade em geral da UFSC que tenho como amigos por todos esses 8 anos a qual vivi intensamente com muita alegria e felicidade. Agradeço a Florianópolis, essa ilha da magia tão exuberante, tenho como minha cidade favorita no mundo!

"Só sei que nada sei"

Sócrates

RESUMO

Atualmente, há um grande crescimento no desenvolvimento de tecnologias para comunicação celular móvel, comunicação via satélite e redes locais sem fio. A popularização dessas tecnologias tem permitido o acesso a informações remotas onde quer que se esteja, abrindo um leque muito grande de facilidades, aplicações e serviços para os usuários. Dentre esses serviços, destacam-se as aplicações que são desenvolvidos para áreas médicas, mais especificamente para área nutricional. O aplicativo utilizado como estudo de caso é o Sistema Horus que realiza a avaliação e orientação nutricional através da técnica de inteligência artificial chamada Redes Bayesianas.

A princípio, desenvolvido para computadores *desktop* acessado pela web e depois migrado para televisão digital interativa. Portanto, com o desenvolvimento da convergência digital do Sistema Horus para dispositivos móveis fechou-se o ciclo de convergência digital. Tornou-se possível a execução do sistema em três plataformas diferentes possibilitando uma maior difusão para as pessoas que moram em locais remotos. Foi utilizado um questionário para medir o grau de usabilidade da aplicação e anotou o esforço em horas de toda a etapa do desenvolvimento convergente para dispositivos móveis. O estudo da execução e avaliação do esforço da convergência digital permite sistematizar e tornar eficiente o processo de concepção e produção de aplicações multidispositivo. Também é possível desenvolver relatórios utilizando este presente trabalho como referência para outros aplicativos serem convergidos. **Palavras-chave:** Convergência Digital. Dispositivos Móveis. Android. Sistema Horus. Redes Bayesianas. Inteligência Artificial. Usabilidade.

ABSTRACT

Nowadays, there is a large development of technologies for mobile cellular communications, satellite communications and wireless local area networks. The popularization of these technology has enabled remote access to information wherever they are, opening a very wide range of facilities, applications and services to users. among these services, there are the applications that are developed for medical fields, specifically for the nutritional area. The application used as case study is the Horus system that performs the assessment and nutritional guidance through artificial inteligência technique called Bayesian Networks.

First of all developed for computers textit desktop accessed by web and then migrated to interactive digital television. Thus, with the development of convergence Horus system for digital mobile closed cycle digital convergence. Made possible the implementation of the system on three different platforms enabling wider dissemination to the people who live in remote locations. A questionnaire was used to measure the usability of the application and noted the effort in hours of every step convergent development for mobile devices. The study of the implementation and evaluation effort digital convergence enables systematic and efficient make the process of design and production of multi-device applications. You can also develop reports using this present study as reference for other applications are converged.

Keywords: Digital Convergence. Mobiles Devices. Android. Horus System. Bayesian Networks. Artificial Intelligence. Usability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ciclo de convergência digital do Sistema Horus.....	27
Figura 2	Modelo de Processo adotado pelo Grupo Cyclops.....	29
Figura 3	Etapas da Revisão Sistemática da Literatura baseado no processo descrito em (BRERETON et al., 2007).....	32
Figura 4	Pirâmide Alimentar (USDA, 2004).....	48
Figura 5	Rede Bayesiana do Sistema Horus.....	49
Figura 6	Tabela de probabilidades condicionais do nó Índice de Massa Corporal em porcentagem.....	50
Figura 7	Diagrama de Visão Geral do Sistema.....	60
Figura 8	Diagrama de Casos de Uso.....	61
Figura 9	Diagrama de Atividades da Rede Bayesiana.....	64
Figura 10	Interface do sistema original Horus.....	67
Figura 11	Tela inicial do aplicativo Horus em um dispositivo móvel ...	68
Figura 12	Tela de sexo. Semelhante as telas de Obesidade com relação aos pais e idade.....	69
Figura 13	Tela de idade com <i>slider</i>	70
Figura 14	Tela de medidas com <i>slider</i>	71
Figura 15	Tela de atividade física.....	72
Figura 16	Tela de Estado Nutricional.....	72
Figura 17	Tela de Estado Nutricional.....	73
Figura 18	Ícone do aplicativo no Android.....	76
Figura 19	Resultado do grau de usabilidade do aplicativo Horus.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Tipos de rede sem fio	38
Tabela 2	Semelhanças entre as linguagens Javascript e PHP	56
Tabela 3	Diferenças entre as linguagens Javascript e PHP	57
Tabela 4	Detalhes das mudanças entre as versões do HTML	58
Tabela 5	Detalhes da migração do Banco de Dados	62
Tabela 6	Implementação em PHP à esquerda e em JavaScript à direita .	65
Tabela 7	Avaliação do esforço da convergência	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TV	Televisão	25
GPS	<i>Global positioning system</i>	25
CD	Convergência Digital	25
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>	26
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>	26
DAP	Documento de Abertura de Projeto	29
RSL	Revisão Sistemática da Literatura	29
IP	<i>Internet protocol</i>	35
CD	Convergência Digital	36
OHA	<i>Open Handset Alliance</i>	41
<i>M-Health</i>	<i>Mobile health</i>	44
IA	Inteligência artificial	45
CSS	<i>cascading style sheets</i>	52
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>	52
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>	52
TRI	Teoria de Resposta ao Item	78

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	25
1.2 OBJETIVOS	27
1.2.1 Objetivo Geral	27
1.2.2 Objetivos Específicos	27
1.3 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	28
1.4 METODOLOGIA	28
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	30
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	31
2.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	31
2.1.1 Critérios de busca	33
2.1.2 Critérios de inclusão e exclusão	34
2.2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS	35
2.2.1 Convergência digital	35
2.2.2 Computação móvel	36
2.2.2.1 Dispositivos móveis	39
2.2.2.1.1 <i>Sistemas operacionais móveis</i>	41
2.2.3 Linguagens	42
2.2.4 <i>M-health</i>	44
2.2.5 Redes bayesianas	44
2.2.6 Trabalhos relacionados	45
3 MIGRAÇÃO DO SISTEMA HORUS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS	47
3.1 SISTEMA HORUS	47
3.1.1 Rede bayesiana do sistema Horus	48
3.2 ANÁLISE DO PROBLEMA	52
3.2.1 Comparação das linguagens utilizadas	53
3.3 IMPLEMENTAÇÃO	58
3.3.1 Engenharia de software	58
3.3.2 Migração do Banco de Dados	61
3.3.3 Implementação da rede bayesiana	63
3.3.4 Interface	66
3.3.5 Implantação no Android	73
4 RESULTADOS	77
4.1 DESCRIÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE USABILIDADE	77
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS	79
5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	81

5.1 CONCLUSÃO	81
5.2 TRABALHOS FUTUROS.....	81
Referências Bibliográficas	83
APÊNDICE A – Artigo	89
APÊNDICE B – Código-Fonte	91

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O mercado de dispositivos móveis está crescendo cada vez mais. Desde dos anos 90, houve um grande crescimento no desenvolvimento de tecnologias para comunicação celular móvel, comunicação via satélite e redes locais sem fio. A popularização dessas tecnologias tem permitido o acesso a informações remotas onde quer que se esteja, abrindo uma gama muito grande de facilidades, aplicações e serviços para os usuários (FIGUEIREDO; NAKAMURA, 2003). Computação móvel pode ser representada como um novo paradigma computacional que permite que usuários desse ambiente tenham acesso a serviços independentemente de sua localização, podendo inclusive, estar em movimento. Mais tecnicamente, é um conceito que envolve processamento, mobilidade e comunicação sem fio. A ideia é ter acesso à informação em qualquer lugar e a qualquer momento.

Hoje em dia os usuários comuns estão procurando cada vez mais celulares com diversos recursos como câmeras, músicas, *bluetooth*, ótima interface visual, jogos, *GPS*, acesso a internet, aplicativos para áreas diversas, e-mails, TV digital e etc. Para acompanhar essa evolução da tecnologia e satisfazer os usuários, os fabricantes e operadoras de celulares, as empresas e os desenvolvedores utilizam a plataforma Android de código aberto, sistema operacional para celulares mais utilizado no mundo, do Google (LECHETA, 2013).

A este fenômeno, da migração de funções para um único dispositivo denomina-se convergência digital (CD): diferentes funcionalidades convergem para um único dispositivo. Entretanto, atualmente, o desafio da convergência digital não é mais o de se produzir plataformas convergentes, estas existem. O desafio é executar um sistema em várias plataformas diferentes. Assim, para começar a entender sistematicamente estas utilizações inovadoras de dispositivos, é necessário criar orientações/diretrizes de usabilidade para o desenvolvimento de sistemas de software multidispositivo considerando várias formas inovadoras de interação.

O aplicativo utilizado como estudo de caso é o sistema Horus quem tem como objetivo avaliar o estado nutricional, acompanhar a dieta e educação alimentar. Composto por duas partes: a primeira parte (TIBIRICA et al., 2006) utiliza a técnica de inteligência artificial (IA) denominada Redes Bayesianas que trata algumas incertezas embutidas nos diagnósticos de avaliação nutricional, o que proporciona um resultado mais próximo ao raciocínio do(s)

especialista(s) envolvido(s) no desenvolvimento da base de conhecimento do sistema. A segunda parte (STUMM, 2005) também utiliza uma técnica de IA chamada Lógica Fuzzy permitindo aos seus usuários fazerem escolhas de acordo com o seu hábito alimentar para posteriormente avaliar a dieta alimentar escolhida. Em 2008, as duas partes foram sincronizadas assim, finalmente, foi possível finalizar o projeto original do sistema Horus para computadores *desktop* via web implementado pelas linguagens PHP e HTML. Com o intuito de ser executado em vários dispositivos ou várias plataformas, a primeira parte do sistema Horus original foi migrado para Televisão Digital interativa (TVDi) em (SIMON, 2010) avaliando o esforço em horas de trabalho em cada etapa do desenvolvimento da aplicação.

A proposta deste trabalho tem como objetivo o desenvolvimento da convergência digital do Sistema Horus para dispositivos móveis. Em cada etapa da migração para dispositivos móveis foram anotadas o esforço de tempo despendido e nos resultados há uma tabela resumindo o esforço total em horas. O aplicativo é executado na plataforma ou sistema operacional Android. As linguagens utilizadas para implementação do aplicativo são JavaScript (JS) e HTML 5 (*Hypertext Markup Language* versão 5). São tecnologias que estão sendo bem utilizadas e podem ser executados em outros sistemas operacionais móveis além do Android. Após a análise do problema, implementa-se somente a primeira parte do sistema como foi feito para televisão digital interativa. É utilizado um questionário de usabilidade específico para celulares com tela sensível ao toque ou em inglês *touchscreen* para testar e validar usabilidade da interface do aplicativo Horus móvel.

Enfim, o sistema Horus pode ser executado em três dispositivos diferentes: no computador *desktop* via web, televisão digital interativa e dispositivos móveis. Por conseguinte, fecha-se o ciclo de convergência digital do aplicativo nutricional Horus que poderá ser executado em três plataformas diferentes que são as mais utilizados na atualidade. O estudo da execução e avaliação do esforço da convergência digital permite sistematizar e tornar eficiente o processo de concepção e produção de aplicações e conteúdo multidispositivo. Desenvolver relatórios a partir deste trabalho como referência para outros aplicativos para serem convergidos.



Figura 1: Ciclo de convergência digital do Sistema Horus

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolvimento da convergência digital do Sistema Horus para dispositivos móveis.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar e relatar os esforços em horas de trabalho em cada etapa no desenvolvimento convergente do sistema Horus para dispositivos móveis;
- Realizar o fechamento do ciclo de convergência digital do Sistema Horus;
- Aplicar testes de usabilidade de celulares *touchscreen* para avaliar o aplicativo Sistema Horus;
- Produzir relatórios e publicações para auxiliar o desenvolvimento de aplicações convergentes para dispositivos móveis;
- Sistematizar e tornar eficiente o processo de concepção e produção de aplicações e conteúdo multidispositivo.

1.3 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

O constante crescimento no uso de dispositivos móveis em relação à outros equipamentos computacionais foi uma das primeiras motivações desse trabalho. Desenvolve-se rapidamente, onde os custos dos dispositivos estão ficando cada vez mais barato, tornando-se uma ferramenta essencial para comunicação e tecnologia da informação. A ideia é ter acesso à informação em qualquer lugar e a qualquer momento. Estudos mostram que hoje em dia mais de 3 bilhões de pessoas possuem um aparelho celular, e isso corresponde a mais ou menos metade da população mundial (LECHETA, 2013).

A Justificativa da utilização do sistema Horus como estudo de caso para ser executado em vários dispositivos foi devido ao fato dessa aplicação inferir o estado nutricional do indivíduo combatendo a obesidade infantil. O aumento da obesidade observado nos últimos anos tem assumido caráter epidêmico, que influenciam fatores biológicos, psicológicos e socioeconômicos. No Brasil, observa-se aumento da prevalência da obesidade em praticamente todos os estratos de idade e ainda pode-se constatar tendência de concentração entre indivíduos de classes sociais menos favorecidas.

O sistema Horus original web foi migrado para televisão digital interativa e para dispositivos móveis. Diante desse contexto, fecha-se o ciclo em convergência digital de um aplicativo para os dispositivos mais utilizados atualmente. Consequentemente fomenta o estudo na área de convergência digital para executar um aplicativo em vários ambientes.

Há possibilidade de utilizar o aplicativo Sistema Horus para dispositivos móveis em qualquer lugar, até mesmo em lugares remotos. Criando oportunidade para pessoas que não conseguem realizar consultas periódicas aos médicos. Atinge várias classes sociais, buscando o número máximo de pessoas possíveis.

1.4 METODOLOGIA

Há um procedimento de Gestão de Projetos dentro do Grupo Cyclops para que todo trabalho de conclusão de curso implantado siga um *Modelo de Processo* bem estabelecido, como mostra a figura 1.4.

