

***NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS À SAÚDE:
INTEGRAÇÃO DE ÁREAS
TRANSFORMANDO A SOCIEDADE***

Organização:

Cicilia Raquel Maia Leite

Suélia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa



NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS À SAÚDE:
INTEGRAÇÃO DE ÁREAS
TRANSFORMANDO A SOCIEDADE

Organização:

Cicilia Raquel Maia Leite

Suélia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa





REITOR

Prof. Pedro Fernandes Ribeiro Neto

VICE-REITOR

Prof. Aldo Gondim Fernandes

PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Prof. João Maria Soares

COMISSÃO EDITORIAL DO PROGRAMA EDIÇÕES UERN:

Prof. João Maria Soares

Profa. Anairam de Medeiros e Silva (Editora Chefe)

Prof. Eduardo José Guerra Seabra

Prof. Humberto Jefferson de Medeiros

Prof. Sérgio Alexandre de Moraes Braga Júnior

Profa. Lúcia Helena Medeiros da Cunha Tavares

Prof. Bergson da Cunha Rodrigues

ASSESSORIA TÉCNICA:

Daniel Abrantes Sales

DIAGRAMAÇÃO:

Bruno Ribeiro Soares

AUTORES:

Adriano O. Andrade

Adson da Rocha

Aldira Guimarães Duarte Dominguez

Alessandro Ribeiro de Pádua Machado

Amanda Gomes Rabelo

Ana Maria Guimarães Guerreiro

Ana Paula Machado Velho

Ana Paula S. Paixão

Bruno Elvis Costa Rodrigues da Silva

Bruno Lima Pessôa

Célia Aparecida dos Reis

Cicilia Raquel Maia Leite

Cristiane Ramos de Moraes

Cristina Akemi Shimoda Uechi

Danielle Brasil Barros da Silva

Diego Colón

Emerson Fachin-Martins

Fábio Henrique M. Oliveira

Francisco Milton Mendes Neto

Glaukus Regiani Bueno

Jerffeson Gomes Dutra

Josimar Laurentino Serafim

Kayo Luann Nogueira Pinto

Kheline Fernandes Peres Naves

Letícia Gonçalves Nunes Coelho

Marcos Campos

Marcus Fraga Vieira

Maria Jose Ferreira Zaruz

Marina Pinheiro Marques

Mário Fabrício Fleury Rosa

Mirela Altoe

Paulo Henrique Ferreira de Araújo Barbosa

Pedro Fernandes Ribeiro Neto

Rodrigo Azevedo de Medeiros

Sílvia Guimarães

Suélia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa

Suellem Stephanie Fernandes Queiroz

Tiago Franklin Rodrigues Lucena

Catálogo da Publicação na Fonte. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

Novas tecnologias aplicadas à saúde: integração de áreas transformando a sociedade / Adriano O. Andrade... [et al.]; Cicilia Raquel Maia Leite, Suélia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa (Organizadoras) . - Mossoró - RN, EDUERN, 2017.

284 p.

ISBN: 978-85-7621-164-8

1. Novas tecnologias - Saúde. 2. Engenharia Biomédica. 3. Sistemas de Saúde. 4. Processos interdisciplinares. I. Leite, Cicilia Raquel Maia. II. Rosa, Suélia de Siqueira Rodrigues Fleury. III. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.
V. Título.

Dedicatória:

Só sabe quem faz!

Este livro é dedicado as nossas famílias pessoais e profissionais que através da construção do amor e alegria de estarmos juntos criamos e fazemos ações que refletem diretamente na sociedade.

Somente com as asas da caridade, da humildade e da sabedoria subiremos aos céus.

*Estudar, Ensinar, Aprender, Ouvir e Agir.
Transformemo-nos!*

Com muita satisfação e sensação de dever cumprido oferecemos e dedicamos a todos vocês este valioso trabalho.

Agradecimento:

Ministério da Saúde (MS)

Departamento do Completo Industrial e Inovação em Saúde (DECIIS)

Cnpq (bolsa de produtividade da Profa Suélio)

Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico - CDT/UnB

Decanato de pesquisa e inovação (DPI)

Decano de Gestão de Pessoas (DGP)

Faculdade do Gama (FGA/UnB)

Universidade de Brasília (UnB)

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e Departamento de Informática

Empresa Easyth!ngs - Serviços em Tecnologia Ltda-ME

SUMÁRIO

CAPÍTULO I CONTEXTO HISTÓRICO

Seção 01	15
Contexto histórico do setor de saúde no brasil: uma leitura a partir do modelo privatista/ previdenciário às atuais tendências da saúde coletiva.	

CAPÍTULO II SAÚDE ASSISTIVA E SOCIAL

Seção 02	57
Tecnologia assistiva	
Seção 03	79
Rede social semântica para pacientes diabéticos	

CAPÍTULO III NOVAS TECNOLOGIAS: INTERNET E COMUNICAÇÃO, mHEALTH

Seção 04	107
mHealth: definição, interesses, desafios e futuro	
Seção 05	123
mHealth e promoção da saúde: possibilidades e abordagens do uso das tecnologias móveis	
Seção 06	149
Contexto Tecnológico Integrado a Saúde: Experiências de mHealth e Tecnologias Assistivas	

CAPÍTULO IV NOVAS TECNOLOGIAS ESPECÍFICAS

Seção 07	175
Desenvolvimento de dispositivo para ablação hepática	
Seção 08	195
Sinais e sintomas motores da doença de parkinson: caracterização, tratamento e quantificação	
Seção 09	229
Estudo da correlação entre a taxa de alimentação e variáveis associadas ao desvio de massa corporal e à obesidade	
Seção 10	263
Análise do deslocamento do bolo alimentar: comparação entre o esôfago saudável e o modelo de megaesôfago chagásico	

PREFÁCIO

Assistimos em praticamente todas as áreas da vida moderna a influência de novas tecnologias reformatando práticas antigas, no sentido de proporcionar atendimentos sociais mais efetivos e universalizantes.

Na área de saúde, em particular, a efetiva aplicação de novas tecnologias tem proporcionado avanços no sentido de mudanças de conduta e de protocolos clínicos capitaneados pela Engenharia Biomédica e suas áreas interdisciplinares.

Nesse contexto, esse livro aborda inicialmente o contexto histórico do setor de saúde no Brasil para que nos passos da evolução possam ser compreendidas as benesses e as favoráveis consequências do advento dessas novas tecnologias no domínio da saúde.

Após a contextualização histórico-cronológica, o presente texto aborda no contexto de saúde assistiva e social, a evolução da tecnologia assistiva e a rede social voltada aos pacientes diabéticos.

Em seguida, as novas tecnologias relacionadas à forma moderna de comunicação, via internet e smartphones, é extensamente abordada, sob a forma de mHealth.

E por fim, tecnologias específicas em recente desenvolvimento são apresentadas em seções referentes à ablação hepática, doença de Parkinson, taxa de alimentação e análise do bolo alimentar.

Em suma, procura-se apresentar nesse livro uma coleção de tópicos de saúde em contínuo avanço, influenciado pelo advento de novas tecnologias.

Prof. Osamu Saotome

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

CAPITULO I

CONTEXTO HISTÓRICO

CONTEXTO HISTÓRICO DO SETOR DE SAÚDE NO BRASIL: UMA LEITURA A PARTIR DO MODELO PRIVATISTA/PREVIDENCIÁRIO ÀS ATUAIS TENDÊNCIAS DA SAÚDE COLETIVA.

Mário Fabrício Fleury Rosa¹, Aldira Guimarães Duarte Dominguez², Sílvia Guimarães³

Resumo

No Brasil, o processo de desenvolvimento científico e tecnológico relaciona-se com as demandas sociais, mas, também, econômicas. Procedimentos teóricos/metodológicos e políticas públicas em saúde são revistos periodicamente. O setor da saúde pública, no Brasil, reflete essas transformações, após a reforma sanitária ocorrida nas décadas de 1970 e 1980, que culminou com a criação do Sistema Único de Saúde (SUS), uma área de conhecimento e perspectiva de criação de novas tecnologias consolidam-se, caso da Saúde Coletiva. Alguns elementos contribuíram para o delineamento desse campo: questionamento sobre o modelo biomédico; consolidação de procedimentos teóricos/metodológicos marcados pela perspectiva interdisciplinar e qualitativa em saúde. O presente capítulo procura analisar o contexto de inserção da Saúde Coletiva como uma área de conhecimento que está presente na formulação de políticas e criação de novas tec-

1 - Doutorando em Ciências e Tecnologias em Saúde – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias em Saúde (PPGCTS) – Universidade de Brasília (UnB) – Faculdade de Ceilândia (FCE).

2 - Docente do curso de Saúde Coletiva do Campus Faculdade de Ceilândia (FCE) da Universidade de Brasília (UnB).

3 - Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias em Saúde (FCE) da Universidade de Brasília (UnB).

nologias. Para tanto, serão analisados: a) historiografia sobre a influência da saúde pública no processo de desenvolvimento científico e tecnológico nacional e formação do sistema de saúde brasileiro; e b) epistemologia da saúde coletiva e assimilação de novas tecnologias em saúde. A medicina sanitária e bacteriológica do início do século XX foi responsável pela implementação da pesquisa experimental, no Brasil. Também, esteve presente na formulação do sistema de saúde previdenciário como base do sistema de saúde nacional. A Saúde Coletiva como área de conhecimento e movimento social se fortalece e apresenta respostas às demandas sociais e aos novos problemas e necessidades de saúde. As tecnologias denominadas - leve; leve-dura; dura – apresentam-se primordiais para o avanço de políticas públicas em saúde, especialmente, na melhor efetivação do SUS

Palavras-chave: *Sistemas de saúde; saúde coletiva; processos interdisciplinares;*

1.1 INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil, vive-se uma crescente interação de diferentes áreas do conhecimento como – ciências médicas, humanas, sociais e engenharias. Trata-se de nova perspectiva acadêmica norteada por procedimentos teórico-metodológicos que devem se readequar a este movimento assim como a construção de objetos de reflexão. No campo da saúde, tal perspectiva contribuiu na constituição dos saberes científicos atinentes às problemáticas que levantam.

Especialmente, no campo da saúde pública – entendida como espaço de atuação do Estado em suas diversas vertentes na produção do cuidado de grupos populacionais - cabe enfatizar que a construção de um objeto não se define pela restrição como Weil, D'Ambrosio e Crema (1993) afirmam acontecer no campo da disciplinaridade, ou seja, a fragmentação do objeto em três diferentes níveis: o da matéria (forma sólida, líquida, ígnea e gasosa), o da vida (vegetal, animal e humana) e o da programação, com informações identificadas tanto no nível da matéria como no nível da vida. Mas, o objeto se constrói a partir da perspectiva do encontro entre disciplinas. Assim, um problema de saúde pública envolve o olhar sobre o corpo biológico, questões sociais, ambientais, econômicas. Nesse sentido, saúde pública diz respeito ao campo interdisciplinar, que envolve um olhar holista. As questões que a saúde pública apresentam serão resolvidas ao se seguir o movimento contrário que forçou a disciplinaridade.

A interdisciplinaridade estabelece novas possibilidades de pesquisa, construção de tecnologias e formulação de políticas. O processo interdisciplinar, segundo Alvarenga et al. (2011), “inscreve-se no amplo movimento de reflexão crítica sobre o tipo de avanço da ciência e tecnologia no mundo moderno [...]” (ALVARENGA et al., 2011, p.3).

Diante deste cenário, na saúde pública, as ciências sociais e humanas por meio da pesquisa qualitativa⁴, abriram novas possibilidades tanto para o estudo de temas vinculados à área da saúde em si quanto na formulação de políticas e garantias de direitos. No campo dos direitos, cabe enfatizar que o direito à saúde que vigora na Constituição Federal de 1988, como um direito de todos de dever do Estado, não apresentou uma definição prévia do que é saúde, o que evidencia a perspectiva de estudo das ciências sociais que se debruça sobre as representações e práticas dos sujeitos e grupos sociais, que são diversas. Nesse sentido, houve o cuidado de não apresentar o olhar de uma ciência ou de um grupo social na definição do direito à saúde.

É bem verdade, de acordo com Deslauriers e Kérisit (2012), “que as semelhanças possibilitem que os pesquisadores qualitativos estabeleçam um diálogo com os outros pesquisa-

4 - De acordo com Minayo (2012), a pesquisa qualitativa está voltada para o universo dos significados, das crenças, dos conceitos, valores, representações, os quais não são passíveis de serem quantificados.

dores, e também que as particularidades da pesquisa qualitativa ilustrem sua contribuição ao desenvolvimento metodológico nas ciências sociais” (DESLAURIER; KÉRISIT, 2012, p.128). Acrescento, aqui, as possibilidades de criação de novas tecnologias no campo da saúde, conforme veremos adiante. As ciências humanas e ciências sociais, a partir da década de 1970, incorporam-se de forma definitiva nos debates, envolvendo temas relacionados com a saúde pública, inclusive contribuindo com ações como a Reforma Sanitária, que culminaram com a criação do Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil.

Nesse sentido, os desafios teóricos e metodológicos vinculados às investigações sobre a saúde pública intensificaram-se nas últimas décadas, visto que, historicamente, a área da saúde pública no Brasil passou a responder a ações de atores sociais até então pouco representados, como os movimentos populares na saúde, de profissionais da área da saúde e formuladores de políticas públicas entre outros. Nesse contexto, o encontro entre métodos científicos assume posição de destaque em pesquisas envolvendo temas novos como os de saúde e meio ambiente e desigualdade em saúde.

Entre as áreas de conhecimento que fomentam o setor da saúde pública, na atualidade, evidencia-se a saúde coletiva⁵, que apresenta possibilidades de construção de tecnologias e atuam diretamente e para além dos serviços públicos de saúde, e ultrapassa um enfoque clínico sobre o corpo biológico, mas diz respeito a processos históricos, econômicos, ambientais e sociais. Mehry e Feuerwerker (2009) afirmam que o foco das tecnologias sobre a cura de um corpo biológico acaba por se basear em uma relação de escuta empobrecida. Desse modo, muitos elementos constitutivos da vida são deixados de lado. O sofrimento humano aborda questões mais amplas que o corpo biológico e como lidar com isso. Diante desse cenário a interdisciplinaridade que marca a saúde coletiva, especialmente, sua vertente das ciências humanas e sociais, apresenta caminhos para solucionar esses problemas. E isso se relaciona com questões que tocam o tema da técnica e tecnologia.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define tecnologia em saúde como a “aplicação de conhecimentos e habilidades organizados na forma de dispositivos, medicamentos, vacinas, procedimentos e sistemas desenvolvidos para resolver um problema de saúde e melhorar a qualidade de vida”⁶. O conceito de tecnologia em saúde passou a ser problematizado, analisado por uma vertente genealógica e destrinchado. Schraiber, Mota & Novaes (2017) relaciona tecnologias e modos de produzir intervenções em saúde a diferentes contextos sócio-históricos. De acordo com Mehry (2002), é possível visualizar três tipos de tecnologias de saúde: leves, leve-duras, duras. As tecnologias duras se referem aquelas que visam o corpo bio-

5 - Segundo Nunes (1994), a saúde coletiva é tanto um movimento social quanto uma disciplina que se consolidou após a reforma sanitária que criou o SUS em 1988.

6 - CATES – Centro Colaborador do SUS. Avaliação de Tecnologias & Excelência em Saúde. O QUE É TECNOLOGIA EM SAÚDE? Disponível em: <<http://www.cates.org.br/content/cont.php?id=20>>. Acesso em: ag. 2016.

lógico são os equipamentos e máquinas, tratam de saberes e fazeres estruturados e materializados. As tecnologias leves-duras se referem a saberes agrupados que organizam trabalhos, são as normas, protocolos. Por sua vez, as tecnologias leves acontecem nos processos de trabalho em ato, dependem da inter-relação, envolve a subjetividade e autonomia.

A esse propósito, vale ressaltar a distinção elaborada por Campos (2010), que afirma “que durante os anos setenta e oitenta do século XX, a Saúde Pública brasileira transformou-se radicalmente, sendo rebatizada de Saúde Coletiva”. Desse modo, justificando que a nova denominação foi necessária “porque se pretendia indicar que, graças a todo um prolongado trabalho de reelaboração teórica e prática, haver-se-ia constituído um novo paradigma, uma nova maneira de compreender e agir sobre o processo saúde e doença” (CARVALHO, 2010, p.13). A partir da consolidação da Saúde Coletiva, questões reconhecidas como novas tecnologias em saúde começaram a ser vinculadas na rotina do setor da saúde; e termos e conceitos como tecnologias leves, leves-dura e duras⁷ passaram a orientar ações relacionadas às políticas públicas em saúde elaboradas pelo Ministério da Saúde (MS), dentro da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos (SCTIE), em seu Departamento do Complexo Industrial e Inovação em Saúde (DECIIS), operacionalizado pela Coordenação Geral de Equipamentos e Materiais de Uso em Saúde (CGEMS)⁸.

O paradigma biomédico para a saúde, o qual foca na doença sem levar em conta fatores sociais, e o modelo médico-hospitalar – que prioriza as relações comerciais em saúde, que durante todo o século XX deu base para os procedimentos teóricos metodológicos do setor - perde vigor nas décadas de 1970 e 1980, com o advento da Reforma Sanitária brasileira. Um espaço que marcou essa mudança de perspectiva foi a VIII Conferência Nacional de Saúde (CNS), no ano de 1986, que se configurou na antissala para a criação do Sistema Único de Saúde (SUS).

A Constituição de 1988 definiu a saúde como “direito de todos e dever do Estado”. Posteriormente, a Lei Orgânica da Saúde (Lei n. 8.080, de 19 de setembro de 1990), estabelece as regras constitucionais do SUS. Vale ressaltar que o SUS, conforme Paim (2009), “é apenas uma das respostas sociais aos problemas e necessidades de saúde da população brasileira”. Ao lado do SUS, aduz o pesquisador, “políticas econômicas, sociais e ambientais são fundamentais para a promoção da saúde e para a redução de riscos e agravos” (PAIM, 2009, p.75).

Neste capítulo, tem-se por objetivo refletir, a partir de perspectivas históricas, o papel da saúde pública fomentando o desenvolvimento científico e tecnológico nacional; a perspectiva do avanço do paradigma biomédico à medida que a medicina previdenciária assume pa-

7 - MERHY, E. E. Saúde: a cartografia do trabalho vivo. São Paulo: HUCITEC; 2002.

8 - Para maiores informações, disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/sctie>>. Acesso em: 20 de set. 2016.

tamare inquestionáveis no sistema de saúde; e se contrapondo a este movimento, a influência de novos desafios sociais nos sistemas de saúde brasileiro abrindo espaço para a consolidação da Saúde Coletiva; e a ascensão de novas tecnologias em saúde sob o viés da Saúde Coletiva e Promoção da Saúde.

1.2 O CAMPO DA HISTÓRIA: CONTRIBUIÇÕES PARA A INVESTIGAÇÃO EM CIÊNCIAS E SAÚDE

A historiografia sobre o setor da saúde pública, no Brasil, confunde-se com o desenrolar do próprio desenvolvimento científico e tecnológico nacional. Muitos autores considerados importantes para a História da Ciência brasileira⁹ afirmam que graças à organização do setor da saúde no início do século XX, mais especificamente da saúde pública – identificada pelas ações na área da medicina sanitária e medicina bacteriológica –, o Brasil passou a orientar cientificamente as pesquisas de caráter experimental.

São justamente as características da pesquisa experimental da área da saúde, entre os anos de 1900 e 1930, que motivaram outras áreas do conhecimento (Física, Química e Matemática) a romperem com os preceitos positivistas¹⁰ para a ciência e engendrarem ações pautadas principalmente pelo modelo experimental, base para o desenvolvimento tecnológico que se conhece atualmente.

O tema saúde pública historicamente ocupa lugar de destaque em discussões interdisciplinares¹¹, sejam regionais e/ou globais, envolvendo setores da área médica, áreas afins e outras áreas do conhecimento – instituições estatais e/ou privadas – que compõem esse conjunto social. Várias são as construções conceituais para o termo saúde pública, entretanto a maioria das abordagens evidencia aspectos em comum, entre eles: coletividade; sistemas e serviços de saúde; processos saúde-doença; investimentos públicos e privados; políticas públicas; e avaliação de políticas e programas de saúde; todos inseridos no conjunto de condições determinantes sociais, políticas e econômicas.

9 - Como o pioneiro Fernando de Azevedo que, ainda na década de 1950, organizou o clássico *As Ciências no Brasil* vv. 1 e 2; e outros mais atuais, a saber: Simon Schwartzman em sua obra *Formação da Comunidade Científica no Brasil* de 1979; Ana Maria Fernandes, cuja obra escrita, em 1990, denomina-se *A construção da ciência no Brasil* e a SBPC; e Shozo Motoyama onde relata o papel da ciência e tecnologia para a sociedade, em seu livro *Uma História de Política Científica e Tecnologia*, de 1999.

10 - Há de se colocar, também, que os modelos teóricos das investigações científicas no Brasil estavam alicerçados nas influências do pensamento positivista de Comte, da ciência acabada, com poucas perspectivas para a mudança (FLEURY ROSA, 2013, p.18)

11 - Por interdisciplinaridade, entende-se o processo de ligação entre duas ou mais áreas distintas do conhecimento.

A virada dos séculos XIX para os XX evidencia a interação entre os setores da saúde pública com processos de desenvolvimento científico e tecnológico das sociedades. O progresso tecnológico e o desenvolvimento científico surgem como uma ideal capaz de possibilitar uma vida mais fácil e confortável à humanidade e passam a exercer papel importante nas relações entre o homem e o meio no qual esse sobrevive. E estão intimamente ligados ao avanço da ciência moderna e o desdobramento de pesquisas científicas, essa última mais aparente a partir do início do século XX.

Discussões sobre ciência e tecnologia, como afirma Schwartzman (1979), levam a crer que não há como distinguir, de forma clara e indiscutível, onde começa uma e termina a outra (SCHWARTZMAN, 1979). Desenvolvimento científico e pesquisa tecnológica são temas que se correlacionam constantemente e que passaram a influenciar diretamente nas concepções relacionadas a outros setores considerados estratégicos na maioria das nações modernas, como o da saúde pública. O século XX se transformou na era da tecnologia, todavia, esse movimento é acompanhado de discussões sobre a relação entre avanços tecnológicos e seus impactos sociais. As primeiras três décadas desse século estabeleceram uma aproximação definitiva entre os fazeres científicos e o desenvolvimento tecnológico com as nuances inseridas no arcabouço da saúde pública, a intersecção entre as duas áreas fica perceptível nesse momento histórico, a exemplo da interação do estudo da microbiologia e o equipamento microscópio.

Outrossim, o avanço epistemológico da ciência dá-se com o início da chamada ciência moderna, a partir de ações impetradas por consagrados e históricos teóricos e homens da ciência, como Nicolau Copérnico (1473-1543) – divulgador da teoria heliocêntrica (o Sol como centro do universo); Francis Bacon (1561-1626) – que defendia a experimentação e o método empírico, tese de sua obra “Novum Organum”, e a indiscutível influência de Galileu Galilei (1564-1642), com suas famosas descobertas na área da astronomia, que, juntos, contribuíram na fundamentação dos alicerces da denominada ciência moderna. Conforme Bernal (1971), o período entre 1450-1690 foi testemunha da transformação da experiência e o cálculo no novo método da ciência natural (BERNAL, 1971, p.374).

O amadurecimento da ciência moderna transitou em paralelo às necessidades materiais oriundas de algumas sociedades no processo de transição do sistema antigo (feudal) para o capitalista, desse modo, propiciando rupturas no curso natural de relações sociais historicamente estabelecidas (sociedade manufatureira), que sofreu modificações motivadas, muitas vezes, pelos impactos relacionados à Revolução Industrial. Vale ressaltar que, no decurso do final da segunda metade do século XVIII, fortalece a concepção filosófica que influenciaria – de forma predominante – o desenvolvimento acadêmico e científico em um contexto geral, a saber: a corrente filosófica denominada positivismo. Consolidada na ciência, no século XIX, como tese apreçoada pelo francês Augusto Comte (1798-1857), ao defender a substituição de

uma especulação racional da Filosofia pelos dados positivos da ciência, conforme demonstra os autores (RAMOS, 2011; NEVES, 2011; CORAZZA, 2011). Nessa atmosfera, enraíza-se uma das concepções filosóficas de longo alcance e de forte influência na construção científica, do mundo contemporâneo, o já mencionado positivismo.

A expansão científica, tanto nas áreas teórica quanto técnica, assume patamares avançados para época, em meados do século XIX, apoiada em larga medida pela influência do positivismo da ciência. A intersecção entre novas concepções a respeito da ciência, aquelas providas por Copérnico, Bacon e Galileu, entre outras, e o positivismo que teve Comte como seu maior representante, resulta em um enlace consensual. Fortalecendo, conforme relatos dos autores supracitados, terreno fértil para o desenrolar científico e tecnológico.

Nesse contexto, o desenvolvimento científico contemporâneo e o surgimento de diferentes tecnologias, a partir do século XIX, resultaram na multiplicação de campos de pesquisa, áreas do saber e especialização cada vez maior dos cientistas. A expansão do fazer científico em disciplinas distintas, e em separado, acompanhando tendência histórica como exposto, possibilitou que áreas do saber, como a Física, Química e Biologia, expandissem e proliferassem em subciências apartadas (BERNAL, 1971, p.555). Lançando, com isso, a possibilidade de inúmeras descobertas no infindável universo da ciência, ao que o autor refere como a consolidação de grandes descobertas no início do século XX.

Desse modo, pesquisas científicas oriundas de setores científicos como os da Física e da Química – da última década do século XIX – incrementaram grandes descobertas científicas como a da radioatividade (CURIE, 2002). Setores da indústria, construção civil e atividades vinculadas à terra, ou seja, áreas como as Engenharias, Arquitetura, Indústria e Agronomia – atividades técnicas históricas – evoluem com o advento da tecnologia e acompanham o processo modernizante dos avanços técnicos possibilitados por conceitos tecnológicos.

Por sua vez, a microbiologia fortaleceu-se ao longo da segunda metade do século XIX, apoiada em esforços de atores sociais históricos da área da saúde pública, como Louis Pasteur (1822-1895). Muitos foram os cientistas que fundamentaram a teoria microbiológica da doença¹², entretanto é natural direcionar essa consolidação a Louis Pasteur devido à disseminação global do avanço da matéria (estudo da biologia dos micro-organismos, das doenças e vacinas) postulada pelo Instituto Pasteur, inaugurado em 1887.

Para o delineamento do setor da saúde pública, a partir da segunda metade do século XIX, o estudo e a aplicação dos conhecimentos vinculados à microbiologia ocuparam lugar de destaque. A interação do setor da saúde pública e o desenvolvimento tecnológico, esse último

12 - Entre os mais citados: Ferdinand Julius Cohn (1828-1898); e Heinrich Hermann Robert Koch (1843-1910).

Quadro 1.1 - Contextos do surgimento da microbiologia (pesquisa experimental)

Dados Históricos	Desfechos
<p>Limitação</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprovaram a transmissibilidade da doença através da inoculação subcutânea da saliva de um cão raivoso e um são; <p>Avanços nas investigações sobre os corpos infinitamente pequenos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Na cidade francesa de Lille, Pasteur demonstrou que a fermentação dos vinhos e das cervejas estava associada à atuação de micro-organismos específicos; <p>Comprovação da ação de micróbios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suas investigações iriam mostrar que o mal era consequência da ação de um micróbio transmitido às lagartas através do ovo das borboletas; <p>Consolidação da Teoria Microbacteriana:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasteur afirma que grande parte das doenças contagiosas e dos processos infecciosos também se devia à ação dos micróbios; e seus estudos então se voltaram para a identificação de diversos micro-organismos causadores de doenças em animais e humanas e, em seguida, para a busca de vacinas para as doenças; 	<p>Primeira Investigação para a doença da Raiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gruner e Salm-Reifferscheidt realizaram, em 1813, os primeiros trabalhos experimentais sobre a transmissão da raiva; <p>Primeira pesquisa de Louis Pasteur sobre a função dos micro-organismos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os trabalhos do químico francês Louis Pasteur sobre a função dos micro-organismos na fermentação das cervejas foram realizados a partir de 1854; <p>Aproximação de Pasteur com a medicina e a veterinária:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Em 1865, a convite do Professor Jean-Baptiste Dumas, Pasteur voltou-se para o estudo de uma doença que atacava os bichos-da-seda; <p>Engajamento sobre os males relacionados aos micro-organismos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A partir de 1873, Pasteur passa a ser membro da Academia de Medicina da França;

Fonte: Elaborado com base em Teixeira,(1995)

representado principalmente pelo aperfeiçoamento do microscópio, pode ser considerada um ponto de contato entre esses dois grandes setores estratégicos naquele momento histórico. Grande parte do progresso alcançado pela Biologia, nos últimos cem anos, está intimamente associada aos aperfeiçoamentos introduzidos pelo microscópio (GRIMSTONE, 1980).

Os países com maior tradição em desenvolvimento científico e tecnológico já, no início do século XX, debatiam alguns limites do positivismo para a ciência, o que propiciou a assimilação e possibilidade de novos paradigmas¹³ para o desenvolvimento científico. Gradativamente, o desenvolvimento da área da saúde permitiu descobertas – como os profiláticos – que seriam capazes de tornar os organismos imunes aos micróbios causadores de grande parte das injúrias das sociedades, reconhecidamente um avanço na pesquisa experimental com base tecnológica.

1.2.1 Antecedentes históricos da saúde pública no Brasil

Uma das grandes preocupações da maioria dos países contemporâneos na área de saúde pública – sem dúvida – são as doenças e epidemias. Doenças e epidemias históricas – a peste negra, concentrada na Europa e Ásia do século XIV; bubônica – Brasil início do século XX; cólera – epidemia global – do século XIX; tuberculose e varíola prevaleceram no século XX; gripe espanhola e tifo, epidemias na primeira metade do século XX; febre amarela, mais aparente nos países da África e nas Américas, doença que castigou o Brasil, além da malária, sarampo, AIDS e outras como H1N1, conforme indica a Organização Mundial da Saúde (OMS)¹⁴, são consideradas grandes epidemias ao longo da história e os prejuízos sociais e materiais atribuídos a esses fenômenos são, historicamente, atenuados pelo setor da saúde pública.

No Brasil, foi justamente o campo da saúde pública, em grande medida motivada por algumas mazelas supracitadas, que influenciou boa parte do desenvolvimento científico nacional. O período entre as três primeiras décadas do século XX apresenta-se como fundador das bases do desenvolvimento científico brasileiro no campo da medicina experimental, aperfeiçoado pela instituição e difusão do conhecimento das ciências biomédicas, consolidação dos postulados referentes à saúde pública e intervenção a posteriori de processos relacionados à saúde coletiva.

Segundo Fritsch (1986), entre 1870 e 1880, a tuberculose matou 20.196 pessoas, enquanto a febre amarela e a varíola, as duas mais importantes doenças epidêmicas, mataram 14.541 e 6.618, respectivamente, isso somente no estado do Rio de Janeiro¹⁵.

13- Quanto aos paradigmas na ciência ver: KUHN, Thomas. S. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: Perspectiva, 1991.

14 - Organização Mundial de Saúde - Organização Pan-Americana da Saúde. Disponível em: <<http://www.paho.org/bra/>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

15 - FRITSCH, Lilian de Amorim. Palavras ao vento: a urbanização do Rio Imperial. Revista Rio de Janeiro, Niterói, v. 1, n. 3, p. 75-85, 1986. In: MARQUES, E. C.: Da higiene à construção da cidade: o estado e o saneamento no Rio de Janeiro. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, v.II, n.2, p.51-67, jul.-out. 1995.

Nesse período, países como Inglaterra, França, Estados Unidos da América, Canadá, Itália, antiga União Soviética entre outros, iniciavam o agrupamento das políticas referentes ao processo de desenvolvimento de pesquisas científicas em organizações para sua difusão e ordenação. Essa ação representa, conforme Lopes (1978), a consciência do papel da pesquisa científica como uma força básica, por meio da tecnologia, para a expansão econômica ¹⁶. E a partir dessa perspectiva, alguns países passam a serem definidos como potências, um dos itens que qualifica um país como potência é o aprimoramento tecnológico, segundo White (2002), somado ao tamanho da população, posição estratégica e extensão geográfica, como também recursos econômicos e produção industrial, completa o teórico das relações internacionais.

O Brasil das primeiras três décadas do século XX, diante de tais critérios, apresentava baixo desempenho científico, tecnológico e industrial, seguido pelos restritos recursos econômicos, se comparados aos países considerados “potências” da época. Entrementes, começava a organizar seu setor científico buscando atender às demandas mais urgentes da época, com maior ênfase na área da saúde pública.

Segundo Junior e Nogueira (2002) ¹⁷, a saúde emergiu como efetiva prioridade de governo no Brasil, no começo do século XX, com a implantação da economia exportadora de café, na região Sudeste. A melhoria das condições sanitárias, entendida então como dependente basicamente do controle das endemias e do saneamento dos portos e do meio urbano, tornou-se uma efetiva política de Estado, conquanto essas ações estivessem bastante concentradas no eixo agrário-exportador e administrativo formado pelos estados do Rio de Janeiro e São Paulo.

Mesmo com a aparente desvantagem do setor científico brasileiro, o setor da saúde pública no Brasil destacou-se internacionalmente. Os primeiros institutos de pesquisa no Brasil datam do início do século XX quando, conforme Lopes (1978), calamidades públicas e epidemias forçaram a criação, pelo Governo, de institutos de Biologia e Medicina experimental independentes das escolas de medicina.

O surto da peste bubônica ¹⁸ no Brasil, que colocou os portos brasileiros de maior expoente – cidade de Santos no estado de São Paulo e cidade do Rio de Janeiro (DF) – no epicentro desse evento, modificou o status quo da pesquisa científica nacional¹⁹. Antes, porém, as Comissões de Geografia e Geologia – voltados para as explorações econômica mineral e vege-

16 - LOPES, José Leite. *Ciência e Liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978, p.18.

17 - RISI JUNIOR, João Baptista; NOGUEIRA, Roberto Passos. *As Condições de Saúde no Brasil*. In: FINKLMAN, Jacobo. *Caminhos da saúde pública no Brasil*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002.

18 - Final do século XIX.

19 - As atividades econômicas de exploração mineral e vegetal sobressaíam também no cenário de pesquisa no Brasil até o final da década de 1890. Abrindo espaço para os centros de produção de vacina e soro contra a peste já em 1900. Ver em: Schawartzman (1979, p. 83).

tal – poderiam ser consideradas como centros representativos brasileiros de desenvolvimento científico, posteriormente cedendo esse postulado à área da saúde pública – medicina sanitária e bacteriana – que gradativamente ocuparam o lugar de destaque no processo de desenvolvimento científico nacional até a década de 1930.

Foi nessa emergência que o governo federal designou Oswaldo Cruz, recém-chegado de longo estágio em Paris, principalmente no Instituto Pasteur para, juntamente com Adolpho Lutz e Vital Brazil, designados pelo governo de São Paulo, a verificar a real etiologia da epidemia de Santos. Confirmado oficialmente que “a moléstia reinante em Santos é a peste bubônica”, decidiram as autoridades sanitárias instituir laboratórios para produção de vacina e soro contra a peste: Instituto Butantan, em São Paulo, e no Instituto Soroterápico Municipal, no Rio de Janeiro²⁰.

Apesar da movimentação dos aparelhos estatais visando à implementação dos institutos supracitados, nessa época, os quadros institucionais de pesquisa científica eram limitados e não possuíam estrutura compatível à importância dos trabalhos a serem realizados – produzir em alta escala insumos para o combate da peste bubônica, principalmente. O que fez com que muitos dos avanços fossem garantidos pelos esforços individuais de autoridades e cientistas envolvidos com a matéria e intervenções coletivas; sendo que as condições, mesmo que precárias e incipientes, foram suficientes para que surtiram efeitos legais e lançassem base para o profícuo desenvolvimento científico brasileiro; nesse momento, articulado por médicos, sanitaristas e agentes públicos, conforme amplamente divulgado na literatura especializada.

Com base nas questões brevemente levantadas sobre o papel da medicina sanitária e bacteriana no processo de desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro das três primeiras décadas do século XX, é possível delinear o caminho das instituições que promoveram esse processo para a epistemologia da saúde pública no Brasil:

- Outros institutos e centros de pesquisas na área da medicina sanitária e bacteriológica surgiram na época e deram sustentabilidade ao setor de saúde pública brasileiro: O Instituto Soroterápico Federal foi consequência de empenhos do Barão de Pedro Affonso Franco – que o dirigiu entre 1900 e 1902; anteriormente, ele já havia criado, em 15 de setembro de 1894, na cidade do Rio de Janeiro, o Instituto Vacínico Municipal, oficializado pelo Decreto nº105, que tinha como objetivo desenvolver o serviço de vacinação contra a varíola ²¹. O Instituto Soroterápico Federal iniciou suas operações como anexo do Instituto Vacínico Municipal, com

20 - FIOCRUZ. Instituto Oswaldo Cruz (IOC). História. Criação do Instituto Soroterápico. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=60>>. Acesso em: 20 maio 2016. .

21 - INSTITUTO VACÍNICO MUNICIPAL (1894). Dicionário Histórico-Biográfico das Ciências da Saúde no Brasil (1832-1930). Disponível em: <<http://www.dichistoriasaude.coc.fiocruz.br/iah/pt/pdf/instvacmun.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

seu laboratório sediado na fazenda Manguinhos, sob a direção técnica de Oswaldo Gonçalves Cruz (1872-1917).

- Se, por um lado, os Institutos Oswaldo Cruz (Instituto Manguinhos) e o Instituto Vacínico Municipal²² evidenciavam-se como percussores de pesquisas biomédicas, saúde pública e medicina experimental, lotados no estado e município do Rio de Janeiro: por outro, o estado e o município de São Paulo contribuíam para emancipação científica nacional sob o mesmo viés. E, como o Rio de Janeiro, entram para a história do desenvolvimento científico brasileiro na área da saúde pública, em grande medida, representado pelos esforços realizados para o delineamento do Instituto Butantan.
- Outrossim, a trajetória para o que foi consolidada como Instituto Butantan, se confunde – em alguns aspectos – com o rito percorrido pelo Instituto Oswaldo Cruz²³. Cada qual guardando suas particularidades, mas comungando questões comuns, a saber: surto de peste bubônica nos portos brasileiros; necessidade de vacinas e soros para diferentes mazelas e regiões; florescimento da medicina sanitária; delineamento das políticas em saúde pública; desenvolvimento das ciências biomédicas; avanços da saúde coletiva brasileira e, uma característica em especial, a implementação da pesquisa médica experimental no Brasil.

1.3 SISTEMAS DE SAÚDE NO BRASIL: O MODELO PRIVATISTA/PREVIDENCIÁRIO EM QUESTÃO

A Constituição Federal de 1988, conhecida como Constituição Cidadã, em seus artigos 196 a 200, sumariamente diz que a saúde passa a ser um “direito de todos e dever do Estado”²⁴, esse direito social garantido e assumido pelo Governo em suas esferas federais, estaduais e municipais, de forma universal e gratuita, consolida uma nova realidade para o setor da saúde

22 - Na década de 1920, o Instituto Vacínico Municipal passou a ser Federal, por força do artigo 1.185 do Decreto n. 14.354, de 15 de setembro de 1920. Nessa data, foi incorporado ao Instituto Oswaldo Cruz, tornando-se o braço vacinogênico de Manguinhos. Ver em: Diário Oficial da União (DOU). 18/12/1920. Seção 1.p. 3. Sabbado 18. 21059.

23 - Denominações: Instituto Soroterápico Federal (1900); Instituto de Manguinhos (s.d.); Instituto de Patologia Experimental (1907); Instituto Oswaldo Cruz (1908); Fundação Instituto Oswaldo Cruz (1970); Fundação Oswaldo Cruz (1974). Ver em: Instituto Soroterápico Federal. Dicionário Histórico-Biográfico das Ciências da Saúde no Brasil (1832-1930). Capturado em 28 abr. 2016. Online. Disponível na Internet <http://www.dichistoriasaude.coc.fiocruz.br/cgi-bin/wxis.exe/iah/scripts/>

24 - CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988, em seus artigos 196 a 200 (seção II da Saúde).

no Brasil – graças a essa Constituição, a saúde eleva seu status, torna-se bem público e de livre acesso a todos. Apresenta-se como direito no sentido de que todos os indivíduos em território brasileiro têm garantido o acesso gratuito à saúde; e dever, uma vez que o papel do Estado seria implementar políticas sociais e econômicas a fim de minimizar as mazelas na saúde da população²⁵. Ficaram garantidos então, pela Carta de 1988, direitos sociais e de bem-estar para a sociedade brasileira, relacionados diretamente à atenção em saúde²⁶.

O novo cenário para o setor da saúde garantido na Constituição de 1988 – visando ao bem-estar da população e às suas condições de vida – materializou-se em grande medida, com a criação e implementação do Sistema Único de Saúde – SUS, amparado pelas Leis n.8.080 e n.8.142, de 19 de setembro e 28 de dezembro de 1990, respectivamente. Entretanto o SUS vai muito além de políticas; planejamento; e gestão em saúde, ele é resultado de uma luta de classe, de um apelo social e de uma visão de mundo mais igualitária, e foi nesse processo de construção histórica do SUS que o papel da Saúde Coletiva se evidenciou.

Bastante influenciada pelo marxismo, estruturalismo e pós-estruturalismo francês, conforme Campos (2010), “a Saúde Coletiva desconstruiu, o quanto pode, o império biomédico dominante em pesquisa, ensino e práticas em saúde” (CARVALHO, 2010, p.13). A novidade foi que a área da Saúde Coletiva problematizava as ações da Saúde Pública, inclusive, apoiando-se em tendências advindas de movimentos sociais, ou seja, considerando aspectos da conjuntura social, econômica, política e cultural. O objeto da Saúde Coletiva passa a privilegiar os sujeitos e suas ações em desfavor do tratamento exclusivo das doenças.

A inovação da Saúde Coletiva diferenciava-se pela utilização de novas metodologias de pesquisa e análises (pesquisas qualitativas e métodos interdisciplinares), visando contemplar vários componentes que participam no cuidado da saúde, a exemplo do nível de renda, saneamento básico, acesso à educação, entre outros. Componentes esses que, muitas vezes, não recebiam o tratamento adequado na perspectiva de atenção à saúde no contexto do sistema biomédico tradicional e dominante na Saúde Pública. Igualmente, a década de 1980 foi palco de calorosas discussões metodológicas também na área das Ciências Humanas. Revel²⁷ – historiador francês – discutiu a necessidade da pesquisa histórica deparar-se com o que foi denominado como micro-história. Defendeu a atenção sobre a importância do princípio de variação das escalas da observação em seus vários pontos de análise (REVEL, 1998).

25 - Ações sanitárias; ações tecnológicas; ações de serviços que extrapolam a competência do Ministério da Saúde (MS), mas conjuntamente trazem melhorias que beneficiam a saúde.

26 - Segundo o Dicionário da Educação Profissional em Saúde, atenção em saúde designa a organização estratégica do sistema e das práticas de saúde em resposta às necessidades da população. Disponível em: <<http://www.epsjv.fiocruz.br/dicionario/verbetes/atesau.html>>. Acesso em: 03 de set. 2016.

27- Outros nomes como Carlo Ginzburg; Giovanni Levi; Ronaldo Vainfas; entre várias, trabalham metodológica e teoricamente o recorte em micro-história.

Nesse cenário, a Saúde Coletiva, assim como a História, procura aumentar e ampliar as escalas de suas observações, para tanto, adaptou-se a outros arcabouços teóricos e metodológicos, como supracitados.

Para a Saúde Coletiva, tanto a metodologia da pesquisa qualitativa como o método da pesquisa interdisciplinar demonstraram relevância no desenvolvimento científico relacionado com a atenção à saúde. Esse novo ferramental teórico-metodológico ajuda a identificar sujeitos, saberes e fazeres em níveis, comumente, individuais até então com baixa articulação nos estudos da área da saúde, que, em última análise, contribuem para elaboração de políticas públicas, desenvolvimento e aplicação de tecnologias em saúde mais eficazes e específicas, dependendo do contexto.

Outrossim, o Brasil, já no final do século XX – com importante articulação política e social da Saúde Coletiva – delineou a versão do sistema de saúde que se conhece atualmente: o SUS. Termos hoje pacificados como Previdência Social e Assistência Social (Direitos Sociais), materializados ao longo do século XX no Brasil, estão literalmente imbricados no processo de formação e manutenção de nosso sistema de saúde. Por isso se revela a importância da aplicação de metodologias científicas, como a pesquisa qualitativa e processos interdisciplinares, para o desenvolvimento de políticas públicas em saúde a fim de contemplar, da melhor forma possível, as diversidades cultural e social que compõem os usuários do sistema de saúde brasileiro.

1.3.1. Sistemas de Saúde no Brasil: a vez da medicina previdenciária

A primeira metade do século XX testemunhou vários acontecimentos envolvendo esforços do Estado e da iniciativa privada em busca de institucionalizar o atendimento da população na área da saúde.

Nesse período, transformações políticas (adaptações à fase republicana); sociais (fenômeno da urbanização, formação do proletariado industrial e da classe média); e econômicas (industrialização); por exemplo, contextualizaram a busca sistemática do Brasil em estabelecer seus sistemas de saúde.

Todavia conceitos atualmente apaziguados como assistência social e previdência social, no período supracitado, não estavam ainda delimitados, o que ocorreu ao longo da segunda metade do século XX.

Entretanto, mister se faz a distinção entre os conceitos de assistência social e previdência social, sendo que esta última deve ser encarada como um seguro de contribuição mútua para que haja o reconhecimento pelo segurado no futuro, enquanto a primeira é financiada pelo governo por meio dos tributos pagos pela sociedade²⁸.

Essa diferenciação é de suma importância para a constante manutenção e aprimoramento do sistema de saúde, objetivando não regredir em aspectos cruciais para a formação de políticas públicas e financiamento do setor da saúde, uma vez que tanto a previdência social quanto a assistência a saúde são fundamentais para o bem-estar de uma sociedade.

Durante as duas primeiras décadas do século XX, sobressaíam algumas ações voltadas para o setor de saúde pública brasileiro, entre elas; a) a organização sanitária (arquitetura e urbanismo influenciados pela reforma sanitária do início do século; e pesquisa e desenvolvimento da medicina sanitária e bacteriológica); e b) a assistência médico-hospitalar (hospitais vinculados principalmente às faculdades de medicina e santas casas). Esse não sistema, como explica Paim (2009), foi formado ao longo do século XX, tendo como marca principal a separação entre as ações de saúde pública (ações sanitárias) e a assistência médico-hospitalar (PAIM, 2009, p.28)²⁹. Todavia as ações do governo voltadas à saúde da população são consideradas como assistência social ou assistência a saúde.

Com o advento do Brasil Republicano, a partir de 1889, a sociedade brasileira cada vez mais assimilaria o sistema capitalista em seus diversos setores estratégicos, principalmente em suas relações de trabalho. Não há uma forma definitiva em separar o Estado e a iniciativa privada no processo de formulação e consolidação do sistema de saúde brasileiro. Dependendo da época e das conjunturas, um ou outro participava mais efetivamente. Entretanto, durante a Primeira República (1889 e 1930), o Brasil adotava um tipo de política de concepção liberal de Estado, ficando por conta dos empregados e empregadores a normatização das coberturas em saúde, quando existiam; esses benefícios dependiam muito do poder de negociação dos empregados. Destacando que a conscientização do alto fator de impacto que a mão de obra imprimia no processo de produção ajudava os trabalhadores no momento de angariar direitos até então pouco institucionalizados, ou melhor, com baixa influência do Estado.

28 - Evolução histórica da previdência social no Brasil e no mundo. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=11335&revista_caderno=20>. Acesso em: 01 out. 2016.

29 - Ver em: PAIM, Jairnilson Silva. O que é o SUS. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2009. 148 p.

Batich (2004) salienta que

[...] nas primeiras décadas do século XX, empregados de uma mesma empresa, sem a participação do poder público, instituíam fundos de auxílio mútuo, nos quais também o empregador colaborava, de forma a garantirem meios de subsistência quando não fosse possível se manterem no trabalho por motivos de doença ou velhice” (BATICH, 2004)³⁰.

Por sua vez, “na segunda década do século XX, algumas iniciativas foram tomadas em relação aos serviços médicos de empresas. Havia fábricas em São Paulo que ofereciam serviços médicos aos trabalhadores, descontando para tal 2% dos salários” (PAIM, 2009, p.29). Estavam aí lançadas as bases que sustentaram o denominado modelo de Medicina Previdenciária, versão predominante durante quase todo século XX, para o sistema de saúde brasileiro. A medicina previdenciária é aquela que atende à parcela da população que faz contribuições previdenciárias e, assim, angariava acesso à maioria dos procedimentos médicos disponíveis.

Outrossim, ações estatais pesavam na consolidação do sistema de saúde brasileiro. Foi durante o governo do Presidente Artur da Silva Bernardes que surgiu o seguro social no Brasil. A Lei n.4.682, em 24 de janeiro de 1923³¹, de autoria do deputado federal Eloy Chaves, que deu essa providência legal inédita. A historiografia sobre a saúde pública brasileira sinaliza que essa ação foi importante para o processo de institucionalização do sistema de saúde nacional, visto que a Lei Eloy Chaves de 1923, como ficou conhecida, elaborou o sistema de Caixas de Aposentadorias e Pensões (CAPs). As CAPs aumentaram a segurança jurídica das partes (trabalhadores e empregadores) no momento de estabelecerem seus contratos de seguro social (aposentadorias e pensões) e sinalizavam algum direito à assistência social (atendimento à saúde), o que pode ter significado aumento efetivo do acesso à saúde por parte dos trabalhadores.