O projeto é iniciado com a criação de um Documento de Abertura de Projeto(DAP) e um Plano de Projetos. O DAP descreve o que será o projeto, enquanto que o Plano de Projetos define como será feito o projeto. Consta no plano objetivos, resultados, abordagem técnica, estrutura analítica do projeto, itens de entrega e gerência de riscos. Quando em andamento, o projeto fica num ciclo de análise de requisitos, implementação e testes de validação. Essa

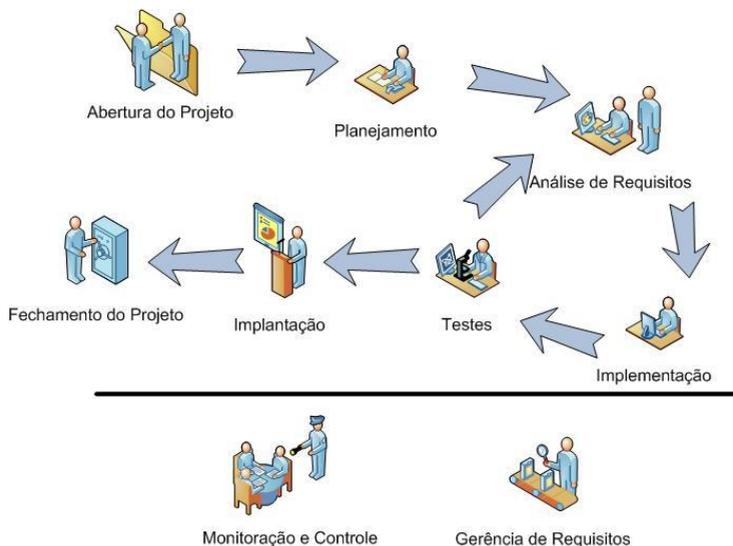


Figura 2: Modelo de Processo adotado pelo Grupo Cyclops

etapa é cíclica para que sejam contemplados todos os requisitos uma vez que há possibilidade de surgimento dos mesmos durante o desenvolvimento do projeto.

Finalmente, o projeto é implantado, se for o caso, é fechado. O fechamento consiste de uma etapa de relatório. Em trabalhos de conclusão de curso, este relatório é a própria monografia.

Na segunda etapa de fundamentação teórica, a fim de garantir um levantamento completo e sólido da literatura visando documentar o estado da arte foram utilizados os procedimentos de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) descrito em (KITCHENHAM, 2004). Foi feito um levantamento no escopo de dispositivos móveis (*mobile*), *smartphones*, *m-health*, Android, migração de tecnologias, a tecnologia a ser usada, usabilidade do sistema, nutrição, aplicativos nutricionais para Android e crescimento da obesidade infantil. Seguida pelo estudo de aplicações prévias relacionadas ao contexto do presente trabalho.

Adicionalmente, foram consultados especialistas na área de desenvolvimento para plataforma Android para decidir quais tecnologias serão utilizadas. Foram escolhidas as tecnologias JavaScript e HTML 5 para o desenvolvimento do projeto pois existe muito suporte para essas linguagens que estão em voga na atualidade e podem ser executados em vários sistemas operacionais móveis. Consulta-se também professores especialistas em inteligência artifi-

cial (Redes Bayesianas), nutrição e nutrologia infantil (especialidade médica que trata do diagnóstico, prevenção e tratamento de doenças do comportamento alimentar).

A próxima etapa contemplou o estudo das linguagens JavaScript, HTML 5 e focou-se na análise do sistema a ser migrado, chamado Sistema Horus, e seus requisitos funcionais e não funcionais. Em seguida, ocorreu a implementação do sistema, após a criação do projeto e definição de um cronograma de desenvolvimento. Neste passo, houve a geração de diagramas referentes à estrutura da aplicação, e à interação entre seus componentes constituintes. Sequencialmente, implementou-se a interface gráfica do sistema e a Rede Bayesiana. Após finalizado a aplicação no emulador, é instalando a aplicação num dispositivo móvel que suporte a plataforma Android.

No capítulo 4, é descrito os resultados obtidos por um teste de usabilidade que consiste em um questionário de heurísticas de usabilidade para celulares *touchscreen* feito pelo GQS (Grupo de Qualidade de Software). O diferencial do projeto é colocar à disposição de desenvolvedores de aplicativos de celulares um questionário que possibilita medir a usabilidade, ou seja, saber se o software é fácil e simples de usar. No mesmo capítulo foi descrito uma tabela com o tempo em horas em cada etapa bem como o total de horas para o desenvolvimento da convergência digital do sistema Horus para dispositivos móveis.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho encontra-se organizado em cinco capítulos. O Capítulo 1 inicial é o presente capítulo, que aborda os objetivos e a justifica do trabalho. No Capítulo 2 faz-se a fundamentação teórica de todos os detalhes do trabalho para melhor compreensão baseado na Revisão Sistemática da Literatura proposto por (KITCHENHAM, 2004).

É detalhado no Capítulo 3 a aplicação nutricional existente na Web, mostrado suas principais funcionalidades, detalhando a Rede Bayesiana utilizada na avaliação nutricional e mostrando trabalhos correlatos na área. Também, no mesmo capítulo são mostradas etapas da migração do sistema, é mostrado o esforço, ou seja, o tempo gasto em cada etapa do desenvolvimento e mostra comparações da nova implementação com a original, tanto código como interface. O capítulo 4, mostra as resultados obtidos à partir de um questionário de usabilidade e de uma tabela das etapas do desenvolvimento da convergência digital. O Capítulo 5 apresenta as conclusões e os trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como propósito apresentar a fundamentação teórica presente neste trabalho. Para que seja compreensível certos termos técnicos para se obter o diagnóstico inicial do estado nutricional do indivíduo por uma técnica de IA denominada Redes Bayesianas, a convergência digital para dispositivos móveis utilizando a plataforma Android, o processo de implementação da migração de tecnologias que fora citado e outros processos que serão apresentados na sequência do trabalho. Dessa forma, na seção 2.1 apresenta-se a Revisão Sistemática da Literatura proposta em (KITCHENHAM, 2004). Na seção 2.2 é descrito os conceitos fundamentais para o entendimento do trabalho bem como os trabalhos relacionados.

2.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Esta seção visa documentar o estado da arte com relação a nutrição, avaliação nutricional, usabilidade do sistema, dispositivos móveis (*mobile*), *smartphones*, *m-health*, encontrar aplicações para nutrologia (especialidade médica que trata de diagnósticos, prevenção e tratamento de doenças do comportamento alimentar) ou áreas afins.

Para efetuar uma síntese equilibrada e objetiva dos trabalhos relacionados foi realizado uma revisão sistemática da literatura (RSL) descrito em (KITCHENHAM, 2004). Segundo esse documento, é necessário estabelecer critérios imutáveis de pesquisa com o intuito de identificar, avaliar e compreender toda literatura relevante de um dado tema de forma imparcial. Tornando-a mais completa e sólida.

Segundo (BRERETON et al., 2007), realizar uma revisão sistemática envolve atividades que podem ser agrupadas em três fases principais, sendo elas: planejamento, realização e documentação. A fase de **planejamento** visa elaborar as questões de pesquisa e desenvolver um documento (protocolo) que especifica o processo a ser seguido, suas condições, medidas de qualidade, etc. A segunda fase, **realização**, identifica os estudos relevantes, seleciona os estudos (baseado em uma revisão do título, palavras-chave e resumo utilizando os critérios de inclusão), analisa a qualidade dos estudos (utilizando os critérios de exclusão), extrai e sintetiza os dados. A terceira e última fase, **documentação**, tem como objetivo escrever e validar relatórios de revisão, com documentos técnicos ou artigos em periódicos. Estas etapas estão sintetizadas na figura do capítulo 2.1:



Figura 3: Etapas da Revisão Sistemática da Literatura baseado no processo descrito em (BRERETON et al., 2007)

2.1.1 Critérios de busca

As questões de pesquisa são:

- **Q1.** Quais soluções estão sendo propostas para dispositivos móveis (*smartphones*) ou *m-health* com foco nutricional a fim de monitorar e orientar o indivíduo com intuito de avaliar o estado nutricional?
- **Q2.** Quais trabalhos estão sendo propostos para a convergência digital de um sistema web para *mobile* utilizando a plataforma Android?

Os seguintes conjuntos de termos chave para a busca foram definidos a partir das questões levantadas. As palavras chaves são todas traduzidas para o inglês:

- Dispositivos móveis e *mobile*, *handheld* e etc.
- *smartphone(s)*
- Android
- Cross-platform - Migração(migration) - portabilidade(portable)
- Health Care (Assistência médica)
- nutrição, nutricional, nutrólogo, nutrologia, *nutritional* e etc.
- *M-health*, *mobile health* ou mHealth
- convergência digital (digital convergence) -
- pressão arterial
- Redes Bayesianas, IA
- *Bluetooth*

As buscas foram efetuadas nos seguintes motores de busca:

- IEEEExplore
- ACM Digital Library
- ScienceDirect
- Springer
- ISI Web of Science
- Wiley
- Google Scholar

2.1.2 Critérios de inclusão e exclusão

Foram considerados para a revisão sistemática apenas artigos publicados a partir de 2004, pois foi considerado que artigos publicados antes desta data estão com as tecnologias ultrapassadas e possivelmente foram projetos descontinuados não sendo interessante para a pesquisa.

Foram incluídos artigos escritos na língua vernácula ou língua inglesa relacionados à aplicativos de avaliação nutricional para Android, Trabalhos correlacionados a convergência digital de um sistema web para Android. Foi levado em consideração artigos de conferências ou publicados em journals.

Para verificar relevância, a análise sobre os seguintes itens foi feita:

- Título que não envolva o escopo deste trabalho.
- Resumo exibindo assunto incoerente com os aqui estudados.
- Títulos e resumos com tema repetitivo aos demais.
- Resumo pouco objetivo ou mal escrito.
- Como os motores de busca ordenam por maior afinidade com os termos usados, entre outras características de relevância, tomou-se como limite máximo os trinta primeiros itens retornados.

Após aplicação dos primeiros parâmetros de exclusão, a seleção continua com a leitura preliminar do conteúdo dos documentos, em especial das informações contidas nas introduções e capítulos iniciais, adaptando os critérios de exclusão sobre esses. Mais uma vez avaliando a coesão entre os assuntos relatados e os de interesse, bem como clareza e qualidade expressadas nos textos.

As amostragens de artigos obtidos nas buscas efetuadas, com filtragem pelos parâmetros de exclusão em análises superficiais dos conteúdos, convergiram para y documentos. Os quais foram separados em classes de acordo com as chaves de busca das quais resultaram, e uma nova classificação foi feita avaliando seu conteúdo, especialmente introdução, estrutura de tópicos e conclusão. Pela nova seleção, restaram x artefatos cujo conteúdo foi utilizado para elaboração deste trabalho. A seguir, serão apresentados os conceitos fundamentais para o bom entedimento do trabalho bem como os trabalhos relacioandos:

2.2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Nesta seção será apresentado os conceitos fundamentais para o entendimento deste trabalho.

2.2.1 Convergência digital

Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa (2010) define convergência como tender-se ou dirigir-se para um ponto comum. Em 1997, (YOFFIE, 1997) já define a convergência tecnológica como a união de produtos com tecnologias, mercados e funções distintas. A convergência digital ou tecnológica ocorre tanto num mesmo dispositivo como sobre plataformas. Quando ocorre em um mesmo dispositivo, este passa a possuir diversas funcionalidades, como por exemplo, o smartphone. Quando ocorre sobre plataformas, uma mesma funcionalidade passa a estar disponível em diferentes dispositivos, como, por exemplo, a Wi-Fi. A convergência entre dispositivos e tecnologias é um assunto que está circulando por décadas (TSEKLEVES et al., 2009) e revoluciona a maneira na qual a informação é coletada, armazenada e acessada. Iniciou-se com a percepção do crescimento paralelo da computação e das telecomunicações. Primeiros autores criaram seus termos para definir esta interconexão entre computação e a telecomunicação como “telematique/telematics” (Oettinger,1977 apud (MUELLER, 1999)) e “communications” (Farber, 1977 apud (MUELLER, 1999)), que em um futuro próximo iria se difundir como convergência.

Para (BORÉS; SAURINA; TORRES, 2003), a convergência digital tornou-se possível devido à digitalização de todos os tipos de sinais juntamente com a Internet, através do protocolo IP, tornando-se o catalisador do processo. A Internet permite o roteamento e transmissão de qualquer tipo de dado (texto, imagem, vídeo e áudio), tornando possível que qualquer terminal acesse qualquer tipo de dado. O aumento na qualidade e largura de banda, o avanço na capacidade dos dispositivos móveis, a facilidade com que as interfaces podem ser adaptadas para domínios de aplicações específicas e a onipresença de informações também são fatores relevantes para a popularização da convergência digital (EARNSHAW; VINCE, 2007).

Durante muito tempo os vários dispositivos para comunicação, entretenimento e computação, como o telefone, a televisão, o rádio, o aparelho de som, o computador e a calculadora eram concebidos e produzidos de forma que cada positivo era indissociável de sua função. Um dispositivo, como o telefone, possuía apenas uma função, que era cativa daquele dispositivo e nenhum outro dispositivo possuía. Se você queria executar várias funções

em comunicação, entretenimento e computação, você precisava usar vários dispositivos. Hoje isto está mudando e, um smartphone, por exemplo, é um dispositivo que congrega diferentes funções de comunicação, entretenimento e computação, permitindo mensagens instantâneas, email, visualização de filmes, filmagem, videoconferência e, claro, também serve para telefonar.

A este fenômeno, da migração de funções para um único dispositivo chamamos de **Convergência Digital - CD**: diferentes funcionalidades convergem para um único dispositivo. Na literatura, a CD é descrita como sendo um fenômeno que integra as indústrias de:

- Comunicação;
- Entretenimento;
- Computação.

Podemos classificar este fenômeno em:

- **Convergência sobre Dispositivos:** gerando Dispositivos Multifunção: Dispositivos passam a oferecer mais de uma função. Ex.: Smartphone
- **Divergência de Plataformas:** surgem Funções Multidispositivo: Uma mesma função passa a estar disponível em diferentes dispositivos. Ex.: Skype

2.2.2 Computação móvel

Dos anos 90 para cá, nota-se um grande crescimento no desenvolvimento de tecnologias para comunicação móvel, comunicação via satélite e redes locais sem fio. A popularização dessas tecnologias tem permitido o acesso a informações remotas onde quer que se esteja, abrindo um leque muito grande de facilidades, aplicações e serviços para os usuários. Nota-se também, uma grande evolução e popularização de dispositivos móveis, tais como laptops, smartphones e tablets que nos traz a estimativa de que em poucos anos milhares de pessoas espalhadas pelo mundo terão um desses tipos de dispositivos com a capacidade de comunicação com as redes fixas tradicionais e com outros computadores móveis. Esse ambiente propicia a criação do conceito de computação móvel.

Computação móvel consiste entre a interação entre o ser humano e o computador. Uma vez que a presença de dispositivos móveis está cada vez mais onipresente na vida das pessoas. Pode ser representada como um paradigma computacional que permite usuários desse ambiente tenham acesso a

serviços independentemente de sua localização podendo, inclusive, estar em movimento. Mais tecnicamente, é um conceito que envolve processamento, mobilidade e comunicação sem fio. A ideia é ter acesso à informação em qualquer lugar e a qualquer momento.

A habilidade de se comunicar em movimento, sem a utilização de fios e cabos, está em constante evolução desde a descoberta do rádio. Mais recentemente, dispositivos móveis possuem diversas tecnologias que permitem a comunicação sem fio (ex.: Wi-Fi, Bluetooth, 3G, 4G, ...). Com o constante crescimento desses dispositivos, novas abordagens computacionais se fazem necessárias para melhorar os recursos computacionais disponíveis. De fato, a comunicação sem fio é um elemento chave para a exploração da computação móvel em sua completude. A transferência de informação entre dois ou mais pontos que não estão ligados por um condutor elétrico, possibilita a comunicação a todo tempo e em qualquer lugar. Em outras palavras, a distância geográfica deixa de ser um limitante para a criação de redes entre dispositivos ubíquos, e aspectos como mobilidade e onipresença passam a direcionar a projeção de sistemas e serviços computacionais.

Dispositivos móveis e sensores podem interagir através de diferentes interfaces para trocar informações, porém isso depende diretamente da infraestrutura de rede em que os dispositivos se encontram. A comunicação sem fio torna viável a concepção de diferentes infraestruturas de rede, que variam de acordo com algumas características como área de alcance, tipos aplicação, e tecnologias utilizadas. Infraestruturas sem fio podem ser divididas em quatro grandes grupos: wPAN, wLAN, wMAN e wWAN, que são caracterizados na tabela 1 (COULOURIS; DOLLIMORE; KINDBERG, 2007).

Rede	Exemplo	Alcance	Largura de Banda (Mbps)	Latência (ms)
WPAN	Bluetooth (IEEE 802.15.1)	10-30m	0.5-2	5-20
WLAN	Wifi (IEEE 802.11)	0.15-1.4km	2-54	5-20
WMAN	WiMax (IEEE 802.16)	5-50km	1.5-20	5-20
WWAN	Redes telefônicas GSM, 3G	Mundial	0.010-2	100-500

Tabela 1: Tipos de rede sem fio

- *WPAN (Wireless Personal Area Network)* - rede pessoal sem fio. Fornece conectividade com uma pequena abrangência para dispositivos móveis, ou seja, que estejam fisicamente próximos. É interessante para interligar teclados, impressoras, telefones móveis, agendas eletrônicas, computadores de mão, câmeras fotográficas digitais, mouses, e até sensores de ambiente. Os padrões mais utilizados para estabelecer a comunicação são ondas de raio infravermelho.
- *WLAN (Wireless Local Area Networks)* - redes locais sem fio - rede para fornecer conectividade para dispositivos móveis dentro de uma área (casa, prédio) e prover acesso à Internet ou outra rede fixa (LAN, WAN). Possui variantes de padrões, oferecendo largura de banda de 10 e 100 Mbps com abrangência de até 1,5 quilômetros.
- *WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)*- rede metropolitana sem fio - possuem, geralmente, maior abrangência que as WLAN, por exemplo, uma cidade ou região metropolitana.
- *WWAN (Wireless Wide Area Networks)* - rede de longa distância sem fio - é por meio deste tipo de rede que os usuários de telefonia móvel têm acesso com ampla cobertura, seja por antenas ou sistemas de satélite. É importante salientar que estas redes oferecem taxas de transmissão de dados relativamente baixas quando comparadas com as demais redes.

Diferentemente das infraestruturas de rede cabeadas, as redes sem fio são altamente vulneráveis no que diz respeito a conectividade. A desconexão

de dispositivos pervasivos, em especial os que possuem característica móvel, podem ocorrer por diferentes razões, como por exemplo:

- alta variabilidade na qualidade da conexão.
- necessidade de economia de recursos (ex.: bateria) ou descarga completa da fonte de energia.
- *hand-offs*, podem ocorrer saltos na força do sinal quando se desconecta do ponto de acesso do sinal mais fraco e conecta-se em outro de sinal forte)
- interferências, como por exemplo, a interferência eletromagnética que pode ocorrer com ondas de microondas, sinais de motores ou outros equipamentos elétricos.
- sombreamento, isto é, variação de sinal causada pela obstrução de objetos tais como montanhas, prédios, outdoors, mobílias ou paredes; pode ocorrer também quando entre duas estações existe uma terceira que impede a comunicação entre as duas primeiras.

2.2.2.1 Dispositivos móveis

Devido à definição de computação móvel, um dispositivo para este fim deve ter a capacidade de realizar processamento, trocar informações via rede e ser capaz de ser transportado facilmente por seu usuário. Para isso, é importante que o dispositivo computacional tenha tamanho reduzido e não necessite de cabos para conectá-lo à rede de dados ou fonte de energia elétrica. Assim, equipamentos deste tipo devem ter as seguintes características: ser bem menor que as estações de trabalho que costumamos usar, geralmente manipulados no colo ou na palma das mãos; possuir uma bateria, para evitar a necessidade de conexões à rede elétrica através de cabos que limitariam muito a mobilidade; e ter acesso a dados através de tecnologias de redes sem fio, pelo mesmo motivo anterior. Os exemplos de dispositivos móveis mais utilizados atualmente, são:

- **Smartphone:** A etimologia “*smartphone*” é um termo da língua inglesa que significa, literalmente, “telefone inteligente”. É um telefone móvel com funcionalidades avançadas que podem ser estendidas por meio de programas executados por seu sistema operacional. Os sistemas operacionais dos *smartphones* permitem que desenvolvedores criem milhares de programas adicionais, com diversas utilidades, agregados em

sites como o Google Play (Android). Geralmente, um *smartphone* possui características mínimas de hardware e software, sendo as principais a capacidade de conexão com redes de dados para acesso à internet, a capacidade de sincronização dos dados do organizador com um computador pessoal e diversas outras funcionalidades que vem sendo desenvolvido.

Um *smartphone* pode ser considerado um telefone celular com as funcionalidades de um PDA. No segundo trimestre de 2013, os *smartphones* superaram em vendas pela primeira vez na história os celulares tradicionais. Os *smartphones* responderam por 51,8% das vendas de telefones móveis, com 225 milhões de unidades, segundo Gartner (GUPTA, 2013).

- **Tablet:** Um *tablet* também conhecido como *tablet PC*, é um dispositivo pessoal em formato de prancheta que pode ser usado para acesso à internet, organização pessoal, visualização de fotos, vídeos, leitura de livros, jornais e revistas e para entretenimento com jogos. Apresenta uma tela sensível ao toque (*touchscreen*) que é o dispositivo de entrada principal. A ponta dos dedos ou uma caneta aciona suas funcionalidades. É um novo conceito: não deve ser igualado a um computador completo ou um *smartphone*, embora possua funcionalidades de ambos.

Os primeiros dispositivos deste tipo que chegaram ao mercado foram chamados "tablet PCs". Estes dispositivos eram operados com o toque de uma caneta especial e utilizavam os mesmos sistemas operacionais presentes nos PCs convencionais, às vezes levemente adaptados para o uso com telas sensíveis ao toque. A popularização deste tipo de computador começou a se dar com o lançamento do *iPad* pela Apple Inc. - que já havia sido responsável pela difusão dos *MP3 players* e *smartphones* com o *iPod* e o *iPhone* - em janeiro de 2010, que, inspirado no sucesso dos *smartphones*, utilizava uma tela sensível ao toque dos dedos, dispensando canetas especiais, e um sistema operacional diferente do utilizado nos computadores comuns operados por mouse e teclado. Após o enorme sucesso do *iPad*, outras fabricantes passaram a desenvolver tablets com recursos semelhantes utilizando principalmente o sistema operacional Android da Google, embora, na época, o sistema ainda não oferecesse renderização otimizada para *tablets*, já que havia sido desenvolvido para funcionar apenas em *smartphones*. O Samsung (Galaxy Tab) foi um dos primeiros competidores a apresentar recursos semelhantes utilizando o sistema Android ainda não otimizado para *tablets*. Uma nova versão do sistema operacional da Google foi lançada em

2011 para suprir a necessidade de otimização para tablets; apelidada de Honeycomb, a versão 3.0 do Android foi feita especialmente para *tablets*, e, com ela, surgiu uma nova leva de produtos competidores, agora com maior capacidade de enfrentar o *iPad*.

2.2.2.1.1 Sistemas operacionais móveis

São sistemas operacionais que são processados dentro de um dispositivo móvel para controlar as operações. Os dois mais conhecidos são:

- **Android:** Um grupo, *Open Handset Alliance (OHA)*, foi criado com a intenção de padronizar a plataforma Android de código aberto e livre que representa uma grande vantagem para sua evolução, uma vez que diversos programadores do mundo poderão contribuir para melhorar a plataforma. A aliança é liderada pelo Google. Entre alguns do grupo estão nomes consagrados como a HTC, LG, Motorola, Samsung, Sony Ericsson, Intel, e muito mais.

A plataforma utilizada será o Android que é um sistema operacional de código livre *open-source*, uma das razões pela escolha dessa tecnologia tão difundida nos dias de hoje. Baseado no núcleo do Linux, abrindo um leque muito grande de facilidades de desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis como o *smartphone* e o *tablet*. No caso deste trabalho, utilizam-se as tecnologias JavaScript e HTML5 para desenvolver conteúdo web. Uma vez que o Android oferece como extensão a classe Web view para permitir visualizações de páginas web como parte do layout de atividade, ou seja, em um aplicativo Android processado no lado do cliente.

Atualmente o Android é o sistema operacional móvel mais usado no mundo. Em 2013 estava presente em cada 4 de 5 smartphones, possuindo 81% deste mercado, sendo a versão predominante a "*Jelly Bean*" estando em mais da metade dos aparelhos. Também em 2013, fora noticiado que mais de 1 Bilhão de aparelhos continham o Android e que sua loja virtual de aplicativos já ultrapassara de 1 milhão de apps, jogos e etc.

- **iOS:** iOS é o sistema operacional móvel da Apple. Trata-se de código fechado e proprietário. É utilizado no famoso *smartphone* chamado *iphone* e no *tablet* que se chama *ipad*

2.2.3 Linguagens

As duas linguagens citadas são uma das mais utilizadas atualmente. A linguagem JavaScript é uma linguagem de programação para web. A linguagem de marcação HTML em sua versão 5 é utilizado para fazer interfaces web. As duas tecnologias são apresentadas a seguir:

- **JavaScript:** JavaScript é uma linguagem de programação interpretada. Foi originalmente implementada como parte dos navegadores web para que scripts pudessem ser executados do lado do cliente e interagissem com o usuário sem a necessidade deste script passar pelo servidor, controlando o navegador, realizando comunicação assíncrona e alterando o conteúdo do documento exibido.

É atualmente a principal linguagem para programação *client-side* em navegadores web. Foi concebida para ser uma linguagem script com orientação a objetos baseada em protótipos, tipagem fraca e dinâmica e funções de primeira classe. Possui suporte à programação funcional e apresenta recursos como fechamentos e funções de alta ordem comumente indisponíveis em linguagens populares como Java e C++.

JavaScript rapidamente adquiriu ampla aceitação como linguagem de script *client-side* de páginas web. Como consequência, a Microsoft desenvolveu um dialeto compatível com a linguagem de nome JScript para evitar problemas de marca registrada. JScript adicionou novos métodos para consertar métodos do Javascript relacionados a data que apresentavam problemas. JScript foi incluído no Internet Explorer 3.0, liberado em Agosto de 1996. Javascript e Jscript são tão similares que os dois termos são comumente usados de forma intercambiável. A Microsoft entretanto declara muitas características nas quais JScript não conforma com a especificação ECMA. Em novembro de 1996 a Netscape anunciou que tinha submetido JavaScript para Ecma internacional como candidato a padrão industrial e o trabalho subsequente resultou na versão padronizada chamada ECMAScript. JavaScript tem se transformado na linguagem de programação mais popular da web. Inicialmente, no entanto, muitos profissionais denegriram a linguagem pois ela tinha como alvo principal o público leigo. Com o advento do Ajax, JavaScript teve sua popularidade de volta e recebeu mais atenção profissional. O resultado foi a proliferação de frameworks e bibliotecas, práticas de programação melhoradas e o aumento no uso do JavaScript fora do ambiente de navegadores, bem como o uso de plataformas de JavaScript *server-side*.

- **HTML 5:** *HTML5 (Hypertext Markup Language, versão 5)* é uma linguagem para estruturação e apresentação de conteúdo para a *World Wide Web* e é uma tecnologia chave da Internet originalmente proposto por Opera Software. É a quinta versão da linguagem HTML. Esta nova versão traz consigo importantes mudanças quanto ao papel do HTML no mundo da Web, através de novas funcionalidades como semântica e acessibilidade. Com novos recursos, antes só possíveis por meio de outras tecnologias. Sua essência tem sido melhorar a linguagem com o suporte para as mais recentes multimídias, enquanto a mantém facilmente legível por seres humanos e consistentemente compreendida por computadores e outros dispositivos (navegadores, parsers, etc). O HTML5 será o novo padrão para HTML, XHTML, e HTML DOM.

Após seus predecessores imediatos HTML 4.01 e XHTML 1.1, HTML5 é uma resposta à observação de que o HTML e o XHTML, de uso comum na World Wide Web, é uma mistura de características introduzidas por várias especificações, juntamente com aquelas introduzidas por software, tais como os navegadores, aqueles estabelecidos pela prática comum, e os muitos erros de sintaxe em documentos existentes na web. É, também, uma tentativa de definir uma única linguagem simples de marcação que possa ser escrita em HTML ou em sintaxe XHTML. Isso inclui modelos de processamento detalhados para incentivar implementações mais interoperáveis; isso estende, melhora e racionaliza a marcação disponível para documentos, e introduz marcações e interfaces de programação de aplicativos (APIs) para aplicações web complexas. Pelas mesmas razões, HTML5 também é um candidato em potencial aplicações multi-plataforma móveis. Muitos recursos do HTML5 tem sido construídos com a consideração de ser capaz de executar em dispositivos de baixa potência como smartphones e tablets.