No primeiro momento, as CAPs privilegiavam os trabalhadores ferroviários, gradativamente, expandindo-se para outros setores produtivos. As CAPs eram vinculadas ao Ministério da Justiça e Negócios Interiores e, ao final de 1932, conforme Mercadante (2002), “existiam 140 CAPs com quase 19 mil segurados ativos, 10.300 aposentados e aproximadamente 8.800 pensionistas.” (MERCADANTE, 2012, p. 237)³².

30 - BATICH, Mariana. Previdência do trabalhador: uma trajetória inesperada. São Paulo em Perspectiva, v.18, n.3, jul./set. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392004000300004> . Acesso em: 03 de set. 2016.

31 - BRASIL. Presidência da República; Casa Civil; Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei n. 4.682 em 24 de janeiro de 1923. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/historicos/dpl/dpl4682.htm>. Acesso em: 01 out. 2016.

32 - Descritivo dos antecedentes das políticas em saúde no Brasil, ver em: MERCADANTE, Otávio Azevedo (Org.). Evolução das Políticas e do Sistema de Saúde no Brasil. In: FINKELMAN, Jacobo (Org.). Caminhos da saúde pública no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002. 328 p.

Em termos gerais, as CAPs procuravam garantir aos seus associados direitos previdenciários e, em alguns casos, dependendo da categoria, assistência médica e medicamentos. A gestão e o financiamento eram ordenados entre os próprios trabalhadores e os empregadores, com pouca interferência do Estado, o que muitas vezes convergiam em desvantagens aos trabalhadores por falta de maiores regulamentações trabalhistas e organização de classe. Nesse momento histórico, essas categorias, muitas vezes, investiam – material e pessoal – em ambientes de atendimento médico particular, ou seja, construíam ou alugavam os hospitais e consultórios e contratavam mão de obra especializada para fornecer atendimento somente para os que contribuíam para a determinada CAPs.

A década de 1930 incrementou essa relação entre público e privado, o Estado passou a atuar de forma importante nesse processo. Com a Revolução de 1930³³, os rumos políticos e econômicos brasileiros mudaram. Barbosa (1976) assevera que o

Brasil, depois de 1930, rompeu radicalmente com o liberalismo do *laissez-faire*³⁴ da República Velha para tomar os rumos do estatismo, na verdade a única solução cabível para muitos dos problemas que só foram equacionados com decisão, como os do aço, petróleo e da energia elétrica, entre outros (BARBOSA, 1973, p. 8).

As ações estatais avançaram, nesse sentido, foram criados os Ministérios do Trabalho, Indústria e Comércio – em 26 de novembro de 1930 – e o Ministério da Educação e Saúde Pública (MESP), em 14 de novembro do mesmo ano. O seguro social – naquele momento histórico representado pelas CAPs – passam ao escopo do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio; e o Departamento Nacional de Saúde Pública (DNSP)³⁵ – pasta da saúde – vinculou-se ao MESP.

Com os novos ministérios, a operação das garantias dos trabalhadores ficou mais eficaz. Ao longo da década, várias leis referentes aos direitos dos trabalhadores foram homologadas. Em 1º de maio de 1943, foi aprovada a famigerada Consolidação das Leis Trabalhistas

33 - Movimento armado iniciado no dia 3 de outubro de 1930, sob a liderança civil de Getúlio Vargas e chefia militar do tenente-coronel Pedro Aurélio de Góis Monteiro, com o objetivo imediato de derrubar o governo de Washington Luís e impedir a posse de Júlio Prestes, eleito presidente da República em 1º de março. O movimento tornou-se vitorioso em 24 de outubro; e Vargas assumiu o cargo de presidente provisório a 3 de novembro do mesmo ano. As mudanças políticas, sociais e econômicas que tiveram lugar na sociedade brasileira no pós-1930 fizeram com que esse movimento revolucionário fosse considerado o marco inicial da Segunda República no Brasil. Disponível em: <<http://www.fgv.br/cpd/doc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/revolucao-de-1930-3>>. Acesso em: 23 set. 2016.

34 - *Laissez-faire* significa uma expressão comumente utilizada para representar o liberalismo econômico onde o capitalismo de mercado deveria funcionar livremente com a mínima intervenção do Estado.

35 - Departamento Nacional de Saúde Pública (DNSP) – criado em 02 de janeiro de 1920, pelo Decreto n. 3.987, para ser o principal órgão federal da área de saúde, subordinado ao Ministério da Justiça e Negócios Interiores. Disponível em: <[http://cpdoc.fgv.br/sites/default/files/verbetes/primeira-republica/DEPARTAMENTO%20NACIONAL%20DE%20SAÚDE%20PÚBLICA%20\(DNSP\).pdf](http://cpdoc.fgv.br/sites/default/files/verbetes/primeira-republica/DEPARTAMENTO%20NACIONAL%20DE%20SAÚDE%20PÚBLICA%20(DNSP).pdf)>. Acesso em: 30 set. 2016.

(CLT), com o Decreto-Lei n.5.452³⁶. Não obstante, os trabalhadores que de alguma forma contribuía angariavam direitos vinculados ao seguro social– esse seguro cobriam parcialmente o atendimento à saúde. Entrementes, o setor da saúde pública (área da saúde desvinculada ao atendimento básico em saúde) esforçava-se em atenuar os problemas sanitários da população a fim de atender às necessidades de toda a sociedade brasileira.

É importante observar que o modelo médico previdenciário, focalizado no tratamento e na cura das doenças inserido no sistema médico-hospitalar, ou seja, financiado pelo sistema previdenciário e atendido em hospitais vinculados a esse sistema, estabelece o modelo de sistema de saúde no Brasil, com isso, distanciando-se dos aspectos inerentes ao modelo de Saúde Pública (aquelas ações de prevenção em saúde). O modelo médico previdenciário pautado pelo tratamento biomédico estava sendo gestado pari passo à formação do sistema previdenciário, unidos pelos protocolos, legislações e instituições. Ocorre que a separação, pelo menos institucional, entre o sistema previdenciário e o que veio a ser considerado como atenção à saúde, consolida-se somente com o surgimento do SUS.

Durante a década de 1930 foram concebidos os Institutos de Aposentadoria e Pensão (IAPs), que reuniam um grupo de trabalhadores de determinado ramo e atividade, a exemplo do Instituto de Previdência e Assistência aos Servidores do Estado (IPASE) de 1938³⁷. Neste, gradativamente, eram aperfeiçoados os serviços na área da alimentação, habitação e saúde, além é claro das aposentadorias e pensões. À medida que os IAPs proliferavam pelos estados da federação, cada qual com suas próprias diretrizes, ocorriam também contradições nos processos de atendimento em saúde, muitos IAPs davam cobertura precária para os atendimentos médicos, enquanto outros promoviam atendimentos relativamente adequados.

Os IAPs, que eram vinculados ao Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, tinham recursos arrecadados através do desconto salarial compulsório, “para criar um fundo que, investido, gerava a massa de recursos necessários para pagar as aposentadorias e pensões, sendo administrado por representantes dos trabalhadores. Portanto, os IAPs eram financiados pela contribuição do trabalhador, das empresas e, teoricamente, também pelo Estado” (Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo, 1992). Nessa altura, o Estado participava da gestão financeira deixando maior parte da organização e gestão à direção das IAPs, existindo certa autonomia dos institutos no que diz respeito as suas operações.

Até a criação do Ministério da Saúde – Lei nN. 1.920, de 25 de julho de 1953 –que estabelece em seu “Art. 1º É criado o Ministério da Saúde, ao qual ficarão afetos os problemas

36 - Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Decreto-Lei N. 5.452, de 1º de maio de 1943. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del5452.htm>. Acesso em: 10 de set. 2016.

37 - Em 1938, foi criado o Instituto de Previdência e Assistência aos Servidores do Estado (IPASE), disponível em: <<http://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/AEraVargas1/anos30-37/PoliticaSocial/IAP>> . Acesso em: 30 set. 2016.

atinentes à saúde humana”³⁸, as pastas que abrigamos interesses do setor de saúde no Brasil Republicano foram: “a) Ministério da Justiça e Negócios Interiores inclusive com o Departamento Nacional de Saúde Pública (DNSP); e posteriormente o Ministério da Educação e Saúde Pública”³⁹. Soma-se a essa lista o Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio por abrigar as IAPs. Salienta-se que esses ministérios também executavam as ações ligadas à saúde pública, ou melhor, ações com mais interesses nos setores sanitários. Nesse período, grande parte do denominado atendimento básico ficava por conta das IAPs, que, por sua vez, ainda não era de domínio do Ministério da Saúde.

Apesar da concentração das políticas em saúde estarem ligadas aos ministérios supracitados, em 30 de dezembro de 1949, foi baixado o Decreto n. 27.664, que criava o Serviço de Assistência Médica Domiciliar de Urgência (SAMDU)⁴⁰. Esse serviço era uma ação do Governo que beneficiava os Institutos e Caixas de Aposentadoria e Pensões, entretanto passou a ser oferecido de forma gratuita e universal quando realizados convênios entre os governos Federais e Municipais. O SAMDU, que era vinculado ao Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, em suas diretrizes, serviu de modelo para as bases do atendimento universal e gratuito do sistema de saúde atual.

Os IAPs, praticamente durante toda a sua existência, representaram, em grande medida, boa parte dos esforços do Governo em conjunto com a iniciativa privada em organizar os sistemas previdenciários e de saúde brasileiro. Entretanto era um tipo de sistema descentralizado, em que cada organização fazia a gerência a seu modo; que perdeu vigor, no final da década de 1950, por ser questionado pela falta de homogeneidade⁴¹, como também escassez de investimentos diretos (os investimentos eram desassociados pela fragmentação das políticas públicas). Em 1960, começaram as primeiras tratativas a fim de amenizar essas diferenças e necessidades, ou seja, entre as principais questões: havia a de unificar todos os IAPs em um único sistema. A Lei Orgânica de Previdência Social, conhecida como LOPS (Lei n. 3.807, de 26 de agosto de 1960), operacionalizou essa mudança: “[...] que visou unificar a legislação referente aos Institutos de Aposentadorias e Pensões”⁴². Contudo foi somente um avanço legal, na

38 - Lei de criação do Ministério da Saúde, de 25 de julho de 1953. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L1920.htm>. Acesso em: 20 set. 2016.

39 - Do ponto de vista da saúde pública, a segunda atribuição do ministério, houve uma preocupação de atender às populações do interior. Em 1937, foi criado o Serviço Nacional de Febre Amarela, o primeiro serviço de saúde pública de dimensão nacional, e em 1939, o Serviço de Malária do Nordeste. Vários hospitais, colônias e asilos foram construídos para o tratamento de outras endemias, como a tuberculose e a lepra. Em 1941, o Departamento Nacional de Saúde assumiu o controle da formação de técnicos em saúde pública. Disponível em: <<http://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/AEraVargas1/anos30-37/IntelectuaisEstado/MinisterioEducacao>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

40 - Regula o Serviço de Assistência Médica Domiciliar e de Urgência da Previdência Social e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decreto/1940-1949/decreto-27664-30-dezembro-1949-340344-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 05 out. 2016.

41 - Cada IAP operava conforme seu estatuto.

42 - Previdência Social: Período de 1960 – 1970. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/historico/periodo-de-1960-1973/>>

prática, as IAPs ainda vigoraram até a criação, em 1966, do Instituto Nacional de Previdência Social (INPS).

O INPS foi criado pelo Decreto n. 72, de 21 de novembro de 1966, como resultado da junção dos IAPs então existentes ⁴³– e dos serviços integrados e comuns a todos os institutos⁴⁴. O INPS, na sua criação, vinculou-se ao Ministério do Trabalho e Previdência Social, que, por sua vez, foi criado em 22 de julho de 1960. A nova autarquia do governo (INPS) herdou o modelo médico privado que fora gestado durante a organização dos IAPs, e durante a década de 1970, influenciada pelas políticas vinculadas ao regime militar ditatorial. O sistema de medicina previdenciária apoiado no setor médico de caráter privado articulou-se no período da ditadura militar (1964 – 1985) fortalecendo o modelo biomédico para a saúde ou modelo médico-hospitalar. Processos como saúde-doença com o envolvimento do sujeito e sua realidade para a atenção a saúde, durante as décadas de 1970 e 1980, com base em um movimento democrático e de abertura política, entraram nas discussões sobre o desenvolvimento de políticas públicas em saúde no Brasil e evidenciaram-se a partir da Constituição de 1988.

A Lei n. 6.036, de 1º de maio de 1974, criou o Ministério da Previdência e Assistência Social, desmembrado do Ministério do Trabalho e Previdência Social ⁴⁵. Posteriormente, em 1976, foi promulgado o Decreto n.77.077, de 24 de janeiro, que expedia a Consolidação das Leis da Previdência Social (CLPS) ⁴⁶, dizia o seguinte em seu artigo primeiro:

Art. 1º O regime de previdência social de que esta Consolidação tem por fim assegurar aos seus beneficiários os meios indispensáveis de manutenção, por motivo de idade avançada, incapacidade tempo de serviço, encargos familiares, prisão ou morte daqueles de quem dependiam economicamente, bem como serviços que visem à proteção da sua saúde e concorram para o seu bem-estar.

A CLPS complementa, até certo ponto, o que a LOPS, em 1960, iniciou, ou seja, unificou toda legislação referente à Previdência Social e orientações sobre o atendimento médico (assistência médico-hospitalar). Tanto a previdência quanto o atendimento médico ficavam, então, aos auspícios do Ministério da Previdência e Assistência Social vinculados ao INPS – até a criação do Sistema Nacional de Previdência e Assistência Social (SINPAS). O SINPAS foi criado pela Lei n.6.439, de 1º de setembro de 1977, e foi considerada uma importante etapa no

43 - Dos Marítimos (IAPM); o dos comerciários (IAPC); o dos bancários (IAPB), o dos industriários (IAPI), o dos empregados em transportes e cargas (IAPETEC) e o dos ferroviários e empregados em serviços públicos (IAPFESP).

44 - Entre os quais, o Serviço de Assistência Médica Domiciliar e de Urgência (SAMDU) e o Serviço de Alimentação da Previdência Social (SAPS).

45 - Ministério do Trabalho e Previdência Social. Previdência Social. Período 1974 – 1992. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/historico/periodo-de-1974-1992/#>>. Acesso em: 12 out. 2016.

46 - Consolidação das Leis da Previdência Social (CLPS). Decreto nº 77.077, de 24 de janeiro de 1976. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-77077-24-janeiro-1976-425531-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 13 out. 2016.

processo de consolidação da previdência social brasileira, principalmente pelo fato de reforçar a distinção institucional entre a previdência social e assistência social (assistência médica), uma vez que institucionalizou: por um lado, a previdência social; por outro, o atendimento médico-hospitalar.

Antes do SINPAS, as seguintes entidades eram vinculadas ao Ministério da Previdência e Assistência Social (MPAS): 1) INPS; 2) FUNRURAL (Fundo de Assistência ao Trabalhador Rural); 3) IPASE; 4) LBA (Fundação Legião Brasileira de Assistência); 5) FUNABEM (Fundação Nacional de Bem-Estar do Menor); CEME (Central de Medicamentos); e DATAPREV (Empresa de Processamento de Dados da Previdência Social). Com a criação do SINPAS duas novas entidades surgiram: a) o Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social o INAMPS; e b) o Instituto de Administração da Previdência e Assistência Social (IAPAS), dentre outras ações ⁴⁷. A criação do INAMPS inaugurou em novo tempo para o seguro social brasileiro, ou seja, pela primeira vez se via a previdência social desmembrada da assistência social ou assistência médica, o INAMPS fazia o atendimento médico-hospitalar dos contribuintes da previdência social.

Outrossim, a elaboração do Plano Nacional de Saúde (PNS) – ação do Ministério da Saúde (1968) – foi interpretada como um contraponto ao modelo de assistência médico-hospitalar previdenciário que se instalava no Brasil, à medida que implicava em perda de poder do setor médico-previdenciário em favor do Ministério da Saúde.

O PNS se notabilizou por algumas características centrais que, se implementadas, teriam modificado substancialmente o sistema de saúde vigente no país, entre elas a universalização do acesso e a integração da assistência médica no Ministério da Saúde, o que foi objeto de forte resistência, ainda que não explícita, da área previdenciária (MERCADANTE, 2012, p. 237) ⁴⁸.

O quadro a seguir busca ilustrar o processo de institucionalização do modelo previdenciário para a saúde, visto que o processo de construção do sistema de saúde brasileiro privilegiou os quadros previdenciários para a assistência médica.

47 - LEITE, Celso Barroso. SINPAS: a nova estrutura da previdência social brasileira. Revista de Informação Legislativa, Brasília, Ano 15, n. 57, jan./mar. 1978, p. 110.

48 - Descritivo dos antecedentes das políticas em saúde no Brasil, ver em: MERCADANTE, Otávio Azevedo (Org.). Evolução das Políticas e do Sistema de Saúde no Brasil. In: FINKELMAN, Jacobo (Org.). Caminhos da saúde pública no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002.

**Quadro 1.2 - Institucionalização de políticas públicas no Brasil
(características do modelo médico-previdenciário)**

Ação	Legislação	Data	Ministério	Resultado
Departamento Nacional de Saúde Pública (DNSP)	Decreto n. 3.987.	02 de janeiro de 1920.	Ministério da Justiça e Negócios Interiores	Principal órgão federal da área de saúde.
Elaborou o primeiro sistema de caixas de aposentadoria e pensões no Brasil	Ministério da Justiça e Negócios Interiores	24 de janeiro de 1923	Lei Eloy Chaves Lei n. 4.682	Caixa de Aposentadorias e Pensões (CAPs)
Pioneiro para os Marítimos, benefícios de aposentadoria e pensões.	Ministérios do Trabalho, Indústria e Comércio	29 de Junho de 1933	Decreto n. 22.872. (O 1º IAPs foi criado para os Marítimos).	Institutos de Aposentadoria e Pensão (IAPs)
Operações de previdência e assistência a favor de seus contribuintes.	Ministérios do Trabalho, Indústria e Comércio	23 de fevereiro de 1938	Decreto-Lei n. 288.	Instituto de Previdência e Assistência aos Servidores do Estado (IPASE)
Consolidação das Leis Trabalhistas	Ministérios do Trabalho, Indústria e Comércio	1º de maio de 1943	Decreto-Lei n. 5.452	Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT)
Associação instituída com o objetivo de prestar, assistência social.	Ministério da Justiça e Negócios Interiores	15 de outubro de 1942.	Decreto-Lei n. 4.830.	Fundação Legião Brasileira de Assistência (LBA)
A assistência médica domiciliar e de socorro urgente (Institutos e Caixas)	Ministérios do Trabalho, Indústria e Comércio.	30 de dezembro de 1949	Decreto n. 27.664.	Serviço de Assistência Médica Domiciliar de Urgência (SAMDU)
Unificou a legislação referente aos Institutos de Aposentadorias e Pensões.	Ministérios do Trabalho, Indústria e Comércio.	26 de agosto de 1960	Lei n. 3.807.	Lei Orgânica de Previdência Social (LOPS)
Incorporou o patrimônio e as atribuições do Serviço de Assistência a Menores.	Ministério da Justiça e Negócios Interiores	1 de dezembro de 1964.	Lei n. 4.513.	Fundação Nacional de Bem-Estar do Menor (FUNABEM)
Unificação dos Institutos de Aposentadoria e Pensões.	Ministérios do Trabalho e Previdência Social	21 de novembro de 1966.	Decreto n. 72.	Instituto Nacional de Previdência Social (INPS)
Fornecimento, por preços acessíveis, de medicamentos, para pessoas sem condições econômicas.	Vinculados aos Ministérios: da Marinha, Exército, Aeronáutica, do Trabalho e Previdência Social e da Saúde.	25 de junho de 1971.	Decreto n. 68.806.	Central de Medicamentos (CEME)
A execução do Programa de Assistência ao Trabalhador Rural	Ministro do Trabalho e Previdência Social	25 de maio de 1971.	Lei complementar n. 11.	Fundo de Assistência ao Trabalhador Rural (FUNRURAL)
Empresa de Processamento de Dados da Previdência Social	Ministério da Previdência e Assistência Social	4 de novembro de 1974.	Lei n. 6.125	Empresa de Processamento de Dados da Previdência Social (DATAPREV)

Ação	Legislação	Data	Ministério	Resultado
Consolidação da legislação que asseguram o acesso e a manutenção do direito à previdência social.	Ministério da Previdência e Assistência Social	24 de janeiro de 1976.	Decreto n. 77.077.	Consolidação das Leis da Previdência Social (CLPS)
Distinção institucional entre a previdência social e assistência social.	Ministério da Previdência e Assistência Social	1º de setembro de 1977.	Lei n. 6.439.	Sistema Nacional de Previdência e Assistência Social (SINPAS)
Assistência médico-hospitalar restrita aos empregados que contribuísem com a previdência social.	Ministério da Previdência e Assistência Social.	1º de setembro de 1977.	Lei n. 6.439.	Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social (INAMPS)
Autarquia responsável pela arrecadação, fiscalização e cobrança das contribuições.	Ministério da Previdência e Assistência Social.	1º de setembro de 1977.	Lei n. 6.439.	Instituto de Administração da Previdência e Assistência Social (IAPAS)

Fonte: Elaboração própria.

Todavia a projeção do sistema previdenciário nacional e sua vertente para o atendimento médico-hospitalar vinculam-se às transformações políticas, econômicas e sociais do Brasil. A partir da evolução das relações trabalhistas, o sistema previdenciário se consolidou ao ponto de gerar as coberturas em saúde, visto que o financiamento advinha das contribuições previdenciárias. No quadro a seguir (quadro 1.3), observa-se a gradativa mudança das pastas ministeriais, ao longo do século XX, que domiciliaram as principais políticas públicas em saúde.

No vácuo da consolidação da previdência social e assistência médica no Brasil, reivindicações de toda ordem – patrocinada principalmente por novos atores sociais e movimentos sociais – exigiam mudanças para o sistema de saúde que foram capitalizadas por diversas áreas vinculadas ou não ao Estado e que representavam a denominada Reforma Sanitária (1970).

Quadro 1.3 - Formação ministerial previdenciária e saúde

Nome	Legislação	Governo	Período	Função
Reunindo as atribuições das secretarias de Estado do Interior, da Justiça e da Instrução Pública, Correios e Telégrafos.	1891 – 1967	Florianópolis Peixoto (1891-1894)	Lei n. 23, de 30 de outubro de 1891.	Ministério da Justiça e Negócios Interiores
Este Ministério terá a seu cargo o estudo e despacho de todos os assuntos relativos ao trabalho, indústria e comércio.	1930-1960 Em 1960 passa a chamar-se de Ministério do Trabalho e da Previdência Social.	Getúlio Vargas (1930-1945)	Decreto n. 19.433, de 26 de novembro de 1930	Ministérios do Trabalho, Indústria e Comércio

Nome	Legislação	Governo	Período	Função
Este Ministério terá a seu cargo o estudo e despacho de todos os assuntos relativos ao ensino, saúde pública e assistência hospitalar	1930 -1953 A partir de 1937 passa a chamar Ministério da Educação e Saúde	Getúlio Vargas (1930-1945)	Decreto n. 19.402, de 14 de novembro de 1930	Ministério dos Negócios da Educação e Saúde Pública (MESP)
É criado o Ministério da Saúde, ao qual ficarão afetos os problemas atinentes à saúde humana	1953-Atual (O Ministério da Educação e Saúde passa a denominar-se “Ministério da Educação e Cultura.”)	Getúlio Vargas (1951-1953)	Lei n. 1.920, de 25 de julho de 1953	Ministério da Saúde (MS)
A partir de 1º de fevereiro de 1961, o Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio passará a denominar-se Ministério do Trabalho e Previdência Social	1960 - 1974 Quando passou a chamar-se Ministério da Previdência e Assistência Social.	Juscelino Kubitschek (1956-1961)	Lei n. 3.782, de 22 de julho de 1960. Em seu artigo 10.	Ministério do Trabalho e Previdência Social.
Extinguiu o Ministério da Previdência e Assistência Social e restabeleceu o Ministério do Trabalho e da Previdência Social	1974-1990 Quando passa a chamar-se Ministério do Trabalho e da Previdência Social	Ernesto Gaisel (1974-1979)	Lei n. 6.036, de 1º de maio de 1974	Ministério da Previdência e Assistência Social
Extinguiu o Ministério do Trabalho e da Previdência Social e restabeleceu o Ministério da Previdência Social (MPS)	1990-1992 Quando passou a chamar-se Ministério da Previdência Social (MPS)	Fernando Collor de Melo (1990-1992)	A Lei n.8.029, de 12 de abril de 1990.	Ministério do Trabalho e da Previdência Social
Extinguiu o Ministério do Trabalho e da Previdência Social e restabeleceu o Ministério da Previdência Social (MPS)	1992-1995 Quando passou a chamar-se Ministério da Previdência e Assistência Social (MPAS)	Fernando Collor de Melo (1990-1992)	A Lei n. 8.490, de 19 de novembro de 1992.	Ministério da Previdência Social (MPS)
Transformou o Ministério da Previdência Social (MPS) em Ministério da Previdência e Assistência Social (MPAS)	1995-2003 Quando passou a chamar-se Ministério da Previdência Social	Fernando Henrique Cardoso (1995-2003)	Medida Provisória n. 813, de 1º de janeiro de 1995	Ministério da Previdência e Assistência Social (MPAS)
Foi desmembrado do Ministério da Previdência Social e Assistência Social. Tornando Ministério da Assistência Social	2003-2004 Quando passou a chamar-se de Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome.	Luiz Inácio Lula da Silva (2003-2008)	Lei n. 10.683, de 28 de maio de 2003	Ministério da Assistência Social

Nome	Legislação	Governo	Período	Função
Transforma o Ministério da Assistência Social em Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome	2004-2016 Quando passou a chamar-se de Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário	Luiz Inácio Lula da Silva (2003-2008)	Lei n. 10.869, de 13 de maio de 2004	Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome
Transforma o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome em Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário	2016 -Atual	Michel Temer (2016-)	Lei n. 13.341, de 29 de setembro de 2016	Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário
Transforma Ministério da Previdência Social em Ministério do Trabalho e Previdência Social	2015-2016 Quando passa a chamar-se Ministério do Trabalho	Dilma Vana Rousseff (2010-2016)	Medida provisória n. 696, de 2 de outubro de 2015	Ministério do Trabalho e Previdência Social

Fonte: Elaboração própria.