O projeto do HTML5 foi bem recebido pelos desenvolvedores Web até então, e tornou-se tema na mídia em abril de 2010, depois que o CEO da Apple Inc., Steve Jobs emitiu uma carta pública intitulada "Reflexões sobre o Adobe Flash", onde ele conclui que o desenvolvimento do HTML5 tornaria o Adobe Flash não mais necessário, tanto para assistir vídeo ou mesmo exibir qualquer conteúdo web. Isso provocou um debate entre os desenvolvedores Web, onde muitos sugeriram que, enquanto o HTML5 proporcionasse uma melhor funcionalidade, a variedade de browsers existentes exibiria páginas diferentes, tendo um resultado diferente em cada navegador e não conseguiria-se de fato chegar a um padrão. No início de novembro de 2011 a Adobe anunciou que vai interromper o desenvolvimento de Flash para dispositivos móveis e redirecionar seus esforços para o desenvolvimento de ferr-

mentas utilizando HTML5.

2.2.4 *M-health*

mHealth (também escrito como *m-health*) é uma abreviatura para uso de dispositivos móveis para práticas médicas. O termo é mais comumente usado em referência ao uso de dispositivos de comunicação móvel, como telefones celulares, computadores, *tablet* e *PDA*s. O campo *mHealth* emergiu como um sub-segmento de *eHealth*. Aplicativos *mHealth* incluem o uso de dispositivos móveis na coleta de informações da população e dados clínicos da saúde em geral. Fornecimento de informações de um paciente para os profissionais de saúde como no caso abordado pelo trabalho, monitoramento em tempo real de pacientes apresentando sinais vitais e prestação direta de cuidados via telemedicina móvel.

Nos últimos anos, nos países em desenvolvimento o campo de *mHealth* tem avançado em grande parte decorrente ao rápido aumento da inserção da telefonia móvel nos países de baixa renda. O campo, então, emerge em grande parte como um meio de proporcionar maior acesso a grandes segmentos da população nos países em desenvolvimento, bem como melhorar a capacidade dos sistemas de saúde nesses países para fornecer saúde de qualidade.

O uso de dispositivos móveis para práticas médicas é chamado de *mobile health*. *M-health* propicia facilidades, como o acesso à informações em qualquer lugar e a qualquer momento, tanto para o paciente quanto para o médico. Neste trabalho, utiliza-se a um *smartphone* ou um *tablet* para inferir o estado nutricional que o paciente se encontra. Um caso de *m-health* de nutrição para prevenção de doenças.

2.2.5 Redes bayesianas

As redes bayesianas foram desenvolvidas início dos anos 1980 para facilitar a tarefa de predição e “abdução” em sistemas de inteligência artificial (IA) Em resumo, redes bayesianas (RB) também conhecidas como redes de opinião, redes causais, gráficos de dependência probabilística, são modelos gráficos para raciocínio (conclusões) baseado na incerteza, onde os nós representam as variáveis (discreta ou contínua), e os arcos representam a conexão direta entre eles. Ela vem se tornando a metodologia padrão para a construção dos sistemas que confiam no conhecimento probabilístico e tem sido aplicada em uma variedade de atividades do mundo real. Redes Baye-

sianas são modelos de representação do conhecimento que trabalham com o conhecimento incerto e incompleto por meio da Teoria da Probabilidade Bayesiana, publicada pelo matemático Thomas Bayes em 1763. Matematicamente, uma rede bayesiana é uma representação compacta de uma tabela de conjunção de probabilidades do universo do problema. Por outro lado, do ponto de vista de um especialista, redes bayesianas constituem um modelo gráfico que representa de forma simples as relações de causalidade das variáveis de um sistema. Essa representação tem como uma das suas principais características a adaptabilidade, podendo, a partir de novas informações, e com base em informações de cunho verdadeiro, gerar alterações nas dependências e nos seus conceitos. Permite, dessa forma, que as probabilidades não sejam meros acasos, podendo confirmar e criar novos conceitos.

As redes bayesianas são compostas de duas partes complementares, uma delas sendo qualitativa e a outra quantitativa. A parte qualitativa são os nós e os arcos, formando um grafo acíclico direcionado. Os nós representam as evidências, entradas e saída do sistema e as arestas, a relação de dependência entre os nós. A parte quantitativa representa o conhecimento do especialista, que são as probabilidades condicionais, na qual cada nó possui uma tabela que representa as regras “SE saída ENTÃO entrada” gerando as probabilidades de ocorrência de cada estado de cada nó. Há também dois tipos de cálculos realizados por uma rede bayesiana: a atualização de crenças, que é o cálculo das probabilidades das variáveis aleatórias e a revisão de crenças, que é a obtenção das probabilidades das hipóteses diagnósticas e a identificação da hipótese com maior valor de probabilidade, que irá gerar o conjunto de evidências. Neste presente trabalho, apresenta-se vários parâmetros para entrada de características do paciente para evidenciar/diagnosticar o estado nutricional que ele se encontra bem como o total de calóricas que deve consumir diariamente.

2.2.6 Trabalhos relacionados

Migração para Android: Como já citado no capítulo 1, encontra-se o trabalho de migração de PHP para TVDi utilizando o mesmo sistema nutricional deste trabalho. Porém, não foi encontrado nenhum trabalho relacionado com os objetivos deste presente trabalho, ou seja, é realmente inovador.

Há artigos que abordam a tendência do crescimento de dispositivos móveis (Mobile) e aplicativos para Android. Em uma revista, (FIGUEIREDO; NAKAMURA, 2003) comenta já em 2003 que dos anos 90 até atualidade cresce vertiginosamente os dispositivos móveis. Os aplicativos para Android crescem e tendem a crescer mais e se expandem em todas as áreas, assim

como o mHealth. A próxima seção comentará sobre o estado da arte do mHealth e aplicativos para Android na área nutricional.

Verifica-se em (BONIFÁCIO; OLIVEIRA; CONTE, 2010) faz uma avaliação de usabilidade de aplicações em dispositivos móveis para discutir as vantagens de usabilidade com relação a migração das tecnologias em questão.

Outro artigo bastante citado em (PAVLIC; PAVLIC; JOVANOVIC, 2012) envolve o futuro das tecnologias da internet que analisa o Android como o maior Sistema Operacional utilizado para mobile e o HTML 5 e JavaScript é o futuro pela sua portabilidade no cross-platform.

Outro conceito bem citado no levantamento de artigos foi o cross-platform onde aplicações são processadas em diferentes plataformas. Em (OHRT; TURAU, 2012) aborda as ferramentas de desenvolvimento para cross-platform em aplicações para smartphone. Artigos relacionam Android com outras plataformas como iOS em (HUI et al., 2013) citando frameworks e alternativas para o cross-platform. Pesquisa-se e compara-se em (DALMASSO et al., 2013) a evolução das ferramentas de desenvolvimento para o cross-platform.

Logo, não existe nenhum relatório avaliando a migração de web para Android. Verifica-se também a grande quantidade de artigos conceituados sobre o cross-platform que é um aplicativo que pode ser processado por vários tipos de dispositivos móveis e sistemas operacionais. Desenvolve-se a aplicação em questão em HTML5 e JavaScript pois essas tecnologias permitem a flexibilidade desejada.

Aplicativos nutricionais para Android, Mobile Health(m-Health), Avaliação alimentar utilizando IA: Não há nenhum aplicativo parecido para inferir o diagnóstico inicial do estado nutricional da criança para Android. Pesquisou-se artigos relacionados ao combate à obesidade infantil, como é abordado neste trabalho, para aumentar a prática de exercícios físicos (VALENTIN; HOWARD, 2013).

Encontra-se vários artigos e revistas que abordam a questão da evolução do mobile health (LIU; JEPSEN, 2012) e como os *smartphones* estão mudando o conceito de saúde móvel (BOULOS et al., 2011). Tudo isso serve de motivação para atingir maior parte da população melhorando a saúde das pessoas.

Existem duas aplicações Horus uma para web, a qual eu desenvolvi, e outra para TVDi (SIMON, 2010) já feitas citadas no capítulo 1. Servem como base para essa migração para Mobile.

Os dispositivos móveis são utilizados como segunda tela para suporte de múltiplos usuários na televisão digital interativa (SIMON, 2013) e tem como exemplo o mesmo aplicativo nutricional que consta neste trabalho.

3 MIGRAÇÃO DO SISTEMA HORUS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

Neste capítulo detalha a migração do sistema Horus que é o estudo de caso para avaliação do esforço do desenvolvimento da convergência digital para dispositivos móveis. O sistema Horus é disponível via web, foi implementado originalmente em HTML e PHP utilizando o paradigma orientado a objetos. A migração da aplicação foi implementada pelas tecnologias JavaScript, HTML 5 e o *framework* bootstrap. O desenvolvimento da aplicação passou por seis etapas bem definidas explicadas em detalhes nas próximas seções: análise do problema, engenharia de software, implementação da rede bayesiana, implementação dos dados no JavaScript, visualização do aplicativo no dispositivo móvel utilizando *web-view* para renderização do aplicativo no Android.

No decorrer deste capítulo foi anotado a quantidade de tempo em horas para desenvolver cada etapa, com o intuito de extrair resultados relevantes que são demonstrados no capítulo 4.

A princípio, apresenta-se na seção 3.1 a explicação do sistema Horus que está sendo migrado:

3.1 SISTEMA HORUS

A avaliação nutricional é usada no tratamento de epidemias que afetam grande parte da população, a desnutrição e a subnutrição. É um importante método para diagnosticar o estado nutricional do paciente, porém o médico (especialista) trabalha sob incertezas presentes no processo de diagnósticos tais como a complexidade da tomada de decisão e resultado de exames. Sistema Horus (STUMM, 2005) é um sistema de monitoração e orientação nutricional que tem como objetivo a avaliação do estado nutricional, acompanhamento da dieta e educação alimentar. É chamado de Horus por ser o nome de um deus egípcio ligado à medicina que representa a luta entre forças opostas e o triunfo do bem sobre o mal.

O sistema é composto de duas partes. A primeira parte é responsável pela avaliação do estado nutricional, não apenas calculando o índice de massa corporal (IMC), mas efetuando um complexo cálculo no sistema com base nos diversos dados do usuário, tanto dados clínicos e dados do seu cotidiano. Como o uso do sistema é através da internet, qualquer pessoa, especialista ou não, pode realizar a avaliação nutricional.

A segunda parte possui dois módulos: um dos módulos é a orientação

nutricional, que trata de temas como o comportamento alimentar, necessidades nutricionais e distribuição de calorias para uma melhor alimentação utilizando como base a pirâmide da figura do capítulo 3.1, que representa a quantidade de produtos a ser ingeridos, quanto mais perto do cume menor deve ser a porção do alimento. O outro módulo monitora o comportamento alimentar do usuário através das suas escolhas alimentares para as diferentes refeições utilizando a Lógica Fuzzy.

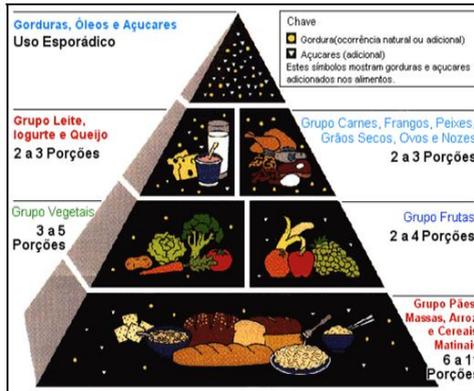


Figura 4: Pirâmide Alimentar (USDA, 2004)

Foi migrada apenas a primeira parte do sistema, na qual é gerado um diagnóstico do estado nutricional de crianças e adolescentes de 7 a 20 anos de idade, pois inicialmente esperava-se que um design desenvolvesse toda a parte gráfica do sistema. Devido à espera de um design o projeto atrasou e o próprio programador desenvolveu a interface do sistema, reduzindo assim o escopo inicial da migração de todo o Sistema Horus para apenas a primeira parte do sistema.

Esta primeira etapa do sistema utiliza como técnica de inteligência artificial redes bayesianas para a modelagem do raciocínio do médico especialista. Esta técnica trata de algumas incertezas embutidas nos diagnósticos e, segundo (TIBIRICA et al., 2006) desenvolvedor do sistema, este pode ser utilizado tanto por profissionais da área quanto como forma de ensino.

3.1.1 Rede bayesiana do sistema Horus

As redes bayesianas são compostas de duas partes complementares, uma delas sendo qualitativa e a outra quantitativa. A parte qualitativa são

os nós e os arcos, formando um grafo acíclico direcionado. Os nós representam as evidências, entradas e saída do sistema e as arestas, a relação de dependência entre os nós. A parte quantitativa representa o conhecimento do especialista, que são as probabilidades condicionais, na qual cada nó possui uma tabela que representa as regras “SE saída ENTÃO entrada” gerando as probabilidades de ocorrência de cada estado de cada nó.

Há também dois tipos de cálculos realizados por uma rede bayesiana: a atualização de crenças, que é o cálculo das probabilidades das variáveis aleatórias e a revisão de crenças, que é a obtenção das probabilidades das hipóteses diagnósticas e a identificação da hipótese com maior valor de probabilidade, que irá gerar o conjunto de evidências.

Os dados de entrada que devem ser fornecidos pelo usuário e que são utilizados nas inferências são: sexo, idade, raça, peso, altura, circunferência abdominal, pressão arterial, obesidade em relação aos pais (hereditariedade) e atividade física semanal.

O diagnóstico da avaliação deve gerar um resultado de acordo com o estado nutricional do avaliado, que pode ser classificado como: baixo peso, peso normal, sobrepeso e obeso. Nota-se que o método não irá prever com toda a certeza que o indivíduo está dentro de uma classificação, a rede irá gerar as probabilidades de ocorrência de cada uma das classificações. A hipótese com maior probabilidade de ocorrência pode ser considerado o estado nutricional do indivíduo.