1.4 SAÚDE COLETIVA: ANTIGAS DEMANDAS E NOVAS PRÁTICAS

Sobre os discursos envolvendo as ciências, Santos (2010), resume bem.

Estamos há quinze anos do final do século XX. Vivemos num tempo atônito que ao debruçar-se sobre si próprio descobre que os pés são um cruzamento de sombras, sombras que vêm do passado que ora pensamos já não sermos, ora pensamos não termos ainda deixado de ser, sobras que vêm do futuro que ora pensamos já sermos, ora pensamos nunca virmos a ser⁴⁹.

O século XXI traz consigo transformações e acontecimentos gestados ao longo do anterior, um tipo de praxis⁵⁰ vinculado às áreas políticas, sociais, econômicas, científicas e culturais que pavimentam transformações inegáveis e irremediáveis nos contextos sociais pelo mundo afora. A cultura, segundo Bauman (2013), tanto a refinada quanto a vulgar, ou melhor, elite cultural ou cultura popular, passa por transformações estéticas e sociais no “mundo líquido moderno”⁵¹, nas palavras do autor. Cultura política, cultura da elite e cultura popular – termos

49 - SANTOS, Boaventura de Sousa. Um discurso sobre as ciências. São Paulo: Cortez, 2010. p.13.

50 - Aquela à qual Karl Marx conceitua: “não existe na realidade uma natureza pura, isto é, não modificada pela história humana, nem existe campo de ação onde não seja possível descobrir leis” (BOBBIO, Norberto. Dicionário de Política. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2010. p. 988.

51 - BAUMAN, Zygmunt. A cultura no mundo líquido moderno. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.

bem-delineados durante muito tempo – passam a dilatar e misturar seus significados, à medida que aspectos menos tangíveis da sociedade, como aumento da expectativa de vida, maior acesso aos bens de consumo, crises políticas e econômicas, fornecem novos pressupostos para o estudo social.

Limites entre ciências moderna e pós-moderna – tema ainda em franca discussão em busca de um perfil teórico e sociológico – exemplifica bem as mudanças em campo, que ora privilegiam novos conceitos, novos métodos, novos paradigmas, novas práticas e por consequência novos resultados, e, por sua vez, não destituem os fazeres sociais, acadêmicos e científicos historicamente estabelecidos. Entretanto algumas demandas e necessidades gestoras de constantes mudanças na sociedade, basicamente permaneceram pouco alteradas, nesse caso, a vontade humana em sentir-se inserida aos meios sociais e acolhida em suas seguranças jurídicas e de plena vida.

Nesse cenário de transformações sociais e culturais, instala-se o processo de formação e desenvolvimento da Saúde Coletiva. Tais quais várias outras áreas do conhecimento consolidadas há mais tempo, como antropologia, história, saúde, sociologia, engenharias, ciências políticas, relações internacionais, direito, entre outras, a Saúde Coletiva buscava atualizar seus estatutos teóricos e metodológicos a fim de responder ao inexorável e contínuo avanço e necessidade dos diversos grupos sociais que compõem o mundo. Como infere o historiador Peter Burke (2012), “alguns sociólogos e antropólogos, como muitos historiadores, fizeram uma guinada à cultura”⁵².

Foi exatamente essa guinada à cultura que diferentes aspectos interpretativos do processo saúde-doença e as várias maneiras de entender o que é estar saudável, inclusive amplificando a participação do sujeito e o meio nesse processo social e cultural, que a Saúde Coletiva capitalizou-se para apresentar-se como uma área científica voltada ao bem-estar da saúde do homem apoiada principalmente em aspectos sociais.

Os desafios para a Saúde Coletiva brasileira do século XXI são inumeráveis, todavia muito já avançou desde as duas últimas décadas do século passado. No Brasil, a implementação do SUS corresponde ao grande avanço da Saúde Coletiva e Promoção da Saúde, em perspectiva a ampliação de políticas públicas para a saúde, inserindo parcela generosa da população brasileira, que até pouco tempo não juntava garantias legais e sociais para a manutenção de sua saúde.

52 - BURKE, Peter. História e teoria social. São Paulo: Editora Unesp, 2012. p. 13.

1.4.1. Iniciativas Sociais

O arcabouço teórico da Saúde Coletiva, em sua maior parte, é influenciado pelas bases teórica/metodológica das Ciências Sociais e Humanas. Conforme Giddens (2016), “a sociologia hoje é dotada de diversidade teórica, abrange um espectro de temas bastante amplo e se inspira em incontáveis métodos de pesquisa para explicar as sociedades”⁵³. As Ciências Sociais e Humanas contribuem ativamente na prática e no método para a ampliação dos conceitos essenciais vinculados à Saúde Coletiva, ou seja, aqueles ligados com a influência da saúde sobre as condições e a qualidade de vida da sociedade.

Questões como o pensamento científico, estrutura da sociedade, meio ambiente e urbanismo, políticas públicas em saúde e doença e corpo, entre outros aspectos, inspiram o discurso⁵⁴ que orienta a Saúde Coletiva, discurso este que centra o seu objeto nos sujeitos e nas mudanças.

A Promoção da Saúde⁵⁵ moderna, braço importante da Saúde Coletiva, tem como ponto de inflexão o denominado Relatório Lalonde (1974), formulado no Canadá. “Cujo eixo estratégico é formado por um conjunto de intervenções que buscam transformar os comportamentos individuais não-saudáveis” (Carvalho, 2010). Esse relatório, dentre outros manifestos sobre saúde sanitária, ajudam a pensar à Carta de Ottawa de 1986⁵⁶, delineada na Primeira Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde, realizada no Canadá. Países como Inglaterra e Itália dispunham de ações vinculadas à promoção à saúde e aprimoramento da Medicina Social em suas políticas públicas em saúde já nesse período, a exemplo do Estado de Bem-estar Social.

Nessa época, foram eleitas as linhas gerais para a promoção em saúde, entre elas, as cinco estratégias de promoção em saúde: 1) Implementação de políticas públicas saudáveis; 2) Criação de ambientes favoráveis à saúde; 3) Reorientação dos serviços de saúde; 4) Reforço à ação comunitária; e 5) Desenvolvimento de habilidades pessoais. O delineamento prático dessas ações em saúde depende em grande medida dos conhecimentos oriundos das Ciências Sociais, em seus aspectos metodológicos e teóricos. Tema que gradativamente ganhou espaço nos meios de saúde brasileiro durante a Reforma Sanitária, à medida que o regime militar perdia sustentação política e social, abrindo espaço para as demandas mais a esquerda. Até que a

53 - GIDDENS, Anthony. *Conceitos essenciais da Sociologia*. São Paulo: Editora Unesp, 2016. p.1.

54 - Na perspectiva foucaultiana: “Michel Foucault relacionou o estudo da linguagem ao predominante interesse sociológico no poder e seus efeitos na sociedade” (GIDDENS, Anthony. *Conceitos essenciais da Sociologia*. São Paulo: Editora Unesp, 2016. p. 8).

55 - Promoção da Saúde é definida como a capacitação das pessoas e comunidades para modificarem os determinantes da saúde em benefício da própria qualidade de vida. Carta de Ottawa (WHO, 1986 apud CARVALHO, Sérgio Resende. *Saúde coletiva e promoção da saúde: sujeitos e mudança*. 3 ed. São Paulo : Hucitec, 2010. p. 41).

56 - WORLD HEALTH ORGANIZATION. *The Ottawa charter for health promotion*. Geneve: WHO; 1986.

promulgação da Constituição Cidadã de 1988 quebra o ciclo privatista para a saúde no Brasil, representado pelo modelo de medicina privada e previdenciária, e dá lugar para um novo sistema de saúde representado pelo SUS.

O movimento da promoção da saúde do Canadá, aqui representado pela conferência supracitada, corrobora diretrizes vinculadas em Saúde Coletiva no Brasil, que, gradativamente, foram sendo incorporadas por ações na área da saúde brasileira. Não obstante, as mudanças na área da saúde no Brasil avolumaram-se com a denominada Reforma Sanitária Brasileira⁵⁷, culminando no Artigo 196 – A saúde é direito de todos e dever do Estado, caracterizada como a Lei Áurea da saúde no Brasil, vinculada à Constituição de 1988. Segundo Paim (2009), “essa conquista política e social pode ser atribuída a diversas lutas e esforços empreendidos pelo movimento da Reforma Sanitária, entre 1976 e 1988”⁵⁸.

A ascendência de um Estado autoritário no Brasil – representado pelo golpe de 31 de março de 1964 – “drama mais amplo que constituiu o ciclo de ditaduras militares na América Latina nos anos 60 e 70. Sob o calor da guerra fria – especialmente visível após a vitória da Revolução Cubana”⁵⁹ e o fortalecimento do sistema de saúde previdenciário e práticas de saúde da medicina biomédica, apropriados e financiados pelo regime militar, serve como gatilho para que o modelo teórico-conceitual da Saúde Coletiva se encorpasse, produzindo a crítica ao sistema de saúde vigente naquele momento histórico e saindo a campo exigindo mudanças sociais.

Como bem denotado na historiografia do setor de saúde brasileiro, vários sujeitos políticos se uniram com o objetivo de democratizar a saúde em contraposição ao sistema de saúde apregoado pelo regime militar. Algumas associações, como o Centro Brasileiro de Estudos da Saúde (Cebes); Associação Brasileira de Saúde Coletiva (Abrasco); e Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SPBC), entre outras, uniram-se às outras dimensões da sociedade civil para compor o movimento sanitário iniciado na década de 1970.

A reabertura democrática brasileira ganhou status de movimento social que datavam das Diretas já, com participação de várias áreas da sociedade civil, inclusive a área da saúde coletiva, e teve como desfecho a queda do regime militar em 1985.

57 - A reforma sanitária brasileira foi proposta num momento de intensas mudanças e sempre pretendeu ser mais do que apenas uma reforma setorial. Almejava-se, desde seus primórdios, que pudesse servir à democracia e à consolidação da cidadania no país. A realidade social, na década de 1980, era de exclusão da maior parte dos cidadãos do direito à saúde, que se constituía na assistência prestada pelo Instituto Nacional de Previdência Social, restrita aos trabalhadores que para ele contribuíam, prevalecendo a lógica contraprestacional e da cidadania regulada. Disponível em: <<http://www.ensp.fiocruz.br/portal-ensp/judicializacao/pdfs/introducao.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

58 - PAIM, Jairnilson Silva. O que é o SUS. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2009. p.43.

59 - MARTINS FILHO, João Roberto. Estado e militarismo: revisitando as análises sobre a ditadura militar. In: COSTA, Sílvio. Concepções e formação do estado brasileiro. São Paulo: A. Garibaldi – UCG, 2004. p.53.

Conforme Bravo (2012),

[...] em 1986, acontece a 8ª Conferência Nacional de Saúde, o marco mais importante na história da política pública de saúde neste país, que pode ser considerada como a Pré-Constituinte da Saúde. Esta Conferência, sendo a primeira com participação popular, contou com presença ampla de diversos segmentos da sociedade civil, desde as representações sindicais, conselhos, associações e federações nacionais de profissionais de saúde ⁶⁰.

Esses movimentos políticos e sociais, com apoio de multiplicidades de organizações civis e interdisciplinaridade em suas bases teórica-metodológicas, construíram o pano de fundo do final do regime militar e, mais importante para o foco deste trabalho, viabilizaram a narrativa da nova era da saúde pública no Brasil.

1.4.2. Métodos de Pesquisa do campo interdisciplinar da Saúde Coletiva

O pensamento social está ligado em um dos mais duradouros ensinamentos de Max Weber, segundo Sallum Jr. (2012), “a sociologia e as outras disciplinas que estudam a sociedade estão condenadas à eterna juventude, a renovar permanentemente seus conceitos à luz de novos problemas suscitados pela marcha incessante da história” ⁶¹. Lançar mão de conceitos como antropologia médica ⁶² de Helman (1994); processos saúde-doença ⁶³ em Gualda e Bergamasco (2004); e epidemiologia e saúde ⁶⁴ de Rouquayrol e Sobrenome Filho (1999), correspondem ao embasamento de importante parte do fazer empírico e teórico da Saúde Coletiva.

As teses defendidas pelos autores supracitados e outros tantos debatem importantes dilemas que afligem os indivíduos em suas relações cotidianas com o meio em que sobrevivem. Relações essas que durante muito tempo não acessavam os centros de decisão econômica e política das sociedades por não haverem esforços de institucionalizar essas demandas como reais necessidades das sociedades. Com a consolidação do setor de Saúde Coletiva e Promoção em Saúde, esses sujeitos evidenciaram-se.

60 - BRAVO, Maria Inês Souza. As Lutas pela saúde: desafios da frente nacional contra a privatização da saúde. In: 64ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC. Anais... – São Luís, MA – jul. 2012.

61 - BRASÍLIO JR., Sallum Brasílio. Apresentação da coleção. In: A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012. p.7.

62 - “A antropologia médica trata de como as pessoas, nas diferentes culturas e grupos sociais, explicam as causas das doenças, os tipos de tratamento em que acreditam e a quem recorrem se ficam doentes”. Ver em: HELMAN, Cecil G. Cultura, saúde e doença. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. p. 21.

63 - “Saúde e doença não são questões unicamente pessoais, mas sócio-culturais” (GUALDA, Dulce Maria Rosa; BERGAMASCO, Roselena Ferraz. Enfermagem, cultura e processo saúde-doença. São Paulo: Ícone, 2004. p. 25).

64 - Apesar do que dizem os manuais de epidemiologia, não há método epidemiológico. O que de fato existe é uma variante de metodologia científica especialmente desenvolvida para ser aplicada à investigação dos processos saúde-doença-cuidado em populações humanas. ROUQUAYROL, Maria Zélia; ALMEIDA FILHO, Naomar de Almeida. Epidemiologia & Saúde. Rio de Janeiro: MEDSI, 1999. p.141.

Ainda, hoje, se sofre muito na área da saúde no que diz respeito à falta de entendimento e efetivação de políticas públicas que deem conta de problemas não exatamente da doença, mas sim da saúde. A Saúde Coletiva, através de estudos epidemiológicos, análise de contextos sociais, intermediação de treinamento dos agentes de saúde, indicação de tipo de abordagens ao grupo social específico, análise sanitária das regiões, contribui fundamentalmente para construção de tecnologias que alcancem grupos sociais de maneira mais ampla.

A interação entre os entes federados ou civis, ou seja, município, estado e governo federal – representados pelas instituições, autarquias e pelos agentes públicos – e as associações de bairro, movimentos sociais locais, ONGs, entre outras representações civis, passa a ser uma agente política e científica a partir dos conhecimentos oriundos da Saúde Coletiva.

Nesse sentido, processos interdisciplinares e métodos qualitativos de pesquisa são importantes para a produção não só do conhecimento e práticas em saúde, mas principalmente para a aplicação desse conhecimento e dessa prática produzidos a fim de impactar no centro de um problema. A construção do campo interdisciplinar é realidade nos meios científicos e acadêmicos desde as últimas décadas do último século. Conforme Duarte et al. (2011), “muitos autores inspiraram o enfrentamento do desafio representado pelo processo de construção do saber interdisciplinar no campo acadêmico, do diálogo entre saberes, de novos olhares e de novas práticas científicas que remetem à responsabilidade socioambiental dos cientistas”⁶⁵.

No Brasil, seus órgãos de financiamento de produção de mão de obra especializada e pesquisa científica de ponta – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – autarquias federais responsáveis por aproximadamente 90% de todo o investimento em desenvolvimento acadêmico, científico e tecnológico nacional, buscam, há muito tempo, além de formação de pessoal, inserir a área de avaliação Interdisciplinar em sua Diretoria de Avaliação Interdisciplinar (DAV-CAPES)⁶⁶. Ou seja, a orientação do processo interdisciplinar já é uma política pública na área do desenvolvimento científico nacional.

Ações como essas do governo federal procuram acompanhar de perto os processos de desenvolvimento científico e tecnológico globalizado, em seus aspectos teórico-metodológicos, que gerem conhecimento para o enfrentamento dos desafios oriundos do avanço social

65 - DUARTE, et al. Construção de campo interdisciplinar e trajetória do Centro de Desenvolvimento Sustentável da UnB. In: PHILIPPI JR., Arlindo; SILVA NETO, Antonio J. Barueri, SP: Manole, 2011. p.513.

66 - A natureza complexa de tais problemas pede diálogos não só entre disciplinas próximas, dentro da mesma área do conhecimento, mas entre disciplinas de áreas diferentes, bem como entre saberes disciplinares e saberes não disciplinares da sociedade e das culturas, dependendo do nível de complexidade do fenômeno a ser tratado. Daí a relevância, no mundo contemporâneo, de novas formas de produção de conhecimento que tomam como objeto fenômenos que se colocam entre fronteiras disciplinares, quando a complexidade do problema requer diálogo entre e além das disciplinas. Diante disso, desafios teóricos e metodológicos colocam-se para diferentes campos da ciência e da tecnologias. Documento de Área 2009 (Interdisciplinar). Disponível em: <<https://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/INTER03ago10.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

em várias áreas, inclusive na área da Saúde Coletiva, que usualmente se apoia no processo interdisciplinar a fim de identificar as melhores opções de ações em determinados problemas sociais em saúde. E, nesse contexto, ao mesmo tempo de gerar produtos acadêmicos como dissertações e teses na área da saúde e abastecer os gestores de políticas públicas em saúde com orientações de toda ordem sobre diversos temas relacionados à sociedade.

Os métodos qualitativos e quantitativos são outras ferramentas metodológicas que a Saúde Coletiva lança mão na expectativa em consolidar seus fazeres teóricos e empíricos. Giddens (2016) descreve, de forma elucidativa, a contribuição desses métodos (qualitativo/quantitativo) para as Ciências Sociais e por inferência para a Saúde Coletiva. Segundo ele, “distinção básica entre abordagens de pesquisa que buscam o conhecimento profundo explorando o raciocínio e os processos de tomada de decisão (qualitativo) e aquelas que fazem vasto uso de medidas para quantificar os fenômenos sociais (quantitativos)”⁶⁷.

Outrossim, faz-se necessário pontuar que as Ciências Sociais, em seus processos de atualização metodológica e científica, afastou-se do método de pesquisa quantitativo e aproximou-se mais do método de pesquisa qualitativo. Ainda conforme Giddens (2016), “a pesquisa qualitativa começou como uma forma mais especializada, atuando como um tipo de subordinada aos estudos quantitativos supostamente mais significativos e de larga escala”. E continua o autor, “a partir dos anos de 1970, porém, essa situação começou a mudar e a pesquisa qualitativa aos poucos passou a ser vista como um método de pesquisa em si mesma”⁶⁸.

De fato, a pesquisa qualitativa atualmente é considerada mais eficaz para os interesses vinculados às Ciências Sociais e à Saúde Coletiva em razão da condição de conseguir, justamente, a partir de todo seu arsenal metodológico ⁶⁹, compreender relações e problemas sociais, alcançar o sujeito e sua realidade, algo que a pesquisa quantitativa não consegue abstrair da realidade.

67 - GIDDENS, Anthony; SUTTON, Philip W. Métodos qualitativos/quantitativos. In: AUTOR. Conceitos essenciais da Sociologia. São Paulo: Editora Unesp, 2016. p.53.

68 - *Ibidem*, p.53.

69 - Amostragem; entrevista tipo qualitativo; análise documental; observação direta; abordagem bibliográfica, entre outros.

1.4.3 Tecnologias e Saúde

Tecnologia em saúde é um tema fundamental tanto para as políticas públicas em saúde quanto para as políticas públicas em desenvolvimento tecnológico no Brasil. Portanto, nos dois casos, trata-se de setores estratégicos para o desenvolvimento social nacional, em termos de cobertura para o SUS, como também de desenvolvimento de parques industriais e tecnológicos visando à autossuficiência da indústria tecnológica nacional para alguma área da tecnologia em saúde (equipamentos biomédicos e medicamentos em geral).

Outrossim, produzir um equipamento biomédico qualquer, com tecnologia nacional, por exemplo, pode representar uma redução extraordinária de custos se comparados com a importação desse mesmo equipamento, dependendo do caso. E mais, se a análise se der sob esse enfoque para a cobertura do SUS, é possível inferir que o equipamento nacional terá a possibilidade de proporcionar um impacto positivo em algum processo saúde-doença que envolva o uso desse equipamento biomédico, visto que poderá disponibilizar maior quantidade de atendimentos.

O artigo 200 da Constituição Cidadã (1988), em seu inciso V, atribui como responsabilidade do SUS: incrementar em sua área de atuação o desenvolvimento científico e tecnológico. Por isso, atualmente, o desenvolvimento de tecnologias para saúde passa estrategicamente pelo Ministério da Saúde (MS), estando vinculado ao SUS, com apoio da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos (SCTIE).

Entretanto, a tradição brasileira em desenvolvimento de tecnologias em saúde não vem de longa data; somente entre as décadas de 1950 e 1980, o Brasil deu um salto qualitativo e quantitativo em seu parque de pesquisa, ou seja, na formação de mão de obra especializada em todas as áreas do saber e, também, no desenvolvimento tecnológico. Essa ação se deu com a inauguração da CAPES e CNPq, entre os anos de 1950 e 1960.

Conforme o documento denominado Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde da SCTIE, do Ministério da Saúde, algumas das características básicas da pesquisa e do desenvolvimento naquele momento – horizontalidade e pouca seletividade – estavam vinculadas ao modelo então predominante na produção científica, que buscava, prioritariamente, criar uma massa crítica de recursos humanos qualificados. A imaturidade do componente tecnológico deve-se, em grande parte, também ao modelo de industrialização, que não estimulava o desenvolvimento e a capacitação científica, tecnológica e de inovação⁷⁰. Entretanto esses argumentos ficam na órbita de processos desenvolvimentistas em saúde e

70 - BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. Política nacional de ciência, tecnologia e inovação em saúde. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

tecnologia, mais necessariamente em aspectos históricos e políticos.

Por sua vez, Tecnologias em Saúde não são representadas exclusivamente pelo desenvolvimento de equipamentos biomédicos e/ou medicamentos somente. As áreas das Ciências Sociais e Humanas também são capazes de produzir teoria e métodos envolvendo tecnologia em saúde vinculados às expectativas teórico-metodológicas da Saúde Coletiva. Nesse caso, as tecnologias em saúde estão a trabalho do atendimento básico em saúde principalmente. Buscam, através de ações, protocolos e regras, estimular o avanço técnico e tecnológico no trabalho em saúde, estabelecendo, mormente, técnicas de acolhimento e andamento dos processos vinculados à saúde, preservando a qualidade e o interesse do usuário do sistema. O ser humano, desse modo, desenvolve ações agindo junto aos indivíduos na preservação da autonomia dos serviços em saúde.

A questão aqui colocada está em identificar o papel do sujeito na produção e reprodução de tecnologias em saúde que deem conta de problemas mais abrangentes que o conceito tradicional de tecnologia em saúde não consegue solucionar. Como, por exemplo, amenizar as mazelas que vão além da doença e do tratamento dos indivíduos e estão presentes no dia a dia no processo complexo entre a saúde e a doença.

Merhy (2014) lança luz sobre essa questão. Ele propõe a classificação das tecnologias em saúde como leve; leve-dura; e dura. Sua tese n. 9 classifica as tecnologias envolvidas no trabalho em saúde como:

[...] leve (como no caso das tecnologias de relações do tipo produção de vínculo, autonomização, acolhimento, gestão como uma forma de governar processos de trabalho); leve-duras (como no caso de saberes bem estruturados que operam no processo de trabalho em saúde, como a clínica médica, a clínica psicanalítica, a epidemiologia, o taylorismo, o fayolismo); e duras (como no caso de equipamentos tecnológicos do tipo máquinas, normas, estruturas organizações)⁷¹.