Na figura da seção 3.1.1 são apresentados os nós e os estados da Rede Bayesiana utilizando o software Netica:

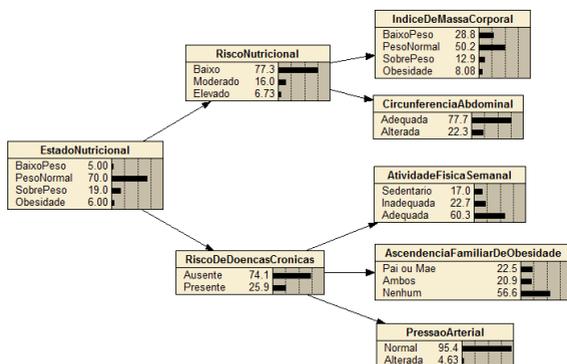


Figura 5: Rede Bayesiana do Sistema Horus

O nó Estado Nutricional representa a saída da rede e os demais nós representam as evidências ou entradas do sistema com seus respectivos estados,

cada um com suas probabilidades iniciais, gerados pelo Netica a partir das tabelas de probabilidades condicionais, mostradas na figura da seção 3.1.1:

RiscoNutricional	BaixoPeso	PesoNor...	SobrePeso	Obesidade
Baixo	30	64	5	1
Moderado	35	3	50	12
Elevado	1	4	15	80

Figura 6: Tabela de probabilidades condicionais do nó Índice de Massa Corporal em porcentagem

O ponto de corte, que classifica as respostas do avaliado, foi por meio de percentis utilizando o padrão internacional adotado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) constituído pela Nacional Center of Health Statistics – NCHS, com exceção da variável Atividade Física Semanal na qual o ponto de corte é o tempo médio de exercícios físicos. O percentil é uma medida da posição relativa de uma unidade relacional em relação a todas as outras. O p-ésimo percentil tem p% dos valores da população abaixo do ponto em questão, ou seja, se a altura de uma pessoa é 1,80m e esta altura está no percentil 90 da população, então 90% da população tem altura abaixo de 1,80m.

Para a variável Atividade Física Semanal (AFS) em relação aos pontos de corte:

1. Tempo médio semanal acima de 60 minutos é classificado como adequado
2. Tempo médio semanal entre 30 e 60 minutos é classificado como inadequado
3. Tempo médio semanal abaixo de 30 minutos é classificado como sedentário

Para a variável Índice de Massa Corporal (IMC) em relação aos pontos de corte:

1. Acima do percentil 95 é classificado como obeso
2. Entre os percentis 85 e 95 é classificado como sobrepeso
3. Entre os percentis 5 e 85 é classificado como peso normal

4. Abaixo do percentil 5 é classificado como abaixo do peso

Para a variável Circunferência Abdominal (CA) em relação aos pontos de corte:

1. Acima ou igual ao percentil 90 é classificado como CA alterada
2. Abaixo do percentil 90 é classificado como CA adequada

A variável Pressão Arterial utiliza pontos de cortes mais complexos que variam de acordo com a idade e a altura e não serão apresentados aqui.

Trabalhos relacionados ao sistema Horus: Não foi localizado nenhum trabalho no mesmo escopo do Sistema Horus, o que demonstra que o trabalho é inovador na área. Então procurou-se softwares que tivessem alguma das funcionalidades ou técnica que o Sistema Horus utiliza. Foi focado em trabalhos que realizam diagnósticos nutricionais ou que utilizam Rede Bayesiana para representação do conhecimento do especialista na área de saúde em geral e não somente em Avaliação Nutricional.

O trabalho com escopo mais parecido com o Sistema Horus encontrado é o SISPAN, que é um sistema de avaliação nutricional que utiliza técnicas de inteligência artificial e está disponível online, porém, é avaliado apenas crianças até dois anos de idade e o foco do sistema é em desnutrição.

Segue abaixo os detalhes dos sistemas encontrados:

- **Diagnóstico Nutricional e Prescrição de um Plano Alimentar:** Sem um nome para o sistema desenvolvido na tese de doutorado de Maria Alice Lagos Thé, este integra o Raciocínio Baseado em Casos com Lógica Difusa, ambas técnicas de Inteligência Artificial, para gerar os diagnósticos e as prescrições dietéticas. O IMC foi parâmetro mais importante considerado para os cálculos, seguido de Atividades Físicas e depois seguido de Avaliação Nutricional Alimentar. Outros dados também complementam o cálculo tais como: pressão arterial, tabagismo, nível de colesterol sanguíneo, assim como histórico familiar de doenças crônico-degenerativo. Desenvolvido em 2001 em Delphi 3.0 (THÉ, 2001).
- **SISPAN – Sistema Pediátrico para Avaliação Nutricional:** Tem como objetivo auxiliar os médicos no diagnóstico de desnutrição infantil. Utiliza Redes Bayesianas para representar o conhecimento especialista e utiliza como cálculo de evidências o Escore Z. O sistema modela o diagnóstico nutricional baseado na idade, dados antropométricos e sinais clínicos para crianças até dois anos de idade. O sistema é voltado para

Desnutrição Energético-Proteica (DEP), que é classificada de acordo com a intensidade, que pode ser Normal, Leve, Moderada ou Grave e o tipo de deficiência nutricional. Trabalho publicado em 1998 como tese de mestrado e desenvolvido em C++ Builder, juntamente com bibliotecas .DLL do Netica (KOEHLER, 1998).

- **SACI – Sistema de Apoio na Avaliação de Distúrbios do Crescimento Infantil:** Fornece diagnósticos relacionados aos distúrbios associados à falência do crescimento em crianças até dois anos. Utiliza Redes Bayesianas para a representação do conhecimento do especialista, trabalhando com os nós: Deficiência de Ferro, Síndrome da Má Absorção e Etiologia a Esclarecer, para definir os pontos de corte utiliza a técnica Escore Z. Pode ser utilizado por médicos pediatras, estudantes e residentes em medicina. Trabalho utilizou o Netica e foi desenvolvido no Delphi 5.0 em 2001 (SIMÕES, 2001).

3.2 ANÁLISE DO PROBLEMA

Inicialmente focou-se em realizar a fundamentação teórica para a compreensão do trabalho, conhecimentos sobre computação móvel abordando os dispositivos móveis mais especificamente o *smartphone* e o *tablet* utilizando a plataforma Android. O desenvolvimento para o Android pode ser implementado pela linguagem Java que é o modo nativo ou como foi utilizado neste trabalho implementado pelas linguagens JavaScript e HTML 5, ambas são linguagens voltadas à web. Para que seja possível a visualização da página web como uma atividade do Android, ou seja, do lado do cliente como uma aplicação e sem a necessidade de internet, a biblioteca do Android disponibiliza a classe *web-view* que é uma extensão da parte de interface/visão. Carrega-se a página web informando a URL e ela é visualizado como uma aplicativo/atividade do Android. A escolha foi feita pelo fato das tecnologias terem um suporte bom para os desenvolvedores e por ser processado em outros sistemas operacionais móveis. A interface foi implementada utilizando o *framework bootstrap* que contém a linguagem de marcação HTML e a linguagem de estilo CSS (*cascading style sheets*). São ferramentas livres para criar sites e aplicações web que estão de acordo com o padrão internacional posto pelo W3C (organização de padronização do *World Wide Web* ou *www*). Também, foi dada uma noção do conceito de redes bayesianas e no capítulo 3.1 foi aplicado a técnica de Inteligência Artificial em um sistema nutricional que denominamos Horus.

Para iniciar os testes foi feito um estudo profundo das tecnologias já citadas. O desenvolvedor desta migração possui conhecimento nas linguagens

de implementação original, assim como noções de banco de dados mysql, logo, não foi computado o tempo que seria gasto para aprender tais linguagens. Nota-se também que foi desconsiderado o tempo investido na revisão sistemática da literatura para o levantamento de referências bibliográficas deste trabalho.

3.2.1 Comparação das linguagens utilizadas

A interface da aplicação web antiga é feita em HTML (abreviação para a expressão inglesa *hypertext markup language*, que significa linguagem de marcação de hipertexto) é uma linguagem de marcação utilizada para produzir páginas na web. Documentos HTML podem ser interpretados por navegadores. Nota-se que hipertexto é qualquer documento que contém informação, seja um áudio, vídeo, imagem, texto ou programa. HTML é uma linguagem de formatação e é lida por qualquer navegador. Tem como objetivo informar onde estão os elementos da interface e quais suas características, tais como posicionamento dos elementos, cor, tamanho e tipo da fonte do texto, tamanho de figuras e vídeos, entre outros. Essa descrição é realizada através de *tags* (etiquetas) que determinam o papel de cada elemento. A estrutura de um elemento é composta por uma *tag* inicial com atributos e valores e uma *tag* final. Elementos estes que especificam listas, parágrafos, tabelas, links, imagens, vídeos, etc. Uma característica é que a linguagem apenas informa os elementos, a formatação propriamente dita (montagem) é realizada através do navegador. Outra característica interessante é que *tags* não identificadas ou incorretas não geram erros, elas apenas são ignoradas. Todo HTML inicia com a *tag* `<html>` e termina com a *tag* `</html>`. No cabeçalho do arquivo é descrita a *tag* inicial `<head>` e para finalizar o cabeçalho a *tag* `</head>` e neste espaço é fornecido o título do *website*, assim como os códigos css e javascript que são utilizados e o tipo de codificação. O restante do código, na qual é descrito a formatação dos elementos ficam entre as *tags* `<body>` e `</body>`. O HTML é estático, porém ao complementá-lo com outras linguagens é possível tornar um *website* dinâmico com linguagens tais como Javascript e CSS que são interpretados pelo navegador e ASP, Java e PHP que são interpretadas nos servidores web.

A parte lógica da aplicação web antiga é feita em PHP que originalmente significava *Personal Home Page Tools*, hoje significa *Hypertext Preprocessor*, assim como o HTML, é usada para desenvolvimentos Web e tem como objetivo computar operações e possibilitar interatividade cliente com servidor. A linguagem é executada no servidor, retornando assim para o cliente apenas o HTML puro. Desta maneira, o código fica restrito apenas a

quem acessa o servidor, permitindo assim informações confidenciais, diferente do HTML, que é possível visualizar o código fonte nos próprios navegadores. Além desta vantagem, o PHP tem código aberto e gratuito, permite acesso a vários banco de dados, é eficiente por consumir poucos recursos do servidor, pode ser estruturado ou orientado a objetos e há grande portabilidade, ou seja, é multiplataforma, o código é processado na maioria dos sistemas operacionais. É uma linguagem fracamente tipada, ou seja, durante a execução do programa podem alterar o tipo de dados contido em uma variável e extremamente modularizada, o que a torna ideal para instalação e uso em servidores web. As rotinas de programação são feitas através de módulos interligados a uma interface comum. Uma característica interessante desta linguagem é que os arrays são mapas ordenados, ou seja, é relacionado valores a chaves, na qual a chave pode ser um número ou uma string, podendo assim ser usado esta mesma estrutura na forma de array, lista, hashtable, dicionário, coleção, simular árvore, entre outros.

É utilizado as tecnologias HTML 5 e JavaScript para a implementação da aplicação que será processado em dispositivos móveis, embora essas linguagens sejam voltadas para web, o Android possui uma classe em sua biblioteca que permite visualizar páginas web como um aplicativo processado no dispositivo móvel do lado do cliente sem a necessidade de acesso a servidores e banco de dados. Portanto, a aplicação é processado localmente com grande rapidez e as informações do banco de dados ficam implementadas junto com o código JavaScript. Além das vatagens citadas, essas linguagens estão sendo utilizadas em vários sistemas operacionais móvel como o Android, iOS, Mozilla OS e etc.

A interface da aplicação para dispositivos móveis é implementada por várias tecnologias que atualmente estão sendo bem utilizadas. Dentre elas o *front-end framework* bootstrap que é uma coleção de ferramentas de código aberto desenvolvido pelo twitter para criação de páginas web e aplicações web. As linguagens que o *framework* utiliza são HTML, CSS e JavaScript, já suporta as versões mais atuais HTML 5 e CSS 3.

HTML em sua versão 5 com algumas modificações com relação a sua versão anterior, (*Hypertext Markup Language*, versão 5) é uma linguagem para estruturação e apresentação de conteúdo para a *world wide web* e é uma tecnologia chave da internet originalmente proposto por Opera software. É a quinta versão da linguagem HTML. Esta nova versão traz consigo importantes mudanças quanto ao papel do HTML no mundo da Web, através de novas funcionalidades como semântica e acessibilidade. Com novos recursos, antes só possíveis por meio de outras tecnologias. Sua essência tem sido melhorar a linguagem com o suporte para as mais recentes multimídias, enquanto a mantém facilmente legível por seres humanos e consistentemente

compreendida por computadores e outros dispositivos (navegadores, parsers, etc). É uma tentativa de definir uma única linguagem simples de marcação que possa ser escrita em HTML ou em sintaxe XHTML. Isso inclui modelos de processamento detalhados para incentivar implementações mais interoperáveis; isso estende, melhora e racionaliza a marcação disponível para documentos, e introduz marcações e interfaces de programação de aplicativos (APIs) para aplicações web complexas. Pelas mesmas razões, HTML5 também é um candidato em potencial aplicações multi-plataforma móveis. Muitos recursos do HTML5 tem sido construídos com a consideração de ser capaz de executar em dispositivos de baixa potência como smartphones e tablets. Em particular, HTML5 adiciona várias novas funções sintáticas. Elas incluem as tags de <video>, <audio>, <header>e elementos <canvas>, assim como a integração de conteúdos SVG que substituem o uso de tags <object>genéricas. Estas funções são projetadas para tornar mais fácil a inclusão e a manipulação de conteúdo gráfico e multimídia na web sem ter de recorrer a plugins proprietários e APIs. Outros novos elementos, como <section>, <article>, <header>e <nav>, são projetados para enriquecer o conteúdo semântico dos documentos. Novos atributos têm sido introduzidos com o mesmo propósito, enquanto alguns elementos e atributos têm sido removidos. Alguns elementos, como <a>, e <menu>têm sido mudados, redefinidos ou padronizados.