Essa divisão para a tecnologia em saúde de Merhy (2014) faz refletir sobre a importância dos processos em saúde vinculados à Saúde Coletiva, pois, mediante ações no âmbito social que fogem das estruturas convencionais, como o caso sobre a tecnologia em saúde supracitado, é possível notar o quanto se pode lidar com as racionalidades médicas a fim de, cada vez mais, contribuir para um cenário mais favorável ao processo saúde doença ligado à realidade brasileira.

71 - MERHY, Emerson Elias. Saúde: a cartografia do trabalho vivo. São Paulo: Hucitec, 2014. p. 49.

Referência bibliográfica

ALVARENGA, Thereza Augusta de et al. Histórico, fundamentos filosóficos e teórico-metodológicos da interdisciplinaridade. In: PHILLIPI JR., Arlindo; SILVA NETO, Antônio J. Interdisciplinaridade em ciência, tecnologia & inovação. Barueri, SP: Manole, 2011.

AZEVEDO, Fernando de (Org.). As Ciências no Brasil. 2.ed.Rio de Janeiro: Editora da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994. vv.1; 2.

BARBOSA, Francisco de Assis. Apresentação. In: SKIDMORE, Thomas. Brasil: de Getúlio Vargas a Castelo Branco (1930-1945). Rio de Janeiro. Paz e Terra, 1976.

BATICH, Mariana. Previdência do trabalhador: uma trajetória inesperada. São Paulo em Perspectiva, v.18, n.3, jul./set. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392004000300004>. Acesso em: 03 de set. 2016.

BAUMAN, Zygmunt. A cultura no mundo líquido moderno. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.

BOBBIO, Norberto. Dicionário de Política. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2010.

BRASIL. Anos de Incerteza (1930 - 1937): Ministério do Trabalho. Disponível em: <<http://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/AEraVargas1/anos30-37/PoliticaSocial/MinisterioTrabalho>>. Acesso em: 02 out. 2016.

BRASIL. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Decreto-Lei N. 5.452, de 1 de Maio de 1943. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del5452.htm>. Acesso em: 10 set. 2016.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

BRASIL. Departamento Nacional de Saúde Pública (DNSP) – criado em 02 de janeiro de 1920 pelo Decreto n. 3.987, para ser o principal órgão federal da área de saúde, subordinado ao Ministério da Justiça e Negócios Interiores. Disponível em: <[http://cpdoc.fgv.br/sites/default/files/verbetes/primeira-republica/DEPARTAMENTO%20NACIONAL%20DE%20SAÚDE%20PÚBLICA%20\(DNSP\).pdf](http://cpdoc.fgv.br/sites/default/files/verbetes/primeira-republica/DEPARTAMENTO%20NACIONAL%20DE%20SAÚDE%20PÚBLICA%20(DNSP).pdf)>. Acesso em: 30 set. 2016.

BRASIL. Lei de criação do Ministério da Saúde de 25 de julho de 1953. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L1920.htm>. Acesso em: 20 set. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação e Saúde Pública. Disponível em: <<http://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/AEraVargas1/anos30-37/IntelectuaisEstado/MinisterioEducacao>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Reforma Sanitária Brasileira. Rio de Janeiro: FIOCRUZ/Fundação Oswaldo Cruz/Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca. Disponível em: <<http://www.ensp.fiocruz.br/portal-ensp/judicializacao/pdfs/introducao.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social. Previdência Social. Período 1974 – 1992. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/historico/periodo-de-1974-1992/#>>. Acesso em: 12 out. 2016.

BRASIL. Presidência da República; Casa Civil; Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei n. 4.682 em 24 de janeiro de 1923. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/historicos/dpl/dpl4682.htm>. Acesso em: 1º out. 2016.

BRASIL. Previdência Social: Período de 1960 – 1970. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/historico/periodo-de-1960-1973/>>. Acesso em: 15 out. 2016.

BRÁSÍLIO JR., Sallum. Apresentação da coleção. In: A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

BRAVO, Maria Inês Souza. As Lutas pela saúde: desafios da frente nacional contra a privatização da saúde. In: 64ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC. Anais... – São Luís, MA – jul. 2012.

BURKE, Peter. História e teoria social. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

CARVALHO, Sérgio Resende. Saúde coletiva e promoção da saúde: sujeitos e mudança. 3.ed. São Paulo: Hucitec, 2010.

CENTRO COLABORADOR DO SUS – CATES. Avaliação de Tecnologias & Excelência em Saúde. O que é tecnologia em saúde? Disponível em: <<http://www.ccates.org.br/content/cont.php?id=20>>. Acesso em: ag. 2016.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). Documento de Área 2009 (Interdisciplinar). Disponível em: <<https://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/INTER03ago10.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

CURIE, Marie. Radioactive Substances. Mineola: Dover Publications, 2002.

DESLAURIERS, Jean-Pierre; KÉRISIT, Michèle. O delineamento de pesquisa qualitativa. In: POUPART, Jean et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

DICIONÁRIO da Educação Profissional em Saúde, atenção em saúde designa a organização estratégica do sistema e das práticas de saúde em resposta as necessidades da população. Disponível em: <<http://www.epsjv.fiocruz.br/dicionario/verbetes/atesau.html>>. Acesso em: 03 set. 2016.

DUARTE, et al. Construção de campo interdisciplinar e trajetória do Centro de Desenvolvimento Sustentável da UnB. In: PHILIPPI JR., Arlindo; SILVA NETO, Antonio J. Barueri, SP: Manole, 2011.

FERNANDES, Ana Maria. A construção da ciência no Brasil e a SBPC. Brasília: Editora Universidade de Brasília/ANPOCS/CNPq, 1990.

FINKELMAN, Jacobo (Org.). Caminhos da saúde pública no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002.

FLEURY ROSA, Mário Fabrício. A Física Atômica no Brasil: da questão das areias monazíticas à CPI de 1956. 2013. 181 fls. Dissertação (Mestrado em História Social) – UnB, Brasília, 2013.

GIDDENS, Anthony. Conceitos essenciais da Sociologia. São Paulo: Editora Unesp, 2016.

GRIMSTONE, Albert Victor. O Microscópio Eletrônico em Biologia. São Paulo: EPU/Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

GUALDA, Dulce Maria Rosa; BERGAMASCO, Roselena Ferraz. Enfermagem, cultura e processo saúde-doença. São Paulo: Ícone, 2004.

HELMAN, Cecil G. Cultura, saúde e doença. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

INSTITUTO DE PREVIDÊNCIA E ASSISTÊNCIA AOS SERVIDORES DO ESTADO (IPASE), Disponível em: <<http://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/AEraVargas1/anos30-37/PoliticaSocial/IAP>>. Acesso em: 30 set. 2016.

KUHN, Thomas. S. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: Perspectiva, 1991.

LEITE, Celso Barroso. SINPAS: a nova estrutura da previdência social brasileira. Revista de Informação Legislativa, Brasília, Ano 15, n.57, p.110-331, jan.-mar. 1978.

MARTINS FILHO, João Roberto. Estado e militarismo: revisitando as análises sobre a ditadura militar. In: COSTA, Sílvio. Concepções e formação do estado brasileiro. São Paulo: A. Garibaldi – UCG, 2004.

MERCADANTE, Otávio Azevedo (Org.). Evolução das Políticas e do Sistema de Saúde no Brasil. In: FINKELMAN, Jacobo (Org.). Caminhos da saúde pública no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002.

- MERHY, Emerson Elias. Saúde: a cartografia do trabalho vivo. São Paulo: Hucitec, 2014.
- MERHY, E.E.; FEUERWERKER, L.C.M. Novo olhar sobre as tecnologias de saúde: uma necessidade contemporânea. In: MANDARINO, A.C.S.; GOMBERG, E. (Orgs.). Leituras de novas tecnologias e saúde. São Cristóvão: Editora UFS, 2009. p.29-74.
- MINAYO, M. C. O desafio da pesquisa social. In: MINAYO, M.; DESLANDES, S; GOMES, R. Pesquisa Social: teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 31.ed.
- MOTOYAMA, Shozo. FAPESP. Uma História de Política Científica e Tecnologia. São Paulo: FAPESP, 1999.
- NUNES, Everardo Duarte. 1994. “Saúde Coletiva: história de uma idéia e de um conceito.” Saúde e Sociedade (3)2: 5-21
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Organização Pan-Americana da Saúde. Disponível em: <<http://www.paho.org/bra/>>. Acesso em: 10 abr. 2016.
- PASSERON, Jean-Claude. O raciocínio sociológico: o espaço não-popperiano do raciocínio natural. Petrópolis: Vozes, 1994.
- PHILLIPI JR., Arlindo; SILVA NETO, Antônio J. Interdisciplinaridade em ciência, tecnologia & inovação. Barueri, SP: Manole, 2011.
- POUPART, Jean et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.
- PREVIDÊNCIA Social. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=11335&revista_caderno=20>. Acesso em: 15 out. 2016.
- RAMOS, Fernanda Peres; NEVES, Marcos Cesar Danhoni; CORAZZA, Maria Júlia. A ciência moderna e as concepções contemporâneas em discursos de professores-pesquisadores: entre rupturas e a continuidade. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v.10, n.1, p.84-108, 2011.
- REVEL, Jacques (Org.). Jogos de Escala: a experiência da microanálise. Tradução: Dora Rocha. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998.
- REVEL, Jacques. Microanálise e construção social. In: REVEL, Jacques. Jogos de escalas: a experiência da microanálise. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998.
- RISI JUNIOR, João Baptista; NOGUEIRA, Roberto Passos. As Condições de Saúde no Brasil. In: FINKLMAN, Jacobo. Caminhos da saúde pública no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002.

SANTOS, Boaventura de Sousa. Um discurso sobre as ciências. São Paulo: Cortez, 2010.

SCHRAIBER, L; MOTA, A; NOVAES, H. 2017. Tecnologias em Saúde- Dicionário da Educação profissional em saúde, Fiocruz, acesso: 10/01/2017 (<http://www.sites.epsjv.fiocruz.br/dicionario/verbetes/tecsau.html#topo>)

SCHWARTZMAN, Simon. Formação da Comunidade Científica no Brasil. São Paulo/Rio de Janeiro: Nacional/Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), 1979.

SCHWARTZMAN, Simon. Um espaço para a ciência: a formação da comunidade científica no Brasil. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, Centro de Estudos Estratégicos, 2001.

SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INSUMOS ESTRATÉGICOS (SCTIE). Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/sctie>>. Acesso em: 20 set. 2016.

SERVIÇO DE ASSISTÊNCIA MÉDICA DOMICILIAR DE URGÊNCIA (SAMDU). Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1940-1949/decreto-27664-30-dezembro-1949-340344-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 05 out. 2016.

SKIDMORE, Thomas. Brasil: de Getúlio Vargas a Castelo Branco (1930-1945). Rio de Janeiro. Paz e Terra, 1976.

TEIXEIRA, Luiz Antônio. Ciência e Saúde na Terra dos Bandeirantes: A trajetória do Instituto Pasteur de São Paulo no período 1903 – 1916. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1995.

WEILL, Peirre; D'AMBROSIO, Ubiratan; CREMA, Roberto. Rumo à nova transdisciplinaridade. São Paulo: Summus, 1993.

CAPITULO II

SAÚDE ASSISTIVA E SOCIAL

Tecnologia Assistiva

Paulo Henrique Ferreira de Araújo Barbosa^{1,2}, Danielle Brasil Barros da Silva^{1,3},
Cristina Akemi Shimoda Uechi^{1,4,5} e Emerson Fachin-Martins^{1,2,3,6}

Abstract

This chapter appears from the coauthors experience acquired in a cooperative work to provide research, development and innovation in Assistive Technology, also including the theme in the teaching and extra mural activities of the Universidade de Brasília under the Núcleo de Tecnologia Assistiva, Acessibilidade e Inovação (NTAAI). Over the first seven years' lifetime in the NTAAI, we notably realize that although the large majority of the students, researchers and professors have internalized a notion of what the Assistive Technology meaning, they do not had success to differentiate appropriately Assistive Technology from other Health Technologies. For this reason, already fallen in the first section of this chapter, we are going to discuss what characteristics must a technology has to be qualified as assistive, allowing to understand through the subsequent sections the process of evolution in the semantic and social-policy approaches by which the technologies named assistive went through in Brazil. Once understood this process, the different classes of assistive technologies are characterized to empower the reader of knowledge, allowing him to improve and develop technological solutions to assist human activities, as well as to innovate by mean of products and business models which includes Assistive Technology.

Keywords: Self-Help Devices; Rehabilitation; Innovation.

1 - NTAAI/UnB – Núcleo de Tecnologia Assistiva. Acessibilidade e Inovação, Universidade de Brasília.

2 - PPGCTS/FCE/UnB – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias em Saúde, Faculdade de Ceilândia, Universidade de Brasília.

3 - PPGCR/FCE/UnB – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Faculdade de Ceilândia, Universidade de Brasília.

4 - PPGRB – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade do Gama, Universidade de Brasília.

5 - MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, República Federativa do Brasil.

6 - PROFNIT – Rede de Mestrado Profissional para Núcleos de Inovação Tecnológica, Programa de Pós-graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação, Polo da Universidade de Brasília.

Resumo

Este capítulo surge da experiência adquirida pelos coautores ao trabalhar de forma cooperativa a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação em Tecnologia Assistiva, inserindo o tema também nas atividades de ensino e extensão da Universidade de Brasília no âmbito do Núcleo de Tecnologia Assistiva, Acessibilidade e Inovação (NTAAI). Nos primeiros sete anos de existência do NTAAI, nos foi notório constatar que, embora a grande maioria dos estudantes, pesquisadores e professores tenham internalizado uma noção do que é uma Tecnologia Assistiva, nem todos tinham sucesso em diferenciar apropriadamente a Tecnologia Assistiva de outras Tecnologias em Saúde. Por este motivo, já na primeira seção deste capítulo iremos discutir quais características uma tecnologia necessita possuir para ser qualificada como assistiva, permitindo-se então compreender, pela leitura das seções subseqüentes, o processo de evolução nas abordagens semântica e político-social pelas quais as tecnologias ditas assistiva passaram no Brasil. Uma vez compreendido esse processo, as diferentes classes de tecnologias assistivas estão caracterizadas de maneira a empoderar o leitor de conhecimento que o permita aprimorar e desenvolver soluções tecnológicas para assistência nas atividades humanas, bem como inovar por meio de produtos e planos de negócios que envolvam Tecnologia Assistiva.

Palavras-chave: Equipamentos de Autoajuda; Reabilitação; Inovação.

2.1. Que características precisa possuir uma tecnologia para ser qualificada como assistiva?

Definir Tecnologia Assistiva como um dispositivo para ajudar o homem é uma noção praticamente intuitiva, haja visto que tal tecnologia carrega o significado de assistência no próprio nome. Entretanto, quando aprofundamos a reflexão sobre o que é uma tecnologia, chegamos à conclusão de que qualquer tecnologia foi desenvolvida com a finalidade de ajudar o homem a solucionar algum problema. Tecnologia é muitas vezes explicada como sinônimo de solução. Então, quais seriam as características que qualificam uma tecnologia como Assistiva?

Iniciemos nossa análise pela figura 2.1, nela identificamos um conjunto de sistemas mecânicos, eletrônicos e elétricos desenvolvidos para dar sustentação a um usuário suspenso sobre uma plataforma rolante e com mecanismos que lhe permitem reproduzir os movimentos da marcha humana sob a supervisão do próprio sistema, em uma série de exercícios configurados por um terapeuta ou pelo próprio usuário. Seria esse dispositivo uma tecnologia para exemplificar uma tecnologia assistiva?



Figura 2.1. Dispositivo que promove os movimentos da marcha humana em ambiente controlado e com finalidade terapêutica.

Analisemos também a figura 1.2 que apresenta um dispositivo sobre a tela de um tablete. Tal dispositivo foi desenvolvido para ser fixado à mão e ao punho de um usuário, permitindo-lhe acionar a tela sensível ao toque (uma outra tecnologia), no ambiente em que ele

necessitar, sem a intervenção de outra pessoa, conferindo à atividade a característica de ser realizada de forma independente⁷ e autônoma⁸.

O segundo dispositivo apresentado (Figura 2.2) foi confeccionado de forma bem mais artesanal que o primeiro, envolvendo menor custo, independência e autonomia do usuário na sua aplicação, bem como, aplicação em uma atividade humana real que compõe ações do cotidiano.



Figura 2.2. Dispositivo sobre a tela de um tablete que, quando fixado à mão do usuário, facilita o acionamento da tela sensível ao toque.

Acredito que leitor já começou a perceber semelhanças e diferenças entre as duas tecnologias apresentadas até então. Entretanto, continuemos nossa reflexão observando agora a figura 2.3 que apresenta um terceiro dispositivo cuja confecção já possui características mais industriais e de custo talvez intermediário entre o primeiro e o segundo dispositivos, também garantindo independência e autonomia do usuário na aplicação de uma atividade humana, que é simulada em ambiente terapêutico.

Os três dispositivos poderiam ser considerados Tecnologia Assistiva? Previamente à resposta, precisamos estabelecer um pressuposto teórico para não nos perdemos em divagações descontextualizadas. Esse pressuposto se sustenta na concepção de que uma tecnologia é uma solução dada a um problema ou necessidade humana. Logo, todos os três dispositivos

7 - Independência se refere à capacidade de execução das atividades humanas sem auxílio.

8 - Autonomia se refere à capacidade que um indivíduo tem de gerir a própria vida e tomar decisões.

são tecnologias, dado que foram desenvolvidos como soluções tecnológicas à problemas e/ou necessidades.



Figura 2.3. Dispositivo 3, acoplado em uma mesa e desenvolvido para auxiliar o usuário na realização de uma atividade motora planejada para treinar movimentos que serão utilizados em contextos reais.

Analisemos ainda outro dispositivo, antes de começarmos a estabelecer relações para qualifica-los como tecnologia assistiva ou não. Vejam a figura 2.4, no dispositivo em questão observamos uma confecção já não tão artesanal, envolvendo um custo maior e empregando materiais um pouco mais sofisticados. Aliás, quanto mais sofisticado os materiais empregados, mais melhorias nas características e propriedades aplicadas à prática serão incorporadas ao dispositivo. Apesar das diferenças com relação à fabricação do dispositivo, assim como o dispositivo 2, o dispositivo 4 favorece a independência e autonomia do usuário para a prática de uma atividade humana. Apresentado os quatro dispositivos e estabelecido o pressuposto do que é tecnologia, quais problemas e/ou necessidades cada dispositivo apresentado soluciona?

O primeiro dispositivo soluciona a necessidade de promover um conjunto de movimentos articulares acionado para reproduzir gestos motores com os membros inferiores de pessoas que perderam a independência para desempenhá-los que são muito próximos da marcha humana, proporcionando uma série de experiências físicas, sensoriais e cognitivas desejadas em um contexto terapêutico quer para a manutenção geral do estado de saúde das estruturas e funções do corpo quer para restaurar funções sensoriais e motoras perdidas por alguma condição de saúde (traumatismos, doenças vasculares, osteomioarticulares e outras).



Figura 2.4. Dispositivo 4, fixado aos membros inferiores de uma pessoa com paraplegia e desenvolvido para auxiliá-lo na prática do esqui.

O segundo dispositivo soluciona uma necessidade de uso de um outro dispositivo: o tablete. Acredito que os inventores do tablete não tinham a intenção de excluir, dentre os usuários do tablete, as pessoas com dificuldades na coordenação motora fina dos dedos. Entretanto, mesmo não tendo a intenção, assim o fizeram. Frente a este problema, o dispositivo em questão resolve a carência de motricidade fina necessária para acionamento da tela ativada pelo toque do dedo (geralmente acionado com o dedo indicador de pessoas com motricidade fina preservada).

O terceiro dispositivo soluciona a necessidade de suporte auxiliar para realizar uma atividade simulada em ambiente terapêutico, aplicando de forma gradual um maior ou menor nível de assistência durante a execução da tarefa de preensão, que favorece a recuperação das propriedades estruturais e funcionais da mão por garantir sustentação do braço, antebraço e punho que são necessárias para que a mão esteja livre para manipular uma série de atividades humanas realizadas nesse contexto.

Por fim, o quarto dispositivo soluciona a exclusão de pessoas com paraplegia da prática de esqui. Da mesma forma que o tablete, os idealizadores do esqui tradicional talvez não tivessem a intenção de excluir os paraplégicos da prática do esporte citado, mas mesmo assim, pelo tipo de dispositivo existente para a prática, também o fizeram. Assim, o dispositivo 4 soluciona a impossibilidade de pessoas sem movimentos dos membros inferiores participarem da prática do esqui.

Apresentados os quatro dispositivos, reflitam agora, o que os quatro exemplos de soluções tecnológicas possuem em comum e em que eles diferem? Feita sua reflexão, observem as informações que foram organizadas sistematicamente na tabela 2.1.

Tabela 2.1. Comparação dos dispositivos por categorias de análise.

Categorias de Análise	Dispositivo 1	Dispositivo 2	Dispositivo 3	Dispositivo 4
Composição	Componentes mecânicos, eletrônicos e elétricos	Componentes mecânicos	Componentes mecânicos	Componentes mecânicos
Confeção	Industrial	Artesanal	Industrial	Industrial
Custo	Alto	Baixo	Intermediário	Intermediário
Função humana considerada	Marcha	Acionamento por toque da tela	Manuseio de objetos com sustentação no espaço	Prática do esqui
Capacidade de proporcionar independência e autonomia do usuário na função humana considerada em contexto real?	Não	Sim	Não	Sim
Capacidade de promover inclusão direta de pessoas frente a um ambiente ou uso de dispositivo não pensado segundo o desenho universal?	Não	Sim	Não	Sim
Contexto	Simulado	Real	Simulado	Real
Qualificação da tecnologia	Terapêutica	Assistiva	Terapêutica	Assistiva

A primeira grande conclusão que retiramos da análise sistemática de algumas informações que foram categorizadas na tabela 2.1 é que não é a composição, o tipo de confeção, o custo ou a função humana considerada no dispositivo que o qualifica como assistivo; mas sim categorias intrínsecas ao processo de atividade humana como a capacidade de promover

independência e autonomia, a propriedade de favorecer a inclusão de pessoas excluídas do ambiente, do uso de um dispositivo ou da prática de alguma atividade, bem como o contexto de utilização real nas suas atividades de vida diária e vida prática.

As principais tecnologias que são confundidas com a Tecnologia Assistiva são as tecnologias diagnósticas, as profiláticas e as terapêuticas, dado ao caráter relacionado à assistência em saúde que, de uma forma indireta, também favorecem a atividade humana. Entretanto, a grande diferença reside em sua utilização. As tecnologias ditas assistivas são de propriedade do usuário que irá adquiri-la e incorporá-la no seu cotidiano. As demais tecnologias citadas são instrumentos de avaliação e intervenção dos profissionais da saúde.

Dada a facilidade em se qualificar de forma equivocada outras tecnologias que não são assistivas, o Comitê de Ajudas Técnicas instituído em 16 de novembro de 2006 pela Portaria número 142, estabelecida em decorrência do Decreto 5.296 de 2004 e com o objetivo de dar transparência e legitimidade ao desenvolvimento de Tecnologia Assistiva no Brasil, propôs a seguinte definição para Tecnologia Assistiva:

“Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidade ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.”

Uma vez bem estabelecido o que qualifica uma tecnologia para ser considerada assistiva, vamos agora discutir como o conceito de Tecnologia Assistiva, bem como o fomento ao desenvolvimento desse tipo de tecnologia evoluiu ao longa da história no Brasil. A seção seguinte irá justamente discutir esse processo numa perspectiva histórica.

2.2. Das ajudas técnicas à tecnologia assistiva: a evolução histórica no Brasil.

Mesmo que a Tecnologia Assistiva não tenha sido mencionada nas primeiras leis que se preocuparam a estabelecer medidas para dar apoio às pessoas com deficiência, para atender ao que estava nelas disposto, dispositivos de auxílio à autonomia e independência de seus usuários eram as soluções mais factíveis para que a pessoas com deficiência pudessem gozar dos direitos prescritos nessas leis. Assim, desde quando o Governo Federal reconheceu a necessidade de proporcionar condições equânimes a todas as pessoas com algum tipo de deficiência, a Tecnologia Assistiva, mesmo que indiretamente, encontrou terreno fértil para nascer, frente as exigências de inclusão no sistema educacional, de inserção no trabalho, de acesso a espaços urbanos, de garantias quanto a promoção da sua saúde, dentre outros incentivos previstos em lei.

Decretada e sancionada em 24 de outubro de 1989, a Lei nº 7.853 assegurou apoio às pessoas com deficiência por meio da criação da Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (CORDE), instituindo inclusive tutela jurisdicional, uma espécie de função do Estado instaurada para resolver conflitos que surgissem a partir do momento em que uma lei entra em vigor, objetivando o cumprimento da legislação. Por mais que se referissem na época ao “portador de deficiência”, uma forma já reconhecidamente inadequada para denominá-los, a criação de redes de serviços especializados em reabilitação e habilitação desse público foi mencionada nos documentos oficiais, ainda que não se encontrasse na lei nenhuma forma direta de garantia à oferta de Tecnologia Assistiva.

A menção aos tais serviços especializados, bem como aos incentivos para desenvolvimento tecnológico em todas as áreas do conhecimento relacionadas com a pessoa com deficiência, já estabelecia um ponto de partida para o desenvolvimento de Tecnologia Assistiva que agregou força no ano seguinte, 1999, com o Decreto 3.298 de 20 de dezembro, o qual regulamentou a Lei nº 7.853 e dispôs sobre a Política Nacional para a integração da pessoa com deficiência. Em seu conteúdo, influenciado pelos modelos assistenciais predominantes e focados na estrutura e função do corpo, definiram deficiência, deficiência permanente e incapacidade em termos das funções psicológica, fisiológica e anatômica e na definição de incapacidade fizeram a primeira menção à necessidade de equipamentos, adaptações, meios ou recursos especiais para que as pessoas com deficiência pudessem receber ou transmitir informações necessárias ao seu bem-estar pessoal e ao desempenho de função ou atividade a ser exercida.

Pela primeira vez, ainda que mencionada de forma genérica como equipamento, adaptação, meios ou recursos especiais, a Tecnologia Assistiva que conhecemos hoje foi prescrita

em um documento oficial que também definiu deficiência nos campos da deficiência física, auditiva e visual, incluindo as deficiências mental e múltipla na redação que foi dada pelo Decreto 5.296 alguns anos depois em 2004. Convém destacar que a Política Nacional destacada no caput do texto do decreto já era reflexo das discussões cada vez mais presentes advindas do Programa Nacional de Direitos Humanos.

Sem muitas delongas, em 19 de dezembro de 2000, o então Presidente da República Fernando Henrique Cardoso, sancionou a Lei nº 10.098 que recebeu nova redação somente 15 anos depois, em 2015, com a Lei 13.146 em 6 de julho de 2015. Assim, o cenário que tínhamos as portas do século 21 favoreceu o surgimento do que se considerava na época como: ajudas técnicas. As ajudas técnicas eram compreendidas como qualquer forma de solução que permitisse compensar uma ou mais limitações funcionais motoras, sensoriais ou mentais da pessoa com deficiência, com o objetivo de permitir-lhe superar as barreiras da comunicação e da mobilidade, bem como possibilitar a sua inclusão social.

O já mencionado Decreto 5.296 de 2004 retomou o conceito de ajudas técnicas considerando-as como produtos, instrumentos, equipamentos ou tecnologias adaptadas ou especialmente projetadas para melhorar a funcionalidade de pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, favorecendo a autonomia pessoal, total ou assistida. Percebam que em 2004, apesar de não chamar Tecnologia Assistiva, as ajudas técnicas já estavam bem definidas, tanto que, em 16 de novembro de 2006, foi criado pela Portaria nº 142 o CAT – Comitê de Ajudas Técnicas – para apresentar propostas de políticas governamentais e parcerias entre a sociedade civil e órgãos públicos referentes à área de ajudas técnicas. O objetivo maior era dar transparência e legitimidade ao desenvolvimento do que viria a se chamar: Tecnologia Assistiva.

Em 2008, com a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e com a fortalecimento crescente de termos relacionados à promoção dos Direitos Humanos, a pessoa com deficiência assumiu destaque na agenda global, inspirando proposição de conceitos como o de Desenho Universal, questionando porque produtos e ambientes são criados de forma padronizada frente à diversidade humana. As reflexões ampliaram as discussões de acessibilidade e barreiras arquitetônicas para desenhos que, na sua concepção, buscassem atender a todas as pessoas independente das suas características.

O conceito de desenho universal removeu o referencial de deficiências localizada na pessoa, para o de deficiência localizada no ambiente. Nessa perspectiva, o que é deficiente é o ambiente e não as pessoas cujas diferenças (deficiência física, sensorial, intelectual ou múltipla) devem ser consideradas na origem do projeto de uma solução tecnológica.

Em conclusão, um produto ou ambiente projetado segundo o conceito de Desenho Universal, seria aquele que agrega na sua concepção a possibilidade de ser usado por todos, na sua máxima extensão possível, sem necessidade de adaptações ou projeto especializado para pessoas ditas com deficiência, visto que caso não atendesse essa característica, seria um produto/ambiente deficiente.

Impulsionado por todos os avanços políticos e sociais discutidos nas leis, decretos e portarias apresentadas, o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência, mais conhecido como o Plano Viver sem Limites, foi lançado em 17 de dezembro de 2011 pelo Decreto nº 7.612, com o objetivo de implementar novas iniciativas e intensificar as ações que, desde o histórico relatado neste capítulo, foram, são e estarão sendo desenvolvidas pelo Governo Federal em benefício das pessoas com deficiência.

Como parte das ações que se originaram e frente aos incentivos que culminaram no lançamento do Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência, surge o NTAAI – Núcleo de Tecnologia Assistiva, Acessibilidade e Inovação – da Universidade de Brasília. Este núcleo de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica compreende uma rede de estudos composta por grupos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico que visa promover conhecimento, desenvolvimento e inovação na área de Tecnologia Assistiva no Brasil que resulte em produtos e serviços.

Desde 25 de outubro de 2011, o NTAAI foi reconhecido pelo então Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação (MCTI) como um núcleo de pesquisa nesta temática com sede em Brasília. Em seguida, na chamada pública divulgada pelos Ofícios-Circular 20 e 21/2011/CEHS/SECIS (ANEXOS), o MCTI complementou informações e ajustou procedimentos para firmar o Termo de Cooperação entre a UnB e o MCTI que propiciou ao núcleo receber recursos para firmar uma rede de cooperação para produção de conhecimento, tecnologia e inovação em Tecnologia Assistiva. A partir desse momento, o NTAAI passou a integrar a Rede Nacional de Núcleos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Tecnologia Assistiva com atividades vinculadas ao CNRTA – Centro Nacional de Referência em Tecnologia Assistiva sediado na cidade de Campinas, no CTI – Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer.

Deste a criação, o núcleo tem sido coordenado pelo professor Emerson Fachin Martins que é professor lotado no curso de Fisioterapia da Faculdade de Ceilândia em colaboração com o professor Antônio Padilha Larina Bó, cujas atividades são exercidas na Faculdade de Tecnologia. Ambos os professores estão em efetivo exercício na UnB e foram nomeados pelo Ato DAF 406/2011 para atuarem respectivamente como gestor e gestor substituto do convênio FUB/MCTI, código FUB n. 8246. Assim, a partir de 2011, o NTAAI passou a fazer parte desta história.

Com a nova redação dada pela Lei 13146 no ano de 2015, o documento oficial que tinha apenas cinco páginas, passa a compor o Estatuto da Pessoa com Deficiência nessa nova lei com 31 páginas e inúmeras definições importantes que estabeleceu os referenciais políticos e conceituais da Tecnologia Assistiva no Brasil. Contudo, antes de discutirmos o teor do documento mais atual, vamos analisar como as ajudas técnicas evoluíram para o conceito de Tecnologia Assistiva que temos hoje.

2.3. Tecnologia assistiva: enfoque terminológico no Brasil e no mundo.

Conforme já descrito, ajudas técnicas foi a forma inicial pela qual as tecnologias ditas assistivas passaram a configurar nos documentos oficiais que trataram do assunto no Brasil. Por se tratar de um campo de aplicação de avanços tecnológicos com aplicação em melhoras de condições de vida e saúde das pessoas, a Tecnologia Assistiva abrange profissionais de várias áreas do conhecimento e a adoção do termo atual. Tecnologia Assistiva diz respeito hoje à pesquisa, fabricação, uso de equipamentos, recursos ou estratégias utilizadas para potencializar as habilidades funcionais das pessoas desde incrementos no desempenho humano para tarefas básicas e autocuidado até para atividades profissionais, lazer e esporte.

Principalmente fundamentado no trabalho da CAT – Comitê de Ajudas Técnicas, cuja criação consta em um dos documentos oficiais já mencionados neste capítulo, observamos que para se alcançar êxito na localização de referências que tratam do assunto envolvendo Tecnologia Assistiva é preciso se consultar bases de dados por meio de três principais palavras-chave: Tecnologia Assistiva, Ajudas Técnicas e Tecnologias de Apoio. Segundo o CAT, a elaboração de pesquisa para proposição da terminologia oficial no Brasil resultou na escolha do termo Tecnologia Assistiva, por tratar de uma área de conhecimento e por entender que o termo tecnologia não se limita a nuance exclusiva de dispositivos com uma finalidade específica, incorporando a noção de um conjunto de conhecimentos e técnicas para solucionar uma necessidade ou um problema, sendo apresentada como uma ciência que trata da técnica em uma de suas definições no dicionário brasileiro de Aurélio Buarque de Holanda.

O mesmo comitê constatou que predomínio do termo Tecnologia Assistiva (Assistive Technology) estava mais presente na língua inglesa, enquanto o termo Ajudas Técnicas (Ajudas Técnicas) predominava na língua espanhola. Observou-se também a tradução de Assistive Technology como Tecnologia de Apoio na língua portuguesa falada em Portugal. Em conclu-

são, creio que podemos concordar que o termo tecnologia representa muito mais as soluções que reconhecemos como Tecnologia Assistiva, uma vez que nas definições do termo tecnologia ênfase é dada na ideia de aplicação do conhecimento para um fim: assistir à população.

O raciocínio terminológico amplia a noção de dispositivos e equipamentos assistivos (ajudas técnicas) para produtos mais genéricos, contextos organizacionais ou formas de agir, conforme destacado pela CAT em seu documento de referência. Incluindo assim na grama de produtos assistivos qualquer produto, instrumento, estratégia, serviço ou prática utilizado por pessoa com deficiência ou funções reduzidas para prevenir, compensar, aliviar ou neutralizar limitações da atividade e restrições da participação individual ou coletiva.

Em suma, adotou-se no Brasil o termo Tecnologia Assistiva que ampliou a noção de ajudas técnica. Por sua vez, o termo ajudas técnicas foi substituído pelo termo “produtos assistivos” que passou a compreender qualquer solução tecnológica, independentemente de ser um dispositivo ou equipamento. Tal convenção propulsiona a necessidade mais profunda de pensar novas formas de classificação de Tecnologia Assistiva com base nas classificações que já existem, incorporando o conceito emergente de Desenho Universal que, por sua vez, preconiza que os espaços, artefatos e produtos que visam atender simultaneamente todas as pessoas, com diferentes características antropométricas e sensoriais, de forma autônoma, segura e confortável, constituindo-se nos elementos ou soluções que compõem a acessibilidade. Definitivamente, incorporando o conceito de Desenho Universal estaríamos tirando a referência de deficiência da pessoa e colocando a referência no que realmente é deficiente: o ambiente.

Neste capítulo ainda iremos discutir as classificações já propostas para organizar a gama de produtos assistivos e para fomentar o desenvolvimento e inovação por meio de soluções tecnológicas que valorizem as necessidades e os problemas de seus usuários por meio da sua própria percepção. Com essa discussão compreenderemos as bases conceituais do que expressa o significado atual de Tecnologia Assistiva que representa uma área de conhecimento, um campo interdisciplinar, um objetivo centrado na promoção da funcionalidade humana por meio de produtos, recursos, estratégias, práticas, processos, métodos, serviços e/ou qualquer forma de solução às necessidades e aos problemas apreendidos do potencial usuário da tecnologia assistiva que, nesse contexto, é mais um indivíduo com sua diversidade tentando funcionar em um mundo deficiente que não foi pensado segundo a lógica expressa no conceito de Desenho Universal.

2.4. Classificações dos produtos de tecnologia assistiva.

Na literatura, há várias formas descritas para se classificar produtos de Tecnologia Assistiva. Assim como foi visto para sua denominação que sofreu variações que refletem o local e as relações do uso da tecnologia, sua denominação também sofreu modificações que refletem a finalidade para a qual o dispositivo assistido foi concebido, bem como a natureza da necessidade e/ou do problema solucionado pela Tecnologia Assistiva. Como mencionado em tópicos anteriores neste capítulo, a divisão dos produtos assistivos em classes também apresentará uma diversidade que reflete tais características. Antes de iniciarmos uma discussão sobre as formas de se classificar produtos de Tecnologia Assistiva já proposta nessa literatura, tentaremos compreender o que significa classificar. Conforme consultado no dicionário Michaelis, classificar pode assumir inúmero significados que discutiremos a seguir.

Os significados de verbo transitivo direto informando a ação de: (1) Distribuir(-se) em classes e nos grupos respectivos, de acordo com um método ou sistema de classificação; (2) determinar, em um conjunto, as categorias a que pertencem os elementos que o constituem; (3) com um ênfase mais biológico, determinar a classe, ordem, família, gênero e espécie; (4) Pôr em ordem (coleções, documentos etc.); arrumar, organizar e (5) Selecionar segundo qualidade, tamanho ou outras propriedades ou qualidades. Ainda, como verbo predicativo, pode informar: (6) formar juízo a respeito de outrem ou de si mesmo; considerar(-se), qualificar(-se) ou (7) preencher, em competição ou concurso, as condições preestabelecidas para aprovação.

Observem que pela análise semântica, podemos compreender que determinados produtos assistivos, a considerar o contexto de aplicação, podem ser classificados nas mesmas ou em diferentes categorias, a depender do critério de classificação definido. Apoiados no significado que nos interessa: (1) Distribuir(-se) em classes e nos grupos respectivos, de acordo com um método ou sistema de classificação; o método e o sistema de classificação necessita ser precisamente pensado, pois a diversidade de contextos de aplicação dos produtos assistivos podem comprometer a utilidade da classificação e distorcer o significado do produto classificado.

Um exemplo de distorção de classificação pode ser analisado, quando classificamos produtos assistivos para locomoção não considerando o ambiente em que o produto será utilizado. Na figura 2.5, o produto assistivo de locomoção, adquirido por um usuário fictício funciona bem no ambiente com recursos de acessibilidade, contudo não atenderia necessidades globais de locomoção, visto que nos critérios de classificação o ambiente não foi considerado na sua ampla variedade.

Ao observar o usuário no contexto ilustrado na figura 2.5, imaginando que ao comprar o dispositivo ele tenha consultado a classe: locomoção assistida, fica claro constatar que a cadeira de rodas classificada como um recurso que permite a locomoção do indivíduo, na verdade somente minimiza a restrição de locomoção em ambientes com acessibilidade, uma vez que não prevê a utilização do recurso em todos os terrenos possíveis. No exemplo ilustrado, caso o indivíduo necessite locomover-se na praia, o produto imaginado como facilitador seria então qualificado como barreira, já que a cadeira de rodas adquirida não estaria apta para rolar na areia, devido à sua ineficiência em gerar aderência nas rodas para um terreno arenoso, impedindo sua locomoção nesse ambiente.

Um outro produto, cuja classe poderia ser definida como acessórios para enfrentamento de barreiras da locomoção assistiva, representaria a solução para o problema da falta de aderência das rodas da cadeira para determinados ambientes. A depender de quantos acessórios desse tipo existirem, convém se estabelecer no sistema de classificação subclasses, mantendo a cadeira como um produto de locomoção que representa um elemento facilitador e seus acessórios como elementos que ampliam o uso da cadeira em outros terrenos. Portanto, a depender do referencial de ambiente, tudo pode ser modificado, inclusive a forma de classificação. Você já começou a perceber o quanto classificar pode ser complexo?



Figura 2.5. Pessoa com limitação da locomoção e restrição da participação em atividades de praia utilizando dois produtos assistivos (uma cadeira de rodas com um dispositivo acessório) que permitiu o deslocamento em terreno arenoso.

Em um levantamento feito pelo Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), pertencente à Secretaria Especial dos Direitos Humanos, vinculada à Presidência da República, em 2009, foram obtidas informações que serviram como referencial teórico para o presente capítulo.

Nele, diferentes formas de classificação de produtos assistivos foram considerados. Baseado nos conteúdos encontrados, a conclusão que o CAT chegou foi que não havia um consenso de classificação, pois elas são empregadas de acordo com propósitos específicos de qualificação de recursos. Ou seja, uma classificação específica precisa ser pensada para casos específicos. Se o propósito da classificação for para venda, ensino, trocas de informação, organização de serviços de aconselhamento ou concessão de produto; diferentes sistemas de organização taxonômica precisam ser idealizados. Dessa forma, uma boa classificação deve se apropriar do conceito de Tecnologia Assistiva contido nos documentos oficiais brasileiros e considerar o propósito para o qual o sistema de organização taxonômica está sendo criado.

Essa conclusão não afasta a importância e necessidade de se conhecer formas de classificação de produtos assistivos, pois a partir delas é que podemos melhor compreender o universo de categorias que ela oferece, bem como elucidar os vários campos que estão férteis e carentes de produções de conhecimento, recursos e auxílios, bem como prestação de serviços. Partindo dos esclarecimentos, vamos enumerar as três principais referências de categorização, para ao final adotarmos uma para organizar informações mais específica de alguns produtos assistivos.

O primeiro sistema de classificação considerado foi o ISO 9999, que é uma forma de classificação amplamente utilizada pelo mundo para bases de dados e catálogos, com enfoque em recursos produzidos de forma padronizada e organizados em classes que se desdobram em itens de produtos. Em outras palavras, essa forma de classificação tem como propósito uma padronização entre os diversos países para a criação de normas que irão reger o processo de produção em Tecnologia Assistiva.

O documento que rege a ISO 9999, denominado como “Produtos Assistivos para pessoas com deficiência - Classificação e terminologia” classifica por aplicabilidade para a qual o produto foi concebido. Ela consiste de três níveis hierárquicos com seus respectivos códigos. Como em outras classificações, para cada nível são fornecidos os códigos, títulos, notas explicativas, inclusões, exclusões e referências cruzadas. Como objetivo principal, a classificação propõe uma organização de produtos assistivos, concebidos ou disponíveis para pessoas com deficiência, estando também incluídos produtos assistivos que requerem o auxílio de outra pessoa para sua operação.

A ISO 9999 possui as seguintes classes: (1) tratamento médico pessoal, (2) treinamento de habilidades, (3) órteses e próteses, (4) proteção e cuidados pessoais, (5) mobilidade pessoal, (6) cuidados com o lar, (7) mobiliário e adaptações para residenciais e outras edificações, (8) comunicação e informação, (9) manuseio de objetos e equipamentos, (10) melhorias ambientais, ferramentas e máquinas, e (11) lazer.

No ano de 2003, a ISO 9999 foi aceita como um membro associado da Organização Mundial da Saúde (OMS), estabelecendo relação com uma de suas classificações chave, a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF). Com base na CIF, pode-se bem compreender o contexto em que o indivíduo ou uma população se insere no que diz respeito ao uso tecnológico, pois ela abrange componentes biológicos, relacionados com a anatomia e fisiologia do corpo, que permitem ou não as ações (atividades) e inserções na sociedade (participação), bem como elenca o ambiente como um potencial facilitador ou barreira, a depender da atividade e objetivo em questão. Além desses fatores, outro importante aspecto que a CIF aborda, apesar de não codificar, são os aspectos pessoais, com extremo teor determinístico no contexto aqui descrito.

Os aspectos pessoais se baseiam no caráter decisório de uma pessoa que possui um estado de saúde dinâmico, definido aqui como um balanço entre os aspectos positivos e negativos de componentes relacionados à estrutura e a função, a atividade e a participação, bem como aos componentes ambientais. Baseando-se nesse balanço, pode-se inferir uma tendência à funcionalidade, com fatores positivos maiores que os negativos, ou o contrário, tendendo à incapacidade, estado de saúde em que predomina fatores negativos.

O sentido de se fazer essa análise é que ela permite identificar quais são as potencialidades dos determinantes em saúde influenciados pelos fatores contextuais: ambientais e pessoais, onde a tecnologia assistiva principalmente modifica acessos. Ou seja, o dispositivo assistivo representa estratégias propulsoras para a melhoria do estado de saúde. Portanto, questões como etnia, religião e orientação sexual, contidos na seara dos aspectos pessoais, são decisórios, ou em muitos casos, finalísticos no balanço do estado de saúde de um indivíduo. Eles influenciarão as atitudes e as reações do indivíduo no contexto descrito. Assim, com o elo de ligação entre as duas últimas classificações aqui mencionadas, é a influência que a tecnologia representa para o estado de saúde, pode-se inferir que elas são de caráter complementar e de maior significado para o emprego da associação entre elas duas.

Outra referência sobre classificação de produtos de Tecnologia Assistiva é o modelo de classificação Horizontal European Activities in Rehabilitation Technology – HEART, que surgiu no âmbito do Programa Technology Initiative for Disabled and Elderly People – TIDE, da União Europeia, que propôs um foco em Tecnologia Assistiva, com base nos conhecimentos envolvidos na sua utilização. Seu entendimento, conseqüentemente sua concepção, se baseiam em considerar três grandes áreas de desenvolvimento em Tecnologia Assistiva: a área de desenvolvimento de (1) componentes técnicos, (2) componentes humanos e (3) componentes socioeconômicos.

O desenvolvimento de componentes técnicos relaciona-se com o tipo de atividade desempenhada pelo indivíduo, atividades estas elencadas em quatro categorias: (1) comunicação, (2) mobilidade, (3) manipulação e (4) orientação. A partir delas, subcategorias se organizam com o propósito de aprofundar em detalhamento cada categoria e mais bem explorar a temática que representa cada uma.

No desenvolvimento dos componentes humanos, o sistema de classificação elenca categorias relacionadas com o impacto que a deficiência humana gera, se baseando na explicação contextual, sob componentes biológicos, psicológicos e sociais, no auxílio da compreensão das mudanças ocorridas nas pessoas e sua relação com o espaço em que vive, demonstrando as contribuições do produto assistivo em um cenário específico.

Por fim, no que concerne o desenvolvimento dos componentes socioeconômicos, procurou-se indicar o que a tecnologia afeta, quais são as interações dentro do contexto social (pessoas, relacionamentos e impacto no usuário final), enfatizando também as vantagens e desvantagens dos diferentes modelos de prestação de serviços.

A terceira e última referência que utilizaremos neste capítulo é a Classificação Nacional de Tecnologia Assistiva do Departamento de Educação dos Estados Unidos, que foi desenvolvida a partir da conceituação de Tecnologia Assistiva que consta na legislação norte-americana e integra os seus recursos e serviços. Esse sistema de classificação bem adequado para relações comerciais, catalogou 10 itens de componentes que constituem recursos, por áreas de aplicação, e apresenta um grupo de serviços de Tecnologia Assistiva que promove o apoio à avaliação do usuário, o desenvolvimento e a customização de recursos, a integração da Tecnologia Assistiva com ação e objetivos educacionais e de reabilitação, bem como os apoios legais de concessão. Dentre os 10 itens catalogados, encontram-se elementos arquitetônicos, elementos sensoriais, computadores, controles, vida independente, mobilidade, órteses e próteses, recreação/lazer/esporte, móveis adaptados/mobiliário e serviços.

Tendo por base o exposto, percebe-se que não podemos pensar em produtos de Tecnologia Assistiva sem levar em consideração o contexto que o indivíduo está inserido, bem como o propósito de uso do produto. A necessidade particular se diferencia na atividade pretendida, bem como em aspectos contextuais, tanto ambientais como pessoais, sendo eles determinísticos para auxiliar e/ou permitir o desempenho de uma da atividade. Portanto, classificar os produtos de Tecnologia Assistiva vai muito além de categorizar as necessidades e anseios individuais. É essencial um conhecimento para se estabelecer associações e relações com o enfoque na funcionalidade humana e o propósito de promover qualidade de vida.

2.5. Considerações finais

Criado em 2011 com o propósito de reunir competências dentro da Universidade de Brasília para o trabalho cooperativo, o NTAAl – Núcleo de Tecnologia Assistiva, Acessibilidade e Inovação tem como principal objetivo constituir um espaço para o desenvolvimento de pesquisa e inovação na área de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade, com formação e capacitação de recursos humanos. Configura-se como uma rede de estudos, reconhecida pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), e composta por equipes e times de pesquisa e desenvolvimento tecnológico que visam promover conhecimento e inovação na temática da área.

Nos últimos anos, em particular a partir de 2011 com o lançamento do Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência – Viver sem Limites, o Brasil tem oportunizado investimentos por meio de políticas governamentais de acesso à educação, inclusão social, atenção à saúde e acessibilidade. Elaborado com a participação de mais de 15 ministérios e do Conselho Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência (CONADE), o Viver sem Limites envolveu todos os entes federados e previu um investimento total no valor de 7,6 bilhões de reais até 2014.