A parte lógica da aplicação para dispositivos móveis é implementada por uma das linguagens mais utilizadas atualmente, principalmente por causa do advento da Internet, é a linguagem de programação interpretada JavaScript. PHP é executada do lado do servidor, ou seja, um browser internet, na máquina do usuário, faz um pedido de página e outro computador se encarrega de fazer todo o processamento necessário enviando apenas o resultado em seguida. JavaScript por sua vez é executada do lado do cliente, sendo o código enviado junto com a página Internet e o processamento feito pelo browser. A linguagem PHP permite acesso a bancos de dados de forma muito mais simples, pois pode trabalhar diretamente com as conexões abertas entre o servidor de páginas e o servidor de bancos de dados. Como JavaScript é executada do lado do cliente, fica muito mais complicado criar uma conexão por meio da rede para acesso a dados e criação de páginas dinâmicas. Em contrapartida ao utilizar JavaScript fica muito mais rápido o processamento da aplicação, uma vez que é processado localmente em algum tipo de dispositivo móvel sem a necessidade de conexão a um servidor. Outra vantagem é quanto ao consumo da carga do processamento acarretando em diminuição de gasto de energia da bateria do dispositivo. As duas possuem suas origens de estrutura nas linguagens C/C++, por isso que ambas se parecem muito em suas estruturas de programação (condicionais, repetições, atribuições). Foi

concebida para ser uma linguagem script com orientação a objetos baseada em protótipos, tipagem fraca e dinâmica, igual ao PHP.

jQuery é uma biblioteca JavaScript cross-browser desenvolvida para simplificar os scripts client side que interagem com o HTML. Ela foi lançada em dezembro de 2006 no BarCamp de Nova York por John Resig. Usada por cerca de 77% dos 10 mil sites mais visitados do mundo, jQuery é a mais popular das bibliotecas JavaScript.

Essas, entre outras características, são abordadas na Tabela 2 e na Tabela 3 que apresentam as semelhanças e diferenças entre as linguagens JavaScript e PHP, respectivamente:

<i>Característica</i>	Linguagem JavaScript	Linguagem PHP
Tipagem dinâmica	// x recebe um inteiro x = 123; // antes era um número // agora é uma string x = "linguagem";	# x recebe um inteiro x = 123; # antes x era um número # agora x é uma string x = "linguagem";
Coerção	conversão automática do tipo de variáveis ou argumentos // concatena x = 43; y = x + "uma string";	conversão automática do tipo de variáveis ou argumentos # concatena x = 43; y = x."uma string"
Linguagem de script	Linguagem de script com orientação a objetos baseado em protótipos	Linguagem tipicamente de script (não é apenas de script)
Aprendizado	De fácil aprendizado	De fácil aprendizado
Versão	Está na 1.8.5	Está na 5ª versão
Linguagem interpretada	Interpretada em navegadores web	Interpretada no servidor
Software livre	Sim	Sim
Multiplataforma	Sim	Sim
Índice	Índice do array começa no 0	Índice do array começa no 0
Campo de atuação	Desenvolvimento Web	Desenvolvimento Web
Orientação a Objetos	Tem suporte	Tem suporte na versão PHP5

Tabela 2: Semelhanças entre as linguagens Javascript e PHP

<i>Característica</i>	Linguagem JavaScript	Linguagem PHP
Processamento	No navegador web	No servidor
Funções	São objetos da primeira classe (podem ser usados como argumentos em outras funções, ser armazenados em variáveis, etc)	São objetos da segunda classe
Origem	Desenvolvida por Brendan Eich em 1995	Desenvolvida por Rasmus Lerdorf em 1995
Valores booleanos	True e false (0, null, NaN também são considerados false)	True e false ou também 1 e 0
Licença	Licença GNU Software Livre	The PHP License
Operadores Lógicos	e = && ou = não = !	e = and ou = or não = not

Tabela 3: Diferenças entre as linguagens Javascript e PHP

A interface da aplicação foi implementada pela linguagem de marcação HTML em sua versão 5, a qual difere de diversas maneiras do aplicativo original que utiliza a versão anterior do HTML. Na tabela 4 será detalhado as mudanças que houve entre as versões do HTML:

HTML 5	Detalhes
<canvas>	Agora, não há mais necessidade de utilizar o flash
<header> <footer>	Agora, não há mais necessidade de utilizar a tag <div>
<menu>	É utilizado também para barra de ferramentas e o contexto do menu
<figure>	É um outro modo de distribuir texto e imagens
<audio> <video>	Nunca foi tão fácil colocar áudio e vídeo
 	Utiliza CSS
<frame> <center> <big>	Não existe mais essas tags

Tabela 4: Detalhes das mudanças entre as versões do HTML

Resumo da primeira etapa:

Duração / Tempo gasto: 90 horas

Produção: Estudo de conceitos e testes iniciais.
--

3.3 IMPLEMENTAÇÃO

3.3.1 Engenharia de software

Para desenvolvimento da segunda etapa foi analisado o problema e estudado a implementação original, focando no código. Com base nas informações obtidas, foi efetuada a etapa de Engenharia de Software, não sendo utilizada nenhuma metodologia específica, iniciando com a análise de requisitos que, devido à mudança de tecnologia, houve necessidade de alteração na visualização de conteúdo e alteração na lógica de programação, sendo eles:

- **R1.** O sistema deverá mostrar as opções para o paciente e ter pouca informação por vez na tela, diferente do original que apresenta todas as

entradas de dados de uma só vez. A tela é menor por ser um dispositivo móvel.

- **R2.** Utilização do *touchscreen*
- **R3.** Os campos deverão ser respondidos, preferencialmente, de forma que o paciente selecione na tela a resposta, ao invés de digitá-la.
- **R4.** Utilização de *slider* para escolha de valores com limites definidos
- **R5.** O sistema será utilizado por leigos, logo, deverá ser simples e fácil de usar.
- **R6.** Todos os campos devem ser respondidos, os campos não respondidos possuem valores padrão de inicialização.
- **R7.** Não existe mais a necessidade de acesso ao servidor e ao banco de dados.

Após a obtenção dos requisitos, foi definida uma visão geral do sistema, vide Figura 3.3.1, que demonstra que para iniciar a aplicação o paciente deve selecionar o ícone referente ao sistema Horus na tela *touchscreen* do dispositivo móvel. Com o acesso ao aplicativo o paciente visualiza o questionário e tem como opção encerrar a aplicação ou continuar respondendo o questionário. Após responder o questionário, será informado o resultado da avaliação nutricional, após isso o paciente pode encerrar a aplicação ou recomeçar o questionário e respondê-lo novamente.

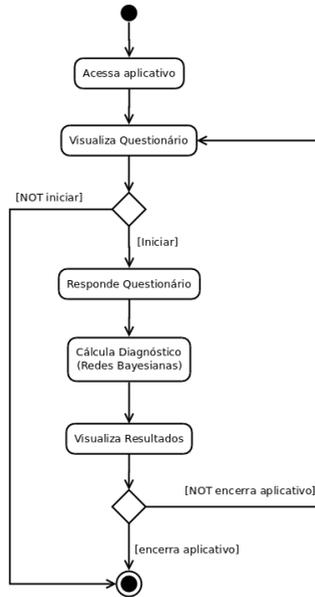


Figura 7: Diagrama de Visão Geral do Sistema

O diagrama de caso de uso pode ser visualizado na figura 3.3.1. O cálculo da rede bayesiana cujo caso de uso é *Calcula Diagnóstico* tem associação de inclusão com o caso de uso *Responde Questionário*, pois este cálculo depende do ator paciente responder o questionário. O caso de uso *Visualiza Resultado* é uma adaptação da saída da Rede Bayesiana pois quando é calculado o diagnóstico do paciente ao mesmo tempo é mostrada na tela o resultado do diagnóstico provável do paciente de forma intuitiva.

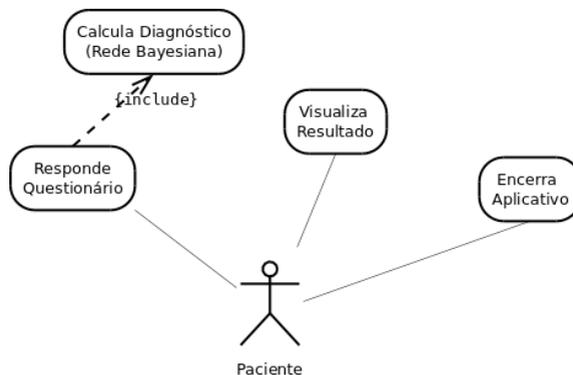


Figura 8: Diagrama de Casos de Uso

Resumo da Segunda Etapa:

Duração / Tempo gasto: 20 horas

Produção: Análise de Requisitos e Criação de Diagramas

3.3.2 Migração do Banco de Dados

A terceira etapa foi responsável por migrar as probabilidades iniciais da rede bayesiana, originalmente armazenados em um banco de dados MySQL com o intuito de manipular esses valores dinamicamente. Mas, para efeito deste trabalho são implementados como variáveis dentro de uma classe JavaScript pois são valores fixos. Sem a necessidade de conexão com o servidor que está o banco de dados.

O banco de dados da aplicação original possui no total oito tabelas, uma para cada nó da Rede Bayesiana. Cada tabela possui apenas uma tupla, onde cada campo representa a probabilidade de cada estado do nó. A tabela 5 mostra a comparação entre a modelagem do banco de dados do sistema original feito em MySQL e a conversão para JavaScript onde foi representado os valores.

Banco de Dados	Migração para JavaScript
<p>Nó Estado Nutricional</p> <p>ENBP: Estado nutricional baixo peso ENPN: Estado nutricional peso normal ENSP: Estado nutricional sobrepeso ENO: Estado nutricional obesidade</p> <p>Código SQL:</p> <pre>INSERT INTO 'estado_nutricional' ('codigo', 'ENBP', 'ENPN', 'ENSP', 'ENO') VALUES (1, 0.05, 0.7, 0.19, 0.06);</pre>	<p>Nó Estado Nutricional</p> <p>ENBP: Estado nutricional baixo peso ENPN: Estado nutricional peso normal ENSP: Estado nutricional sobrepeso ENO: Estado nutricional obesidade</p> <p>Código JavaScript: //equivalente as chamadas dos métodos "Consultar"</p> <pre>var resultado = { en : {ENBP : 0.05, ENPN : 0.7, ENSP : 0.19, ENO : 0.06} }</pre>
<p>Nó de Risco de Doenças Crônicas</p> <p>RDCA e RDCP: Risco Doenças Crônicas Ausente e Presente</p> <p>ENBP_RDCA: Chance de Estado Nutricional ser Baixo Peso dado que o Risco de Doenças Crônicas é Ausente</p> <p>ENBP_RDCP: Chance de Estado Nutricional ser Baixo Peso dado que o Risco de Doenças Crônicas é Presente</p> <p>Idem para os demais campos</p> <p>Código sql:</p> <pre>INSERT INTO 'risco_doenca_cronica' ('codigo', 'ENBP_RDCA', 'ENBP_RDCP', 'ENPN_RDCA', 'ENPN_RDCP', 'ENSP_RDCA', 'ENSP_RDCP', 'ENO_RDCA', 'ENO_RDCP') VALUES (1, 0.45, 0.55, 0.95, 0.05, 0.25, 0.75, 0.1, 0.9);</pre>	<p>Nó de Risco de Doenças Crônicas</p> <p>RDCA e RDCP: Risco Doenças Crônicas Ausente e Presente</p> <p>ENBP_RDCA: Chance de Estado Nutricional ser Baixo Peso dado que o Risco de Doenças Crônicas é Ausente</p> <p>ENBP_RDCP: Chance de Estado Nutricional ser Baixo Peso dado que o Risco de Doenças Crônicas é presente</p> <p>Idem para os demais campo</p> <p>Código JavaScript: //equivalente as chamadas dos métodos consultar</p> <pre>var resultado = { rdc : { ENBP_RDCA : 0.45, ENBP_RDCP : 0.55, ENPN_RDCA : 0.95, ENPN_RDCP : 0.05, ENSP_RDCA : 0.25, ENSP_RDCP : 0.75, ENO_RDCA : 0.1, ENO_RDCP : 0.9 } }</pre>

Tabela 5: Detalhes da migração do Banco de Dados

A tabela estado nutricional armazena a probabilidade dos estados, a tabela risco nutricional e as demais tabelas armazenam as probabilidade condicionais (dado que o estado do nó anterior ocorreu) de acordo com os valores fornecidos pela modelagem da Rede Bayesiana no software Netica.

Resumo da terceira etapa:

Duração / Tempo gasto: 5 horas

Produção: Implementação da variável que armazena os dados no JavaScript

3.3.3 Implementação da rede bayesiana

A quarta etapa da migração foi implementar a Rede Bayesiana, estudá-la na teoria e no código original. Foi a etapa de desenvolvimento que despendeu mais esforço. A Figura 3.3.3 mostra o Diagrama de Atividades da Rede Bayesiana. Inicia-se a rede calculando as probabilidades iniciais do nó final (Estado Nutricional) e dos nós intermediários (Risco Nutricional e Risco de Doenças Crônicas). É então iniciada a análise das categorias de Risco Nutricional, verificando em qual dos estados a resposta do paciente se encontra, ou seja, se o Índice de Massa Corporal (IMC) é Baixo Peso, ou Peso Normal, Sobrepeso ou Obeso.

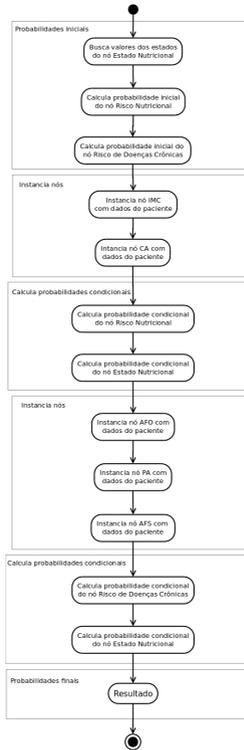


Figura 9: Diagrama de Atividades da Rede Bayesiana

Igualmente para a Circunferência Abdominal (CA) verificando se o seu valor é Adequado ou Inadequado. Dado as evidências encontradas, os valores do nó Risco Nutricional e Estado Nutricional são reajustados de acordo com essa nova realidade. Igualmente se faz com as categorias relacionadas ao Risco de Doenças Crônicas.