Neste contexto, dentre as ações estabelecidas pelo plano, encontra-se a instituição do Programa Nacional de Inovação em Tecnologia Assistiva (TA), entendendo que inovar em TA é peça chave para garantir que as pessoas com deficiência possam gozar de seus direitos humanos mais básicos. Inicialmente designada pelo termo Ajudas Técnicas, atualmente a TA é definida como uma área do conhecimento de característica interdisciplinar que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços cujo objetivo seja promover a funcionalidade relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidade ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Com o crescente desenvolvimento tecnológico já vivido nos últimos anos, somado aos incentivos nacionais, inovar em TA requer uma série de iniciativas muito bem articuladas para que o produto desenvolvido por grupos de pesquisa atenda às necessidades do usuário. Para isso, formações específicas e bem articuladas em propostas interdisciplinares são requeridas não somente na concepção de uma inovação em TA, mas também na formação dos profissionais envolvidos com esse tipo de desenvolvimento tecnológico.

A aplicação de TA pode abranger todos os determinantes relacionados à atividade e participação individual e/ou coletiva, ampliando a capacidade e o bom desempenho humano em atividades das mais básicas, desde aquelas relacionadas ao autocuidado até aquelas mais

complexas como as relacionadas às habilidades e competências profissionais. Em particular para as pessoas com deficiência, inovar em TA significa ampliar suas potencialidades.

A Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência das Nações Unidas define a pessoa com deficiência como aquela com impedimento de longo prazo, que pode ser de natureza física, mental, intelectual ou sensorial; interagindo com diversas barreiras que podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdades de condições com as demais pessoas. Por esta definição fica claro que a deficiência não está na pessoa, mas sim no acesso que poderia ser favorecido por tecnologias.

Os favorecimentos tecnológicos possuem natureza variada, desta maneira a gama de produtos, métodos, serviços e soluções tecnológicas tende a ser enorme, envolvendo habilidades e competências bem distintas, mas bem articuladas. Em um rápido levantamento bibliográfico é possível se encontrar TA para diferentes condições e envolvendo habilidades e competências das mais distintas profissões.

Por exemplo, a utilização de TA foi associada a uma maior possibilidade de papéis ocupacionais para pessoas com deficiência física. Materiais e produtos que favoreçam o desempenho autônomo e independente em tarefas rotineiras (atividades de vida diária e atividades de vida prática) constituem tecnologias importantes e são mundialmente preconizadas para estimular a participação social. No contexto do desenvolvimento em TA para favorecimento do movimento, inúmeras são as possibilidades, em particular no desenvolvimento de próteses e órteses, que com o auxílio da robótica desperta o interesse de grupos por todo o mundo para as inúmeras possibilidades.

O cenário apresentado neste capítulo qualifica o desenvolvimento tecnológico em TA como um terreno fértil à inovação. Muitas são as possibilidades desde que bem articuladas entre as necessidades do usuário e as diferentes habilidades e competências profissionais. O funcionamento organizado de grupos de pesquisa levando em conta tal articulação, certamente contribuirão para se alcançar as metas definidas no Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência.

Referências Bibliográficas

Brasil. Tecnologia Assistiva.; 2009. doi:10.1590/S1414-81452007000400019.

Gabrilli M. Desenho Universal: Um Conceito Para Todos. São Paulo: Company S.A.; 2005.

Organização Mundial da Saúde. CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade.; 2004. doi:10.1590/S1415-790X2005000200011.

Edyburn DL. Rethinking Assistive Technology. Spec Educ Technol Pract. 2004;5(October 2003):16-22. <https://pantherfile.uwm.edu/edyburn/www/RethinkingAT.pdf>.

Nilsson A, Vreede KS, Häglund V, Kawamoto H, Sankai Y, Borg J. Gait training early after stroke with a new exoskeleton – the hybrid assistive limb: a study of safety and feasibility. J Neuroeng Rehabil. 2014;92:11. doi:10.1186/1743-0003-11-92.

Bae J, Tomizuka M. A gait rehabilitation strategy inspired by an iterative learning algorithm. In: IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline). Vol 18. ; 2011:2857-2864. doi:10.3182/20110828-6-IT-1002.00669.

Paim JS. Modelos de atenção à saúde no Brasil. Políticas e Sist Saúde no Bras. 2012:1100.

Seção

03

Rede Social Semântica para Pacientes Diabéticos

Bruno Elvis Costa Rodrigues da Silva¹, Dr. Francisco Milton Mendes Neto²,
Dra. Círcia Raquel Maia Leite² e Jerffeson Gomes Dutra³

Abstract

The easy access to information is an obvious characteristic of the Information and Communication Technologies. These technologies contribute to the development of various areas such as education, industry and health. When these means are inserted in health, When these means are inserted in health, patients can have access to information that contribute to better living with the disease that they have, making them active agents in their treatment. Given the situation of the occurrence of chronic diseases worldwide, technologies that help people with regard to access to relevant content related to their disease are essential. Thus, this chapter discusses the development of two systems: a semantic social network, able to provide informations related to the patient's disease, according to their profile and the reality in which it is inserted; and an system of expert intermediate, so that it is guaranteed the quality of the recommended informations.

Keywords: Diabetes, Semantic, Content Recommendation.

1 -Bacharel. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – RN, Brasil.

2 - Doutor(a). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – RN, Brasil.

3 - Laboratório de Engenharia de Software – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) CEP 59.625-900 – Mossoró – RN – Brasil

Resumo

O acesso facilitado a informações é uma característica evidente das Tecnologias de Informação e Comunicação. Tais tecnologias contribuem para a evolução de diversas áreas, dentre as quais, a educação, a indústria e a saúde. Quando estes meios estão inseridos na área da saúde, os pacientes podem ter acesso a informações que contribuem para uma melhor vivência com a doença que eles possuem, tornando-os, assim, agentes ativos no seu tratamento. Diante da situação em que se encontra a ocorrência de doenças crônicas na população mundial, tecnologias que auxiliem as pessoas no que diz respeito ao acesso a conteúdos relevantes referentes a sua doença são imprescindíveis. Desta forma, este capítulo aborda o desenvolvimento de dois sistemas: uma rede social semântica, capaz de fornecer informações ligadas à doença do paciente, de acordo com seu perfil e com a realidade em que ele está inserido; e um sistema de intermédio do especialista, de forma que seja garantida a qualidade das informações recomendadas.

Palavras-chave: Diabetes, Semântica, Recomendação de Conteúdos.

3.1. Introdução

Na vida de um paciente com doença crônica, o conhecimento a respeito da sua patologia é algo indispensável, visto que a partir do acesso a informações desse tipo o indivíduo consegue entender quais são os aspectos que podem influenciar de forma direta ou indireta no seu convívio com a doença.

De posse dessas informações, o paciente consegue adaptar o seu cotidiano de forma que o impacto causado pela doença seja reduzido. Porém, ter muita informação não significa que a aprendizagem de fato acontecerá. Muitas vezes o paciente, em uma pesquisa na web, encontra inúmeros sites falando sobre o mesmo assunto, apenas com dados replicados e nem sempre confiáveis.

Dessa maneira, é necessário garantir que toda informação apresentada ao paciente seja relevante para o seu tratamento e esteja de acordo com o seu perfil. Assim, este capítulo apresenta o desenvolvimento de uma Rede Social Semântica que é capaz de coletar os dados do usuário e recomendar conteúdos e amigos de acordo com as suas características. Além desta Rede Social Semântica, será apresentado um Sistema de Intermédio do Especialista, onde um profissional de saúde classificará as fontes de conteúdos de acordo com os perfis dos usuários, determinando se são confiáveis e relevantes para estes pacientes.

3.2. Diabetes

Um levantamento realizado pelo Ministério da Saúde em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2014, afirmou que cerca de 40% da população brasileira adulta, o equivalente a 57,4 milhões de pessoas, possui pelo menos uma doença crônica não transmissível.

Anderson (2010) afirma que as doenças crônicas têm sido o problema de saúde mais importante do século XXI. Entende-se por doença crônica, qualquer distúrbio que persiste por um longo período e afeta o funcionamento físico, emocional, intelectual, profissional, social ou espiritual e que possuem longa duração com progressão geralmente lenta [Anderson 2010; WHO 2013].

As doenças crônicas não transmissíveis são responsáveis por mais de 72% das causas de mortes no Brasil. A hipertensão arterial, o diabetes, a doença crônica de coluna, o colesterol e a depressão são as que apresentam maior prevalência no país [Portal Brasil 2014].

Algumas características da diabetes a tornam especial entre as demais doenças crônicas, visto que todos os pacientes diabéticos têm necessidades diferentes. Isso acontece devido às diferenças relacionadas com a idade e comorbidades, motivação, rotinas diárias etc. [Fioravanti et al. 2011].

Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) (2015), uma epidemia de Diabetes Mellitus (DM) está em curso. Estima-se que a população mundial com diabetes em 2015 era de cerca de 382 milhões de pessoas, com a perspectiva que alcance, em 2035, a 471 milhões. O número de indivíduos diabéticos vem aumentando devido ao crescimento e envelhecimento populacional, da maior urbanização, da crescente prevalência de obesidade e sedentarismo, bem como da maior sobrevivência de pacientes com DM.

A Federação Internacional de Diabetes (2013) estimou que em 2013 existiriam 11.933.580 pessoas, na faixa etária de 20 a 79 anos, com DM no Brasil. Tal incidência eleva o número de gastos no tratamento da doença. A American Diabetes Association (2013) estimou que foram gastos em torno de 3,9 bilhões de dólares em tratamento de DM no Brasil no ano de 2012. Segundo Bahia et. al. (2011), são gastos por paciente diabético no Sistema Único de Saúde cerca de US\$ 2.108,00, onde US\$ 1.355,00 são relativos a custos diretos.

A SBD destaca que devido à natureza crônica do DM, a gravidade das suas complicações e os meios necessários para controlá-las a tornam uma doença muito onerosa, tanto para os indivíduos afetados e suas famílias, como para o sistema de saúde.

Além disso, os custos vão além dos financeiros, pois a ocorrência da doença pode causar dor, ansiedade, inconveniência e perda de qualidade de vida. Muitos indivíduos com diabetes são incapazes de continuar trabalhando ou possuem algum tipo de limitação ocasionada pela doença, afetando seu desempenho profissional.

Portanto, o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) é uma alternativa para o auxílio nos cuidados clínicos a esses pacientes, de modo que, através da internet e dos dispositivos móveis, é possível a troca de experiências, acesso a informações relacionadas a sua saúde e o compartilhamento destes dados.

3.3. Saúde 2.0

As TICs oferecem variadas ferramentas e métodos capazes de auxiliar no desenvolvimento de qualquer área. Segundo Silva e Pereira (2010), as TICs viabilizam o crescimento econômico, mediante investimentos em tecnologias; proporcionam bem-estar social, por meio do aumento de melhores oportunidades de negócio; promovem a melhoria dos serviços públicos; e oferecem qualidade de vida, por intermédio da aplicação dessas tecnologias na educação e saúde.

O uso destas tecnologias, cada vez mais frequente no cotidiano das pessoas, possibilitou a criação e aplicação do conceito de Web 2.0, ao qual a Saúde 2.0 está atrelada. A Web 2.0 é a segunda geração dos serviços presentes na internet, onde sua maior característica é potencializar as formas de publicação, compartilhamento e organização de informações, além de ampliar os espaços para a interação entre os participantes do processo [Primo 2007].

A versão 2.0 da Web tem repercussões sociais importantes, de modo que os processos de trabalho em conjunto, de produção e troca de informações, e de troca afetiva são potencializados. O'Reilly (2005) afirma que não é possível demarcar precisamente as fronteiras da Web 2.0, visto que se trata de uma espécie de núcleo ao qual gravitam ao redor princípios e práticas que aproximam diversos sites que os seguem.

A Web 2.0 trouxe como característica a possibilidade da presença da internet no convívio social das pessoas. Através de suas ferramentas, é possível o compartilhamento constante de informações e experiências, bem como a facilidade nas interações sociais, que podem ser feitas em qualquer momento, independentemente do local e da distância em que os indivíduos se encontram.

Com o avanço dessas ferramentas, os indivíduos conseguiram ter um acesso mais simples às informações dentro dos mais variados contextos. Um deles é o da saúde, onde, através das ferramentas da Web 2.0, o indivíduo tem se tornado um agente ativo no conhecimento da sua saúde. A essa prática, dá-se o nome de Saúde 2.0.

Segundo Jacopetti (2011), a Saúde 2.0 pode ser definida como o uso de software social e a sua capacidade para promover a colaboração entre pacientes, seus médicos e outros profissionais da área de saúde.

Santos (2008) destaca que, através das redes sociais, blogs, compartilhamento de vídeos, fotos e ideias, as pessoas não precisam e nem devem mais ficar desinformadas ou vítimas de profissionais desqualificados, ou seja, o grande potencial da Saúde 2.0 é a boa informação.

Através da Saúde 2.0, muda-se o modo como os pacientes se relacionam e compartilham suas informações e conhecimentos. Atualmente, as pessoas que apresentam algum sintoma, inicialmente buscam informações a respeito do seu possível problema e só depois buscam a ajuda de algum profissional. Neste processo inclui-se a união da aprendizagem informal e das tecnologias e ferramentas da Web 2.0, voltados à construção coletiva do conhecimento na saúde [Fernandez-Luque et al. 2010].

Assim, o paciente torna-se um elemento ativo no processo de tratamento e conhecimento da sua doença, que, atrelado ao conhecimento do profissional de saúde, pode garantir que o controle e/ou a cura da sua doença sejam feitos de forma mais rápida e eficiente.

3.4. Sistemas de Recomendação

Na busca por informações na Web a respeito da sua doença, o paciente encontra uma grande quantidade de conteúdos relacionados. Essa variedade de informações de início pode ser visualizada como um ponto positivo, visto que significa que o paciente terá acesso a mais fontes e conteúdos relacionados com a sua doença. Porém, nem sempre o usuário está apto a selecionar qual conteúdo é relevante para si, além disso, ele pode não ser capaz de identificar se o conteúdo acessado oferece algum risco ou apresenta alguma informação equivocada.

Diante de situações desse tipo, os Sistemas de Recomendação (SR) são alternativas que buscam amenizar os impactos gerados pelo fácil acesso a essa grande carga de informações. Coello, Yuming e Tobar (2013) afirmam que, ao contrário dos sistemas de busca, os SR permitem o acesso à informação sem uma consulta explícita de um dado usuário. Assim, os SR conseguem recomendar conteúdos de acordo com as características do usuário, mesmo que ele não realize explicitamente a busca pelo conteúdo que é apresentado.

Para que isso seja possível, os SR contam com repositórios de informação e dados de preferência dos usuários, que auxiliam no direcionamento de conteúdos a indivíduos com potenciais interesses [Mendes Neto e Sales 2015]. Um dos desafios dos SR é realizar a indicação de produtos, serviços e/ou informações que melhor atendam às expectativas dos usuários, bem como ao seu perfil [Trevisan, Cazella e Nunes, 2011].

Reategui e Cazella (2005) afirmam que, no que diz respeito a definir uma estratégia de recomendação, variadas técnicas podem ser implementadas, de forma individual ou em conjunto, no intuito de que as recomendações sejam geradas.

Vieira e Nunes (2012) classificam os SR em três tipos:

- Sistema de Recomendação Baseada em Conteúdo (SBRC): nesse tipo de sistema, a recomendação é baseada nas informações recuperadas do usuário (perfil, comportamento etc.) e/ou do seu histórico de escolhas. Desse modo, a recomendação personalizada pode obter, ao final do seu processamento, um resultado satisfatório para o usuário;
- Sistema de Recomendação Colaborativa (SRC): a recomendação por filtragem colaborativa leva em consideração as escolhas realizadas por usuários com características similares, ou seja, os conteúdos apresentados a um usuário já foram recomendados a outros usuários com perfis semelhantes;
- Sistema de Recomendação Híbrida (SBH): esse tipo de sistema realiza a recomendação utilizando as técnicas presentes nos SRBC e nos SRC, de forma a atingir um maior número de possibilidades e sugerir conteúdos que diretamente não aparentam estar relacionados [Martins Júnior et al. 2011].

Além dos tipos citados, existem também estratégias de recomendação que servem para classificar os itens filtrados pelas técnicas de recomendação.

3.5. Enriquecimento Semântico

Uma das principais dificuldades dos sistemas de recomendação é a definição correta dos metadados a serem utilizados, que normalmente é feita de forma manual ou semiautomática [Moreira et al. 2014]. Em ambientes onde acontece a aprendizagem formal, há a presença de um indivíduo que orienta e classifica os conteúdos inerentes à aprendizagem de um grupo de pessoas com níveis e interesses semelhantes.

Por outro lado, Moreira et al. (2014) afirmam que na web os conteúdos estão dispersos sem um domínio de conhecimento definido e há uma grande diversidade de usuários. E, diferentemente da realidade de um ambiente de aprendizagem formal, estes usuários apresentam interesses e necessidades diferentes, além de nem sempre estarem dispostos ou aptos a fornecer informações sobre eles.

Logo, é preciso vincular as informações desses usuários a um domínio de conhecimento. Para que essa vinculação aconteça de forma automática e permita o processamento e entendimento do conteúdo por agentes computacionais, técnicas de enriquecimento semântico podem ser utilizadas.

Segundo Moreira et al. (2014) apud Zapater e Mendes Neto (2014), o processo de enriquecimento semântico consiste em anexar conceitos semânticos a partes específicas de um texto, provendo uma estrutura para interpretação automática de seu significado e possibilitando estender a compreensão do domínio de um determinado Traço Digital (TD).

Os TDs são os rastros deixados pelos usuários em suas interações nos ambientes virtuais. Estes traços evoluem como consequência dos ambientes em que estão incorporados e estabelecem uma relação com o mundo real do usuário, representando seus pontos de vista, interesses, experiências e emoções [Despotakis, Lau e Dimitrova 2011].

Kleinberg (2008) afirma que a análise dos TDs possibilita estabelecer relações geralmente difíceis de serem estudadas em ambientes convencionais, de modo que seja possível medir o comportamento humano coletivo com base em conjuntos de grandes sistemas sociais.

Para a análise destes rastros, é realizada a identificação e o mapeamento de termos-chave a partir do conteúdo textual, através de técnicas e ferramentas de Processamento de Linguagem Natural (PLN), que analisam os radicais e origens das palavras e ajudam a determinar e encontrar variações das mesmas [Moreira 2015].

Segundo Moreira (2015), o PLN possui um subconjunto de entrada e/ou saída codificado em uma linguagem natural e o processamento da entrada e/ou geração da saída deve ser baseado no conhecimento, sob aspectos sintáticos, semânticos e/ou pragmáticos, de uma linguagem natural.

Através do PLN, os agentes computacionais podem criar relações semânticas da parte textual de um TD com ontologias de domínio. Além disso, podem estabelecer essas relações com os usuários, permitindo, assim, que motores de inferências extraiam informações relativas sobre eles.

Portanto, o processo de enriquecimento é fortemente baseado no PLN e em ontologias de domínio, de modo que, através do processamento realizado nos TDs dos usuários, é possível traçar um perfil destes indivíduos e realizar a categorização dos conteúdos de forma automática.

3.6. Web Semântica

A Web Semântica pode ser encarada como a evolução da Web tradicional. Enquanto a versão tradicional foi desenvolvida para ser entendida pelos usuários, a versão semântica da web é projetada para ser entendida pelas máquinas, na forma de agentes computacionais, capazes de processar e analisar as informações fornecidas e entender seus significados.

Berners-Lee (2001) apud. Dziekaniak e Kirinus (2004) afirma que os computadores precisam ter acesso a coleções estruturadas de informações (dados e metadados) e de conjuntos de regras de inferência. De modo que seja possível o processo de dedução automática e, assim, obtenha-se a representação do conhecimento.

Segundo Laufer (2015), a ideia de agregar semântica na web visa facilitar o entendimento e a interoperabilidade dos dados, publicados nos mais diferentes formatos e com diferentes protocolos de acesso.

Laufer (2015) ainda afirma que os blocos básicos que definem a Web Semântica são:

- Um modelo de dados padrão;
- Um conjunto de vocabulários de referência; e
- Um protocolo padrão de consulta.

A Web Semântica busca facilitar o processo de comunicação entre os diversos participantes do ecossistema, de forma a criar um modelo mental comum, minimizando a possibilidade de ambiguidades e facilitando, assim, o trabalho necessário para o desenvolvimento de aplicações que manipulem as diversas fontes de dados [Laufer 2015].

Para que consiga estruturar o conteúdo presente na internet, a Web Semântica precisa de agentes que percorram a rede, página por página, de modo que executem tarefas incomuns (ou impraticáveis) para o usuário. Esses agentes devem ter a capacidade de identificar o verdadeiro significado das palavras e as relações lógicas entre elas [Dziekaniak e Kirinus 2004].

Segundo Dziekaniak e Kirinus (2004), para que os computadores possam entender o conteúdo presente na web, é necessário que eles consigam ler dados estruturados e tenham acesso a conjuntos de regras que o ajudem a conduzir seus raciocínios.

Assim, para que a Web Semântica possa ler, analisar e tratar os dados presentes na internet, foram desenvolvidas algumas tecnologias. Nas subseções seguintes, serão apresentadas algumas das tecnologias imprescindíveis para a estruturação da versão semântica da web.

3.6.1. Resource Description Framework – RDF

O RDF serve para representar as informações contidas na Web. Por meio desta tecnologia é possível fazer afirmações sobre recursos, ou seja, descrever os recursos não vinculados a um domínio específico de aplicação. Dessa forma, é possível analisar qualquer informação, seja ela a respeito de uma pessoa, empresa ou sentimento.

Para a descrição dos recursos, a estrutura é composta por três tipos de objetos: recursos, propriedades e triplas. Um recurso é o que será descrito por uma expressão RDF, além disso, todo recurso é identificado por um Uniform Resource Identifier (URI), que será abordado posteriormente neste capítulo. Uma propriedade é toda característica utilizada para descrever um recurso [Dziekaniak e Kirinus 2004].

A tripla é formada por um recurso, uma propriedade e o seu valor. Ela é composta por três elementos: <sujeito> <predicado> <objeto>. Dessa forma, uma afirmação RDF irá expressar a relação entre dois recursos. Desse modo, o sujeito e o objeto representam os dois recursos sendo relacionados, e o predicado representa a natureza dessa relação [Laufer 2015].

Assim, o RDF é um modelo de representação para descrever semanticamente os recursos presentes na Web.

3.6.2. Uniform Resource Identifier - URI

Para que seja possível identificar os recursos e suas propriedades de forma única e universal, evitando, assim, que existam diferentes nomenclaturas para representar uma mesma coisa, o RDF utiliza as URIs.

Segundo Berners-lee et al. (2005), as URIs são uma forma mais abrangente da URL, visto que não estão necessariamente ligadas à localização do recurso. O seu formato é semelhante ao da URL, porém seu uso é voltado para identificar qualquer coisa presente na Web, enquanto a URL representa o endereço de recuperação de uma informação.

Um aspecto importante envolvido no esquema das URIs é a forma de identificação de recursos. Esta identificação pode ser opaca, ou seja, não deve haver nenhuma informação na URI que possa ser interpretada em relação ao recurso que ela identifica; ou alguns esquemas apresentam informações especificadas em sua estrutura, de modo que ao ler, um usuário pode identificar uma outra URI relacionada, sem que seja necessário recorrer a outra forma de busca [Laufer 2015].

É necessário garantir que o esquema seja persistente, ou dure pelo menos o tempo necessário. Além disso, se uma URI se tornar obsoleta, é necessário prover uma estrutura em que seja possível informar ao usuário sobre este fato e direcioná-lo a uma outra URI, capaz de recuperar tais informações.

3.7. Ontologias

A Web Semântica necessita que as informações presentes na internet sejam agregadas, garantindo que o significado pretendido pelo publicador dos dados seja o mesmo entendido pelo consumidor dos dados [Laufer 2015]. Para isso, é necessário se utilizar vocabulários com uma semântica bem definida, que correspondam a vocabulários de referência ou de uso mais comum, compondo assim as ontologias.

Gruber (2005) define ontologia como uma especificação de uma conceitualização, ou seja, é uma descrição de conceitos e relacionamentos que existem entre esses conceitos.

Borst (1997) apud Moraes e Ambrósio (2007) definem ontologia como uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada. Especificação formal quer dizer que algo é legível para os computadores, explícita corresponde aos conceitos, propriedades, relações, funções, restrições e axiomas explicitamente definidos, conceitualização representa um modelo abstrato de algum fenômeno do mundo real e compartilhada significa conhecimento consensual.

No cenário da Web Semântica, é preciso que se estabeleça um conjunto de ontologias de referências, de modo que para cada publicação específica será feita uma busca nos termos existentes e, assim, retornar as informações referentes e relacionadas ao que foi buscado. Nas situações em que nenhuma ontologia apresenta informações relacionadas ao termo que se busca, uma nova ontologia pode ser criada para abranger estes assuntos.

Para representar os conhecimentos, há diversas estruturas de ontologias, cada uma voltada para funcionalidades e objetivos específicos. Neste trabalho, é utilizada a ontologia Friend-of-a-Friend (FOAF), abordada na subseção 3.7.1.