Cada nó da rede está separado em classes JavaScript, semelhante a implementação original, na qual o cálculo de cada nó está em uma classe diferente. A tabela 6, mostra as semelhanças e diferenças das duas implementações:

Implementação original	Migração para dispositivos móveis
<p>Buscando dados iniciais da Rede, no banco de Dados</p> <pre>#Fazendo conexão com banco de dados require("../lib/conexao.php"); \$conexao = new Conexao; \$conexao - criaConexao(); #Busca tabela de probabilidades: Risco Nutricional e armazena na variável \$resultado_rn require("../classe/Rn.php"); \$orN = new Rn; \$orN - Consultar(\$resultado_rn); #Deste mesmo modo busca demais tabelas: Cria a classe correspondente à tabela e busca o valor de sua tupla.</pre>	<p>Buscando variáveis iniciais da Rede, no arquivo .js</p> <pre>//equivalente as chamadas aos métodos "Consultar" var resultado = { rn : { ENBP_RNB : 0.45, ENBP_RNM : 0.5, ENBP_RNE : 0.05, ENPN_RNB : 0.99, ENPN_RNM : 0.007, ENPN_RNE : 0.003, ENSP_RNB : 0.3, ENSP_RNM : 0.67, ENSP_RNE : 0.03, ENO_RNB : 0.005, ENO_RNM : 0.045, ENO_RNE : 0.95 }, (...) }</pre>
<p>Cálculo das probabilidades condicionais do início da Rede Bayesiana, cada nó utiliza uma função própria</p> <pre>#Calcula a probabilidade condicional inicial, função específica do Risco Nutricional #(ENBP_RN*ENBP) + (ENPN_RN*ENPN)+... function calculaProbInicialRiscoNut(&\$prob_ini, \$ENBP_RN, \$ENPN_RN, \$ENSP_RN, \$ENO_RN, \$ENBP, \$ENPN, \$ENSP, \$ENO){ \$prob_ini = (\$ENBP*\$ENBP_RN) + (\$ENPN*\$ENPN_RN) + (\$ENSP*\$ENO*\$ENO_RN); } #prob_rb_baixo é o retorno da função, os primeiros argumentos são correspondentes ao nó risco nutricional e os demais correspondente ao nó estado nutricional \$inferir(\$prob_rn_baixo, \$resultado_rn["ENBP_RNB"], \$resultado_rn["ENPN_RNB"], \$resultado_rn["ENSP_RNB"], \$resultado_rn["ENO_RNB"], \$resultado_en["ENBP"], \$resultado_en["ENPN"], \$resultado_en["ENSP"], \$resultado_en["ENO"]);</pre>	<p>Cálculo das probabilidades condicionais do início da Rede Bayesiana, cada nó utiliza um método da classe Inferencia.js</p> <pre>//Começo da classe ou função Inferencia function Inferencia() { //Calcula a probabilidade condicional inicial, método específico do Risco Nutricional this.calculaProbInicialRiscoNut = function(valor1, valor2, valor3, valor4, valor5, valor6, valor7, valor8) { var ENBP_RN = valor1; var ENPN_RN = valor2; var ENSP_RN = valor3; var ENO_RN = valor4; var ENBP = valor5; var ENPN = valor6; var ENSP = valor7; var ENO = valor8; //Retorno da função return ((ENBP*ENBP_RN)+(ENPN* ENPN_RN)+(ENSP*ENSP_RN) +(ENO*ENO_RN)); }</pre>
<p>Arquivo com o código da Rede Bayesiana</p> <p>Todas as classes e chamadas da função estão num único procedimento no arquivo PHP.</p>	<p>Arquivo com o código da Rede Bayesiana</p> <p>A classe horus.js é uma função que todas as variáveis são declaradas dentro dela</p>

Tabela 6: Implementação em PHP à esquerda e em JavaScript à direita

Resumo da quarta etapa:

Duração / Tempo gasto: 100 horas

Produção: Implementação da Rede Bayesiana

3.3.4 Interface

Uma das maiores dificuldades em se migrar a aplicação original para dispositivos móveis é com relação à usabilidade do sistema. Facilitou-se ao máximo com uma interface onde é possível visualizar todos os parâmetros que serão utilizados para inferir o estado nutricional do indivíduo e ao mesmo tempo é comprimido todos os parâmetros de entrada, com se fosse uma “sanfona”, em inglês *accordion* que é utilizado no identificador da interface no arquivo *index.html*. A razão pela qual utilizamos esse modelo de interface é pelo fato dos *smartphones* e *tablets* possuírem visores reduzidos. Ao selecionar uma variável (parâmetro) é expandido com suas opções de seleção. A interface do aplicativo foi projetada de modo que todos os usuários consigam utilizá-la e também que se sintam incentivados a utilizá-la. É necessário conhecer os diversos tipos de usuário para que o sistema fique o mais confortável possível.

A figura 3.3.4 mostra a interface do sistema Horus disponível na web, que apresenta todas as entradas de dados de uma única vez, alguns campos sendo caixas de seleção e outros campos para ser digitado um valor.



• Informe os campos abaixo para realizar o diagnóstico do Estado Nutricional.

Sexo: Idade: anos

Risco Nutricional

Peso: Kg

Altura: cm

Circunferência Abdominal: cm

Raça:

Risco de Doenças Crônicas

Pressão Arterial Sistólica: mmHg

Pressão Arterial Diastólica: mmHg

Obesidade em relação aos pais:

Atividade Física Semanal:

Esportes livres: min, diários

Esportes coletivos: min, diários

Esportes em academia: min, diários

DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL

IMC: **Peso Normal**

Circunferência Abdominal: **Alterada**

Pressão Arterial: **Normal**

Obesidade em relação aos pais: **Nenhum**

Atividade Física Semanal: **Parcialmente Adequada**

Tempo médio Atividade Física Semanal: 34,29 min.

DIAGNÓSTICO PROVÁVEL

Baixo Peso: 4,81%

Peso Normal: 78,78%

Sobrepeso: 12,69%

Obesidade: 3,71%

Total Calórico: 2095

Figura 10: Interface do sistema original Horus

Os campos de resposta estão divididos em subcategorias que são Risco Nutricional, Risco de Doenças Crônicas e Atividade Física Semanal similar aos nós intermediários da Rede Bayesiana. Ao iniciar o sistema, apenas o quadro da esquerda aparece na tela, onde os dados da pessoa são inseridos, e ao clicar no botão Avaliar o quadro da direita aparece com o resultado da avaliação nutricional. Como já mencionado anteriormente, a Rede Bayesiana informa a porcentagem de chance de o estado nutricional ser Baixo Peso, Peso Normal, Sobrepeso e Obesidade. Na Figura 3.3.4, a classificação mais provável deste avaliado é Peso Normal com 78,78%. O botão Escolher Alimentos abrirá a segunda parte do sistema Horus, de monitoração alimentar, onde a pessoa informa o total calórico consumido em cada refeição e que não será abordado aqui. O botão Reiniciar limpa todos os dados para iniciar uma nova avaliação.

O desenvolvimento da interface do sistema Horus para dispositivos móveis é totalmente feito com os *frameworks* mais utilizados para aplicativos web. Como foi dito, utilizou-se o *bootstrap* para auxiliar a implementação contemplando estilos personalizados, fontes, cores e etc. As tecnologias utilizadas são HTML na sua versão 5, JavaScript e CSS.

Ao abrimos o aplicativo, a tela inicial aparece conforme a figura 3.3.4 abaixo. É mostrado todos os parâmetros a serem completados para fazer a consulta final. Há possibilidade de escolher em qualquer ordem suas entradas, preencher e depois retornar. Após concluído o preenchimento de todas as entradas é calculado o diagnóstico provável do indivíduo.



Figura 11: Tela inicial do aplicativo Horus em um dispositivo móvel

A tela de escolha dos parâmetros de entrada: sexo, raça e obesidade em relação aos pais são os mesmos. Basta escolher uma das opções oferecidas, conforme é mostrado na figura 3.3.4:



Figura 12: Tela de sexo. Semelhante as telas de Obesidade com relação aos pais e idade

A figura 3.3.4 de idade utiliza um *slider* para selecionar a idade deslizando os dedos através da tela *touchscreen* do celular.



Figura 13: Tela de idade com *slider*

A figura 3.3.4 de medidas utiliza um *slider* para selecionar as medidas deslizando os dedos através da tela *touchscreen* do celular.

Sistema Horus

Medidas

Peso 76
kilogramas

Altura 144
centímetros

Circunferência abdominal 55
centímetros

Risco de Doenças Crônicas

Esportes livres

Figura 14: Tela de medidas com *slider*

A tela de esportes é feita com um *slider* que é um botão para escorrer os dedos sobre a tela do dispositivo móvel para escolher a frequência de dias para um certo tipo de esporte. A figura 3.3.4 reflete a tela citada:

Sistema Horus

Risco de Doenças Crônicas

Esportes livres

Frequência 3 dias
por semana

Minutos diários 138
minutos por dia

Esportes coletivos

Esportes em academia

Diagnóstico provável

Figura 15: Tela de atividade física

A figura 3.3.4 mostra os resultados do estado nutricional do indivíduo:

Sistema Horus

Diagnóstico provável

Calcular

Estado nutricional

IMC: Obesidade

Circunferência abdominal: Adequada

Pressão arterial: Normal

Obesidade em relação aos pais: Ambos

Tempo médio atividade física diária: 31.43 minutos

Atividade física semanal: Parcialmente Adequada

Diagnóstico

Figura 16: Tela de Estado Nutricional

Por fim, após concluída todas estas etapas, a aplicação mostra na tela o resultado final da avaliação nutricional. A interface nesta etapa é similar à interface original. A figura 3.3.4 mostra os resultados do diagnóstico provável, assim como seu consumo de total calórico diário:

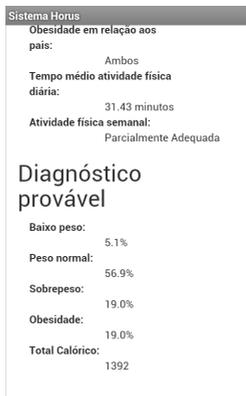


Figura 17: Tela de Estado Nutricional

O código da interface encontra-se no apêndice ao final do trabalho. A próxima etapa após implementado as funcionalidades e a interface do aplicativo sistema Horus móvel é detalhado na seção 3.3.4 a instalação do aplicativo no dispositivo móvel Android

Resumo da quinta etapa:

Duração / Tempo gasto: 60 horas

Produção: Criação de imagens, implementação e integração da Interface com a

3.3.5 Implantação no Android

Para que seja possível a visualização da página web como uma atividade do Android, ou seja, do lado do cliente como uma aplicação e sem a necessidade de internet, a biblioteca do Android disponibiliza a classe *web-view* que é uma extensão da parte de interface/visão. Carrega-se a página web informando a URL e ela é visualizado como uma aplicativo/atividade do Android.

É mostrado o código que carrega a URL do aplicativo web para ser processado no Android:

```
import android.os.Bundle;

import android.view.View;
import android.view.Window;
import android.view.WindowManager;
import android.webkit.WebView;
import android.webkit.WebViewClient;
import android.webkit.WebChromeClient;
import android.webkit.WebSettings;

import android.content.Context;

import android.util.Log;

public class MainActivity extends Activity
{
    /** Called when the activity is first created.
    */
    @Override
    public void onCreate(Bundle savedInstanceState)
    {
        super.onCreate(savedInstanceState);

        setContentView(R.layout.main);

        getWindow().setFlags(WindowManager.LayoutParams.FLAG_FULLSCREEN,
            WindowManager.LayoutParams.FLAG_FULLSCREEN);

        getWindow().getDecorView().setSystemUiVisibility(View.SYSTEM_UI_FLAG_HIDE_NAVIGATION);

        getWindow().addFlags(android.view.WindowManager.LayoutParams.FLAG_FULLSCREEN);

        WebView myWebView = (WebView) findViewById(R.id.webview);
        WebSettings webSettings = myWebView.
```

```

        getSettings ();
        webSettings . setJavaScriptEnabled ( true );
        webSettings . setSupportZoom ( true );
        webSettings . setUseWideViewPort ( true );
        webSettings . setLoadWithOverviewMode ( true );

        myWebView . setSystemUiVisibility ( WebView .
        SYSTEM_UI_FLAG_HIDE_NAVIGATION );
        myWebView . setSystemUiVisibility ( WebView .
        STATUS_BAR_HIDDEN );

        // handle links inside app instead
        of browser
        myWebView . setWebViewClient ( new
        WebViewClient ( ) );
        myWebView . setWebChromeClient ( new
        WebChromeClient ( ) );

        myWebView . loadUrl ( " file :/// android_asset
        ..... / sushi / index . html " );
        Log . i ( " enursing " , " loaded _ webview " );
    }
}

```

Após essa etapa cria-se o projeto à partir da linha de comando para compilar o aplicativo em um *.apk* que é o formato de arquivo que o Android reconhece para processar a aplicação dentro do dispositivo móvel.

No site <http://developer.android.com> é detalhado os passos a serem feitos na linha de comando. Os comandos principais são

```
ant debug
```

Para instalar no dispositivo é necessário este comando:

```
adb -d install path / to / your / app . apk
```

o sistema Horus aparece como ícone de um aplicativo como mostra a figura 3.3.5, abaixo:



Figura 18: Ícone do aplicativo no Android

Resumo da sexta etapa:

Duração / Tempo gasto: 25 horas

Produção: Implantação no Android

4 RESULTADOS

Um dos resultados mais relevantes de toda a proposta deste trabalho é o aplicativo Sistema Horus convergido para dispositivos móveis. No capítulo anterior foi detalhado toda a etapa de migração que culminou no aplicativo Horus móvel. Neste capítulo também é descrito na seção 4, um questionário para medir a usabilidade de um aplicativo para celular *touchscreen*. Na seção 4.1, analisou-se os resultados das anotações do esforço do desenvolvimento do projeto em uma tabela.

4.1 DESCRIÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE USABILIDADE

Os telefones móveis estão se tornando o dispositivo de consumo pessoal mais popular e difundido. Na última década, eles têm avançado rapidamente a partir de um dispositivo simples para fazer chamadas telefônicas para sistemas interativos multimídia complexos. Tais alterações em dispositivos têm um impacto significativo sobre a natureza da interação do utilizador. No entanto, por outro lado, a usabilidade é um dos aspectos mais importantes da qualidade de aplicações móveis.

O questionário foi desenvolvido pelo Grupo de Qualidade de Software do Instituto Nacional para Convergência Digital (GQS/INCoD/INE), da Universidade Federal de Santa Catarina. O intuito é medir o grau de usabilidade de aplicações de celulares de tela de toque ou em inglês *touchscreen* através de uma única pontuação. Em uma primeira etapa, realizou um levantamento sobre o que pesquisadores têm recomendado para tornar mais simples e fácil o uso de aplicativos em celulares. Entre os trabalhos mais recorrentes estão os de Jakob Nielsen. Foram as heurísticas de usabilidade em (NIELSEN, 1993), juntamente com outras pesquisas específicas sobre celulares, que se tornaram o fundamento para o questionário. As heurísticas de usabilidade para celulares *touchscreen* reúnem as recomendações do que já se sabe que funciona, como por exemplo, atenção ao tamanho de fontes, distância entre botões, significado dos ícones, entre outros. As heurísticas são uma solução de “baixo custo” que ajudam a identificar o que aumenta a aceitação e a usabilidade em termos técnicos. O outro método disponível são os testes de usabilidade que, por envolver a participação de pessoas durante o uso de softwares, são mais caros e demorados.

Ao reunir as heurísticas de usabilidade, os pesquisadores chegaram a 92 itens passíveis de avaliação. A grande quantidade de itens levou a equipe a se questionar se todos eles contribuem para avaliar, ou seja, se realmente

medem o que se pretende medir. A ideia era minimizar o número de questões e focar nas perguntas essenciais. Para isso, a estratégia foi utilizar um método estatístico chamado Teoria de Resposta ao Item (TRI). O objetivo é detectar as questões que não ajudam a discriminar aplicativos com usabilidade alta ou baixa.

A etapa seguinte envolveu muito trabalho. Os pesquisadores definiram o questionário inicial com as 92 questões. Depois, identificaram os aplicativos de celulares que avaliaram a qualidade do instrumento, via TRI. Só assim seria possível validar as próprias questões. No total, foram avaliados 247 aplicativos, das mais variadas áreas, como jogos infantis, bancos, viagens, revistas, e-mail, jornais, redes sociais. A partir dessa base de dados foi possível chegar às 48 questões consideradas essenciais para medir a usabilidade.

Outro resultado foi a elaboração de uma escala de medida do grau de usabilidade. São quatro graus cumulativos, ou seja, as escalas mais altas englobam também os requisitos dos níveis anteriores. Os aplicativos classificados no nível mais baixo atendem principalmente requisitos mínimos de “Consistência e Padrões”, enquanto aqueles que estão no nível mais elevado estão possuem maior probabilidade de atender a todas as questões, contidas também em heurísticas como: “Visibilidade do status do sistema”, “Legibilidade e layout”, “Flexibilidade e eficiência de uso” e “Controle e liberdade do usuário”. Ao responder o questionário, o desenvolvedor poderá saber qual nível de usabilidade o software está, no entanto ainda não é possível indicar especificamente em que ponto é preciso melhorar. A recomendação é que, a partir de um baixo desempenho no questionário, o desenvolvedor realize um teste de usabilidade, para identificar de forma mais aprofundada os problemas de usabilidade do seu aplicativo.

A figura 4.1 apresenta a análise do resultado da medida do grau de usabilidade com a descrição das escalas:

Resultado: 60.1 pontos - Usabilidade muito alta

Nível	Descrição
	<i>Características que os aplicativos para celular touchscreen quase sempre ou sempre possuem...</i>
Até 30	Usabilidade muito baixa Somente iniciam as tarefas ao comando do usuário, evidenciam a necessidade de inserção de dados, possuem botões e links com área clicável do tamanho dos mesmos, evitam abreviaturas, além disso, são consistentes, utilizam o mesmo idioma em seus textos, apresentam os links de forma consistente entre as telas e funções semelhantes de forma similar.
30 - 40	Usabilidade baixa Além de possuir as características do nível anterior, fornecem um update do status para operações mais lentas por meio de mensagens claras e concisas, mantêm o mesmo título para telas com o mesmo tipo de conteúdo, utilizam títulos de telas que descrevem adequadamente seu conteúdo, exibem apenas informações relacionadas à tarefa que está sendo realizada, apresentam ícones e informações textuais de forma padronizada com contraste suficiente em relação ao plano de fundo, e imagens com cor e detalhamento favoráveis a leitura em uma tela pequena, possuem navegação consistente entre suas telas, permitem retornar a tela anterior a qualquer momento, mantêm controles que realizam a mesma função em posições semelhantes na tela, permitem que as funções mais utilizadas sejam facilmente acessadas e possuem botões com tamanho adequado ao clique.
40 - 50	Usabilidade razoável Além de possuir as características dos níveis anteriores, dispõem as informações em uma ordem lógica e natural, apresentam as mensagens mais importantes na posição padrão dos aplicativos para a plataforma, oferecem uma navegação intuitiva e um menu esteticamente simples e claro, consistem em títulos e ícones claros, possuem fontes, espaçamento entrelinhas e alinhamento que favorecem a leitura, realçam conteúdos mais importantes, possuem tarefas simples de serem executadas que deixam claro qual seu próximo passo, oferecem feedback imediato e adequado sobre seu status e cada ação do usuário, evidenciam que controles e botões são clicáveis, distinguem claramente os componentes interativos selecionados, utilizam objetos (ícones) ao invés de botões, com significados compreensíveis e intuitivos e não apresentam problemas durante a interação (trava, botões que não funcionam no primeiro clique, etc).
50 - 60	Usabilidade alta Além de possuir as características dos níveis anteriores, exibem pequenas quantidades de informação em cada tela, mantêm acessíveis menus e funções comuns do aplicativo em todas as telas, evidenciam o número de passos necessários para a realização de uma tarefa, permitem que o usuário cancele uma ação em progresso, possuem navegação de acordo com os padrões da plataforma a que se destinam e possibilitam fácil acesso de mais de um usuário no caso de aplicativos associados a cadastro de login.
Acima de 60	Usabilidade muito alta Tem ainda maior probabilidade, que os níveis anteriores, de possuir todas as características descritas acima, possuindo um alto nível de usabilidade.

Figura 19: Resultado do grau de usabilidade do aplicativo Horus

4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

No capítulo anterior 3, é detalhado todo o desenvolvimento do aplicativo em etapas e no final de cada uma foi anotado o esforço em horas de trabalho. Na tabela 7 abaixo, apresenta-se o resumo de cada etapa e o esforço total em horas para a convergência digital do aplicativo Horus para dispositivos móveis:

Etapa	Atividade	Descrição	Horas
1	Análise do Problema	Conceitos: Android, JavaScript, HTML5, CSS Android: webView.	90 h
2	Engenharia de Software	Análise dos requisitos, elaboração do diagrama de caso de uso, atividades e visão geral.	20 h
3	Migração do Modelo de Dados	Aplicação servidor para aplicação cliente.	5 h
4	Implementação	Conhecimento sobre Redes Bayesianas, implementação em PHP, JavaScript.	100 h
5	Interface Gráfica	HTML5, CSS, JavaScript, Bootstrap.	60 h
6	Implantação no Android	Utilização do WebView.	25 h
Esforço total de horas			300 h

Tabela 7: Avaliação do esforço da convergência

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONCLUSÃO

O desenvolvimento da aplicação, no ponto de vista do código, não afetou em grandes alterações, devido a forma similar que são programadas as duas linguagens, JavaScript e PHP. A interface foi a mais diferenciada, não somente por ter mudado seu foco, desenvolvida agora para dispositivos móveis, a usabilidade do aplicativo fica totalmente diferente pelo fato de ser em um dispositivo com uma tela reduzida, há possibilidade de tocar e interagir pela tela ou em inglês chamado de *touchscreen*. Foi utilizada uma das ferramentas mais utilizadas na web para fazer aplicativos para dispositivos móveis, o *bootstrap* que contempla todo um estilo e modo de visualização coerente com os aplicativos atuais.

Foi migrado e executado o aplicativo Horus para dispositivos móveis trazendo várias facilidades para pessoas que moram em locais remotos e não conseguem ir ao médico. Realizou-se o fechamento do ciclo de convergência digital que despendeu de 300 horas de esforço. O outro resultado obtido foi aplicar os testes de usabilidade em dispositivos móveis para o Sistema Horus em que resultou um nível de usabilidade muito alta, validando a usabilidade do aplicativo Horus móvel. É possível desenvolver relatórios a partir deste trabalho como referência para outros aplicativos para serem convergidos para dispositivos móveis.

Este trabalho fecha o ciclo de convergência digital do sistema Horus tornando mais eficiente o processo de concepção de aplicativos multidispositivo.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

Desenvolver trabalhos análogos a este com outros tipos de aplicativos possibilitando melhoria na área de convergência digital. Melhorar as métricas do processo de convergência de aplicativos para diversos dispositivos. Utilizar mais aplicativos para parametrizar melhor a convergência digital. Construir regras ou heurísticas para migração de tecnologias e dispositivos automatizado.

Inserir uma balança, medidor de pressão arterial via *bluetooth* para o resultado ser mais preciso.

A etapa subsequente deste trabalho seria migrar a segunda parte do

Sistema Horus, que trata da escolha dos alimentos e da orientação nutricional. Outros pontos importantes seriam a ampliação do conhecimento especialista, não limitando a avaliação à idade, que atualmente é de 7 a 20 anos. Ampliar as raças, que atualmente é válido apenas para Brancos e Negros. Para isto também, é necessário desenvolver diversos *layouts* de interface, para ser utilizado por qualquer idade, podendo trocar a interface infantil por uma interface mais adulta. Melhorar os dados para Rede Bayesiana, alterando os valores para inferir o diagnóstico mais preciso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONIFÁCIO, B.; OLIVEIRA, H.; CONTE, T. Avaliação de usabilidade de aplicativos em dispositivos móveis. In: *Proceedings of the IX Symposium on Human Factors in Computing Systems*. Porto Alegre, Brazil, Brazil: Brazilian Computer Society, 2010. (IHC '10), p. 269–270. <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1999593.1999642>>.
- BORÉS, C.; SAURINA, C.; TORRES, R. Technological convergence: a strategic perspective. *Technovation*, Elsevier, v. 23, n. 1, p. 1–13, 2003.
- BOULOS, M. et al. How smartphones are changing the face of mobile and participatory healthcare: an overview, with example from eCAALYX. *BioMedical Engineering OnLine*, BioMed Central, v. 10, n. 1, p. 1–14, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1186/1475-925X-10-24>>.
- BRERETON, P. et al. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *The Journal of Systems and Software*, v. 80, n. 80, p. 571–583, 2007.
- COULOURIS, G.; DOLLIMORE, J.; KINDBERG, T. *Sistemas distribuídos: conceitos e projeto*. [S.l.]: Grupo A, 2007.
- DALMASSO, I. et al. Survey, comparison and evaluation of cross platform mobile application development tools. In: SARACCO, R. et al. (Ed.). *IWCMC*. [S.l.]: IEEE, 2013. p. 323–328. ISBN 978-1-4673-2479-3.
- EARNSHAW, R.; VINCE, J. *Digital Convergence - Libraries of the Future: Libraries of the Future*. [S.l.: s.n.], 2007. ISBN 9781846289033.
- FIGUEIREDO, C.; NAKAMURA, E. COMPUTAÇÃO MÓVEL: NOVAS OPORTUNIDADES E NOVOS DESAFIOS. 2003.
- GUPTA, A. 2013.
- HUI, N. M. et al. Cross-platform mobile applications for android and iOS. In: *Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC), 2013 6th Joint IFIP*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–4.
- KITCHENHAM, B. *Procedures for Performing Systematic Reviews*. [S.l.], 2004.

LECHETA, R. *GOOGLE ANDROID - APRENDA A CRIAR APLICAÇÕES: PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS COM O ANDROID SDK*. NOVATEC, 2013. ISBN 9788575221860. <<http://books.google.com.br/books?id=awc81UcryC8C>>.

LIU, S.; JEPSEN, T. Mobile Health. *IT Professional*, v. 14, n. 3, p. 11–12, 2012. ISSN 1520-9202.

MUELLER, M. Digital convergence and its consequences. *The Public*, Citeseer, v. 6, n. 3, p. 11–28, 1999.

NIELSEN, J. Iterative user-interface design. *Computer*, v. 26, n. 11, p. 32–41, Nov 1993. ISSN 0018-9162.

OHRT, J.; TURAU, V. Cross-Platform Development Tools for Smartphone Applications. *Computer*, v. 45, n. 9, p. 72–79, 2012. ISSN 0018-9162.

PAVLIC, D.; PAVLIC, M.; JOVANOVIC, V. Future of Internet technologies. In: *MIPRO, 2012 Proceedings of the 35th International Convention*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1366–1371.

SIMON, H. *Ferramenta para Orientação e Diagnósticos Nutricionais Inteligentes para TV Digital Interativa*. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Graduação em Ciência da Computação., 2010. <<https://projetos.inf.ufsc.br/projetos.php>>.

SIMON, H. *UTILIZANDO DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO SEGUNDA TELA PARA SUPORTE DE MÚLTIPLOS USUÁRIOS NA TELEVISÃO DIGITAL INTERATIVA*. [S.l.]: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Graduação em Ciência da Computação., 2013.

STUMM, J. *Sistema inteligente de monitoração alimentar via web baseado em lógica fuzzy*. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação., 2005. <<http://books.google.com.br/books?id=tjIwkgEACAAJ>>.

TIBIRICA, C. A. G. et al. Sistema Bayesiano de Avaliação Nutricional Via Web. *Anais SULCOMP*, v. 2, n. 2, 2006.

TSEKLEVES, E. et al. Converged Digital TV Services: The Role of Middleware and Future Directions of Interactive Television. *Int. J. Digital Multimedia Broadcasting*, v. 2009, 2009.

USDA. *Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Pirâmide Alimentar*. 2004. <<http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome>>.

VALENTIN, G.; HOWARD, A. Dealing with childhood obesity: Passive versus active activity monitoring approaches for engaging individuals in exercise. In: *Biosignals and Biorobotics Conference (BRC), 2013 ISSNIP*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–5. ISSN 2326-7771.

YOFFIE, D. *Competing in the Age of Digital Convergence*. [S.l.]: Harvard Business School Press, 1997. ISBN 9780875847269.

APÊNDICE A – Artigo

APÊNDICE B – Código-Fonte