3.7.1. FOAF

Segundo Dodds (2004), o FOAF corresponde a um projeto que busca definir um vocabulário RDF para expressar metadados sobre as pessoas e os seus interesses, relações e atividades.

FOAF é um projeto desenvolvido para ligar as pessoas e as informações por meio da web. Independentemente se a informação esteja na cabeça das pessoas, em documentos físicos ou digitais, ou na forma de dados factuais, tudo pode ser ligado [Brickley e Miller 2014].

Este projeto integra três tipos de rede: as redes sociais de colaboração humana, amizade e associação; redes de representação, que descrevem uma versão simplificada de um universo; e redes de informação, as quais utilizam os links da web para compartilhar as descrições publicadas de forma independente.

O FOAF foi projetado para ser usado juntamente com outras ontologias e para ser utilizável com a grande quantidade de serviços criados para a Web Semântica. Ele usa, por exemplo, como linguagem de consulta dos dados a SPARQL.

A SPARQL é um conjunto de especificações que fornecem linguagens e protocolos para consultar e manipular o conteúdo RDF na Web ou em um repositório específico. Esta linguagem pode ser utilizada para formular consultas que variam de correspondências padrões simples a consultas complexas. Tais consultas podem incluir união, partes opcionais de consultas e filtros, além de agregação de valor, expressões de caminhos, consultas aninhadas etc. [Harris e Seaborne 2013].

Segundo Brickley e Miller (2014), o FOAF basicamente corresponde a um conjunto de definições concebidas para servir como um dicionário de termos que podem ser utilizados para expressar afirmações sobre o mundo. O foco inicial desta ontologia é a descrição de pessoas, uma vez que as pessoas são os objetos que ligam a maioria dos outros tipos de objetos que são descritos na Web, pois são elas quem produzem documentos, trocam ideias, são retratados em fotos etc. Assim, uma ontologia FOAF é descrita a partir das especificações do RDF e contribui para realizar as ligações entre as informações referentes aos usuários de uma rede.

3.8. MobiLEHealth

Os sistemas desenvolvidos e abordados neste capítulo funcionam como uma parte integrante do MobiLEHealth (Mobile Learning Environment for Health), em que seus componentes foram desenvolvidos por Mendes Neto et al. (2014), Costa (2015), Moreira (2015) e Sombra (2015).

O MobiLEHealth é um ambiente de aprendizagem ubíqua no contexto da Saúde 2.0 destinado a pessoas com doenças crônicas. Este ambiente tem a capacidade de se adequar às características particulares dos usuários, de modo que disponibiliza conteúdos de acordo com as suas necessidades. Dessa forma, busca oferecer ao paciente uma alternativa de acesso a informações que contribuam para um maior conhecimento a respeito da sua doença e, conseqüentemente, obter uma melhoria na sua qualidade de vida. Para conhecer o paciente, o MobiLEHealth considera o perfil do mesmo e o contexto atual no qual ele está inserido, além das suas interações com conteúdos na web e em mídias sociais [Mendes Neto et al. 2014].

Três sistemas compõem o MobiLEHealth. Tais sistemas funcionam de forma independente, porém de modo integrado:

- Sistema de Monitoramento Ubíquo de Usuários (SMUU);
- Sistema de Recomendação Personalizada de Conteúdos (SRPC);
- Sistema de Enriquecimento Semântico de Perfil de Usuário (SESPU);

O SMUU é um ambiente que tem como função realizar o monitoramento ubíquo das atividades cotidianas do usuário [Sombra 2015]. Este monitoramento acontece de forma dinâmica, autônoma e transparente para o usuário. Assim, este ambiente tem a capacidade de capturar e monitorar todas as interações que um determinado usuário tem dentro do MobiLEHealth, usando para isso seus acessos a conteúdos web e mídias sociais.

A seguir serão apresentados com mais detalhes o SRPC e o SESP.

3.8.1. Sistema de Recomendação Personalizada de Conteúdo

Este sistema foi desenvolvido por Costa (2015) e toda especificação encontrada aqui toma como base o que ele explica em seu trabalho. O SRPC foi desenvolvido com o objetivo de fornecer apoio à aprendizagem informal e ubíqua a pessoas portadoras de doenças crônicas,

de forma que o usuário tenha conhecimento a respeito da sua doença a partir das informações sugeridas por esse sistema. Tais informações são recomendadas levando-se em consideração as características do perfil do paciente, fazendo com que o conteúdo seja personalizado e baseado no contexto diário do paciente e na sua condição de saúde.

A arquitetura deste sistema é baseada em camadas, cada elemento presente nele é responsável por técnicas de filtragem e seleção específicas. A Figura 3.1 apresenta a arquitetura deste sistema.

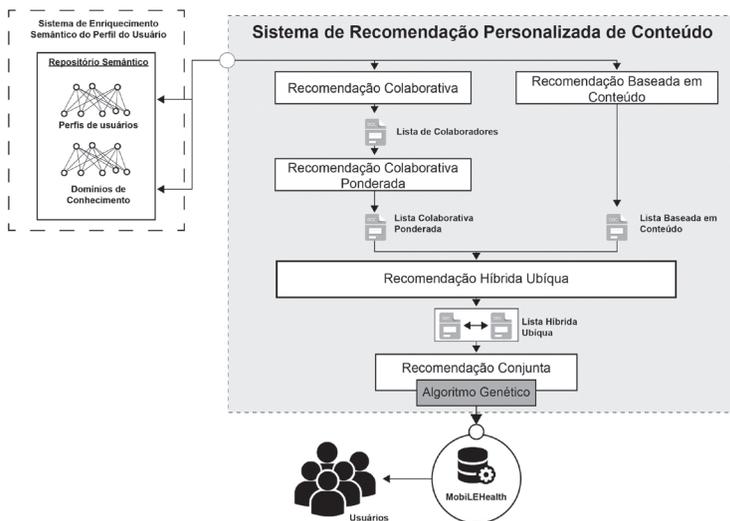


Figura 3.1 – Arquitetura do Sistema de Recomendação Personalizada de Conteúdo.

Fonte: Costa (2015).

Em conjunto com o SRPC, há o SESP (abordado na subseção seguinte). O processo do SRPC inicia a partir dos dados resultantes do processo de enriquecimento semântico do SESP.

Durante o processamento deste sistema, é realizada inicialmente uma Recomendação Colaborativa (RC) e uma Recomendação Baseada em Conteúdo (RBC). A partir dos resultados da RC é gerada uma Lista de Colaboradores (LC), que será a entrada para o processamento da Recomendação Colaborativa Ponderada (RCP). A RCP gera uma Lista Colaborativa Ponderada (LCP).

Ao final do seu processamento, a RBC gera uma lista de conteúdo de domínio semelhante ao perfil do usuário. Em seguida, os resultados da RCP e RBC são cruzados e usados

como entrada para a Recomendação Híbrida Ubíqua (RHU). Por fim, o resultado da RHU é processado pela Recomenda Conjunta (RCJ), buscando relações entre os seus itens e os interesses do usuário, gerando um conjunto de conteúdos finais a serem recomendados ao usuário.

3.8.2. Sistema de Enriquecimento Semântico de Perfil de Usuário

A descrição deste sistema tem como base a especificação do mesmo no trabalho de Moreira (2015). O intuito do SESPU é prover meios para determinar os interesses relacionados à saúde por parte do usuário, considerando o seu contexto diário. Esse sistema funciona como um componente com interfaces externas bem definidas, buscando garantir que ele não sofra interferências externas, ou seja, a integração com os demais componentes ocorre por meio destas interfaces.

A integração do SESPU com o MobiLEHealth acontece de duas formas: através de um serviço que disponibiliza métodos que retornam a relação do usuário ou conteúdo com um domínio; e a por meio de agentes computacionais que analisam a base de dados do MobiLEHealth na busca por informações que necessitam ser enriquecidas e acrescentadas ao perfil semântico do usuário.

O SESPU possui um Analisador de Conteúdo, cuja função é realizar o processamento de um determinado conteúdo, por vezes utilizando as técnicas de Processamento de Linguagem Natural, e buscar por termos semelhantes nas ontologias de domínio. Após esse processamento, as informações são enviadas ao Enriquecedor Semântico, que irá gerar as anotações semânticas para as correspondências encontradas e as armazenar na ontologia de perfil de usuário.

Neste sistema há também um Repositório Semântico, responsável por fornecer ontologias de domínio que representam a modelagem dos conceitos relacionados às doenças crônicas que compõem o sistema e a ontologia de perfil de usuário.

O motor inferência, que também faz parte do SESPU, tem a função de responder às solicitações vindas do MobiLEHealth. Tais solicitações podem ser para um usuário, onde o sistema determina qual a relação entre o usuário e um domínio de conhecimento, ou para um conteúdo, de forma que será definida a relação entre este conteúdo e um domínio de conhecimento.

Assim, o SESPU proporciona ao SRPC as informações necessárias para que sejam feitas as recomendações aos usuários do ambiente.

3.9. Rede Social Semântica e Sistema de Intermédio do Especialista

A partir da problemática que envolve o diabetes, sua demanda e a necessidade de prover um meio de auxílio aos pacientes, este trabalho apresenta uma rede social com características semânticas, que ligada aos sistemas presentes no MobiLEHealth (abordado na Seção 3.8), é capaz de oferecer ao diabético conteúdos relevantes de acordo com a sua realidade de vivência com a doença.

Este ambiente coleta as informações do usuário de forma semântica, de modo que, com a ação do Sistema de Monitoramento Ubíquo do MobiLEHealth e das ferramentas presentes na rede social, são coletados os traços digitais do paciente, suas pesquisas, amigos e perfil.

As informações coletadas são enviadas a um repositório semântico, onde será realizada inicialmente a classificação do paciente de acordo com as suas características de saúde. Para que essa classificação seja realizada, toma-se como base o conhecimento de um profissional de saúde e acontece através de consultas a uma ontologia de classificação de usuário.

Para o desenvolvimento desta ontologia, utilizou-se a tecnologia FOAF (abordada na Seção 3.7.1), sendo possível inferir as relações entre os usuários da rede social. Essas informações são inferidas levando em consideração o nível de semelhança entre os usuários sob os seguintes aspectos:

- Tipo de diabetes;
- Tempo que o paciente possui diabetes;
- Idade do paciente;
- Gênero;
- Afinidade com tecnologia;
- Quantidade de amigos em comum.

A partir destes aspectos, a ontologia desenvolvida os analisa e, ao identificar informações semelhantes entre dois ou mais usuários, os pontua de acordo com a sua relevância. No final desta análise, tem-se uma pontuação que determina se a recomendação deve ser feita ou não. Um cenário possível seria:

“Maria tem 33 anos e possui diabetes tipo 2 há 05 anos. Sua afinidade com tecnologia é alta e ela tem 5 amigos em comum com Fernanda”.

“João tem 60 anos e possui diabetes tipo 1 há 10 anos. Sua afinidade com tecnologia é média e ele não possui nenhum amigo em comum com os demais usuários da rede social”.

“Fernanda tem 28 anos e possui diabetes tipo 2 há 03 anos. Sua afinidade com tecnologia é média e ela tem 5 amigos em comum com Maria”.

“Francisco tem 18 anos e possui diabetes tipo 1 há 01 ano. Sua afinidade com tecnologia é alta e ele tem 2 amigos em comum com Fernanda”.

Diante destas informações, a ontologia irá analisar que: Maria e Fernanda possuem o mesmo tipo de diabetes e têm idades próximas, além disso, ambas convivem com a doença durante um período semelhante e têm uma quantidade considerável de amigos em comum. Logo, a rede social irá recomendar que Maria e Fernanda sejam amigas.

Além disso, temos que o perfil de João não é semelhante a nenhum outro usuário, apenas apresenta o mesmo sexo e tipo de diabetes de Francisco. Logo, João não será recomendado a nenhum desses usuários, o que fará com que a ontologia busque outros usuários na rede social que apresentem o perfil semelhante ao dele.

Para realizar as consultas e o acesso aos dados desta ontologia é utilizada a linguagem de consulta SPARQL (abordada na Seção 3.7.1), uma linguagem voltada para consultas à base RDF, na qual a FOAF está estruturada.

Após classificar o paciente, o seu perfil será enriquecido com o auxílio do Sistema de Enriquecimento Semântico de Perfil do Usuário (SESPU), descrito na Subseção 3.8.2. A partir destas informações, o Sistema de Recomendação Personalizada de Conteúdo (SRPC) recomenda os conteúdos.

Apesar do conteúdo recomendado levar em consideração o perfil do usuário, é necessário garantir que ele seja relevante, venha de uma fonte confiável e não apresente nenhuma informação equivocada. Assim, para garantir a confiabilidade das informações, foi desenvolvido, juntamente com a Rede Social Semântica, um Sistema de Intermédio do Especialista.

O Sistema de Intermédio é utilizado exclusivamente por profissionais de saúde especialistas na área. Através da sua interface, o profissional pode acompanhar o perfil de um paciente e verificar quais conteúdos serão recomendados ao diabético. A partir disso, ele pode classificar as fontes destes conteúdos e determinar se são confiáveis e se devem ser recomendadas ou não. Ainda neste sistema, em casos em que a fonte do conteúdo a ser recomendado é

um repositório de informações em grande escala, como o YouTube, é possível que o profissional analise e classifique um conteúdo em particular, nesse caso, um vídeo.

A Figura 3.2 apresenta a arquitetura de funcionamento da Rede Social Semântica e do Sistema de Intermédio do Especialista em conjunto com os sistemas do MobiLEHealth.

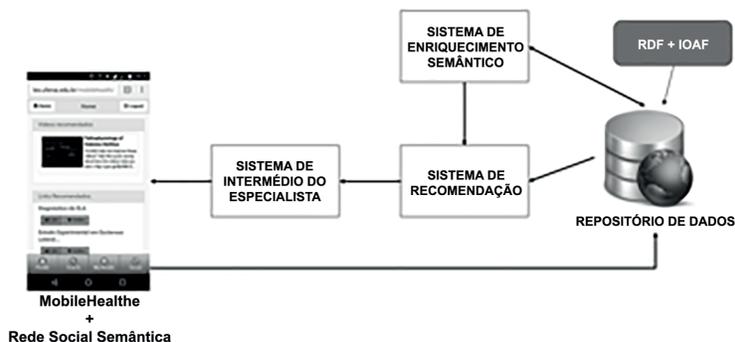


Figura 3.2. Arquitetura de funcionamento dos sistemas apresentados.

A partir do que é apresentado na Figura 3.1, é possível visualizar a integração dos sistemas e o fluxo de funcionamento dos mesmos:

1. A informação a respeito do paciente é coletada na rede social;
2. Essa informação chega até a ontologia presente no repositório de dados;
3. O perfil do usuário é enriquecido;
4. Com base no perfil do paciente, são recomendados conteúdos e amigos;
5. Todas essas informações chegam até o sistema do especialista;
6. O especialista classifica e aprova ou reprova a recomendação;
7. As recomendações aprovadas são apresentadas ao usuário na interface da rede social.

Na Figura 3.3 são apresentadas algumas telas da rede social, com (i) o feed de informações, onde são apresentados os conteúdos recomendados, (ii) a sessão onde é possível assistir os vídeos que foram selecionados, (iii) o espaço onde aparecem os posts dos amigos e (iv) o local onde o paciente pode gerenciar o seu perfil.

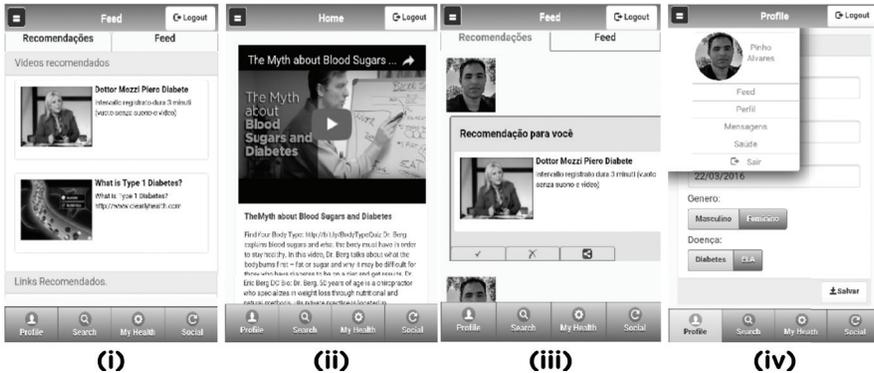


Figura 3.3. Telas da Rede Social Semântica

Com o uso de ferramentas e princípios da Web Semântica, um sistema de enriquecimento semântico e um sistema de recomendação personalizada de conteúdo, em conjunto com uma ontologia voltada para as interações dos usuários no ambiente, a Rede Social Semântica e o Sistema de Intermédio do Especialista oferecem um ambiente onde o paciente diabético tem acesso a informações relevantes e confiáveis a respeito da sua doença, além da possibilidade de trocar experiências com os demais pacientes.

3.9.1. Ferramentas Utilizadas no Desenvolvimento

No desenvolvimento dos sistemas abordados neste capítulo, foram utilizadas algumas ferramentas para estruturação, funcionamento e integração das funcionalidades oferecidas por eles. A seguir tais ferramentas são apresentadas.

3.9.1.1. Laravel

Criado por Taylor Otwell, O Laravel é um framework de código aberto para desenvolvimento web em PHP. Seu código é aberto e está disponível no GitHub, podendo ser acessado pelo link “<https://github.com/laravel/framework>”.

Este framework possui sua estrutura de programação em 3 (três) camadas, utilizando a arquitetura Model-Controller-Views (MVC), com o objetivo de deixar o projeto desenvolvido mais simples e bem definido, de modo que possibilite um aumento do desempenho na produtividade [Laravel 2016].

Dentre as suas principais vantagens está a facilidade para lidar com rotas, banco de dados, além de ter uma vasta gama de pacotes contendo rotinas pré-prontas, relacionadas à segurança, tratamento de imagens, formulários, reuso de código, integração com outros serviços e, além disso, conta com uma comunidade ativa.

Segundo Skvorc (2015), o Laravel foi escolhido como o framework mais popular dentre os 23 analisados. Diante destes fatores, ele foi escolhido para o desenvolvimento da plataforma web.

3.9.1.2. API do YouTube

Desenvolvida pelo Google e com suporte a diversas plataformas (Android, iOS, Web), a YouTube Data API possibilita a integração das funcionalidades do YouTube em sites e aplicativos, permitindo de forma simples adicionar ações presentes no seu site como listas, upload de vídeos etc. Além disso, permite obter os metadados (Título, Vídeo ID, tempo de duração, descrição) e muitas outras informações sobre um vídeo ou um canal que são usados no processo de recomendação.

Com essas funcionalidades, ela se tornou bastante útil no desenvolvimento da plataforma, permitindo buscar, visualizar e avaliar os conteúdos sem a necessidade de sair da aplicação.

3.9.1.3. Apache Jena

Originalmente desenvolvida pelos pesquisadores do HP Labs e posteriormente incubada como um dos projetos da Apache Software Foundation, o Jena é um framework Java voltado para construir aplicações da Web Semântica. Ele possibilita trabalhar com os formatos RDF, RDFS, OWL e SPARQL. O Jena também inclui motores de inferência baseados em regras para executar o raciocínio com base em OWL e ontologias RDF [Jena 2016].

Por meio dessas funcionalidades, o Jena foi utilizado para minerar as informações da ontologia do MobiLEHealth mediante seu suporte à linguagem SPARQL

3.9.1.4. Protégé

O Protégé é uma plataforma livre, de código aberto, que possibilita a criação e edição de ontologias e bases de conhecimento, onde é possível que o usuário inicie o projeto de uma ontologia de forma rápida e intuitiva [Musen 2015].

O Protégé foi utilizado para criar a estrutura básica da ontologia deste trabalho, bem como suas entidades e propriedades.

3.10. Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados dois sistemas de apoio ao paciente diabético. Uma rede social capaz de se adequar de acordo com o perfil do usuário, de forma que a partir das características dele consegue recomendar conteúdos e amigos fortemente relevantes para a aquisição de informações que irão auxiliar no seu tratamento e conhecimento a respeito da doença. Além da rede social semântica, também foi desenvolvido um sistema de intermédio do especialista, onde um profissional da área pode classificar a fonte e/ou um conteúdo, determinando se ele é ou não relevante para um usuário específico.

A partir das ferramentas e técnicas utilizadas, todos os sistemas trabalham em conjunto com o MobiLEHealth, de modo que garantem um processamento mais confiável das informações, provendo a aprendizagem do paciente a respeito da sua doença e, conseqüentemente, permite que haja melhoria na qualidade de vida deste indivíduo.

Referências Bibliográficas

American Diabetes Association. Economic costs of diabetes in the USA in 2012. *Diabetes Care*. 2013; 36:1033-46.

Anderson, G. *Chronic Care: Making the Case for Ongoing Care*. [S.l.], 2010. Disponível em: <<http://www.rwjf.org/content/dam/farm/reports/reports/2010/rwjf54583>>. Acesso em: 29 de Novembro de 2013.

Bahia, L. R. et al. The costs of type 2 diabetes mellitus outpatient care in the Brazilian Public Health System. *Value in Health*. 2011; 14: S137-40.

Berners-Lee, T. et al. *Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax*. 2005. Disponível em: <<https://tools.ietf.org/html/rfc3986>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

Brickley, D.; Miller, L. *FOAF Vocabulary Specification 0.99: Namespace Document 14 January 2014 - Paddington Edition*. 2014. Disponível em: <<http://xmlns.com/foaf/spec/>>. Acesso em: 01 set. 2016.

Coello, J. M. A.; Yuming, Y.; Tobar, C. M. A Memory-based Collaborative Filtering Algorithm for Recommending Semantic Web Services. *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, v. 11, n. 2, p. 795–801, 2013.

Costa, A. A. L. *Mecanismo de Recomendação Personalizada de Conteúdos para apoiar um Ambiente de Aprendizagem Informal no contexto da Saúde*. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido e Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2015.

Despotakis, D.; Lau, L.; Dimitrova, V. Capturing the semantics of individual viewpoints on social signals in interpersonal communication. *Journal of Web Semantics, Special Issue on Personal and Social Semantic Web*, 2011.

Dodds, L. *An Introduction to FOAF*. 2004. Disponível em: <<http://www.xml.com/pub/a/2004/02/04/foaf.html>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

Dziekaniak, G. V.; Kirinus, J. B. *Web semântica 10.5007/1518-2924.2004 v9n18p20*. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, v. 9, n. 18, p. 20-39, 2004.

Federação Internacional de Diabetes. *IDF Diabetes Atlas*. Belgium: IDF. 2013.

Fernandez-Luque, L. et al. Personalized health applications in the Web 2.0: the emergence of a new approach Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). Anais... Buenos Aires, Argentina: IEEE, 2010. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/ielx5/5608545/5625939/05628087.pdf?tp=&number=5628087&isnumber=5625939>>

Fioravanti, A. et al. A mobile feedback system for integrated e-health platforms to improve self-care and compliance of diabetes mellitus patients. In: Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE. [S.l.: s.n.], 2011. p. 3550–3553. ISSN 1557-170X.

Gruber, T. What is an ontology. <<http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>>. Acesso em: 10 ago. 2016., 1 2005.

Jacopetti, A. M. Práticas sociais e de comunicação de pacientes renais no Facebook da Fundação Pró-Rim. Revista de Estudos da Comunicação, Curitiba, v. 12, n. 27, p.81-89, abr. 2011. Quadrimestral.

Jena, Apache. Apache Jena. 2016. Disponível em: <<https://jena.apache.org/index.html>>. Acesso em: 03 set. 2016.

Kleinberg, J. The Convergence of Social and Technological Networks. Commun. ACM, v.51, n. 11, p. 66–72, nov. 2008.

Laravel. Laravel. 2016. TAYLOR OTWELL. Disponível em: <<https://laravel.com/>>. Acesso em: 01 set. 2016.

Laufer, C. Guia de Web Semântica. 2015. Centro de Estudos sobre Tecnologia Web – CeWeb.br. Disponível em: <<http://ceweb.br/guias/web-semantica/>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

Martins Júnior, H. N. et al. Sistema de Recomendação Híbrido para Bibliotecas Digitais que Suportam o Protocolo OAI-PMH. In: XXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE, p. 140–149, 2011.

Mendes Neto, F. M. et al. An Approach for Recommending Personalized Contents for Homecare Users in the Context of Health 2.0. EATIS '14, 2014, New York, NY, USA. Anais... New York, NY, USA: ACM, 2014. p. 33:1–33:2.

Mendes Neto, F. M.; Sales, A. F. A. A Recommendation System for Ubiquitous Learning in the Context of Formal and Informal Education. IEEE Latin Am. Trans., [s.l.], v. 13, n. 4, p.1061-1067, abr. 2015. Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE).

Morais, E. A. M.; Ambrósio, A. P. L. Ontologias: conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens. Universidade Federal de Goiás, 2007.

Moreira, J. D. C. Enriquecimento semântico de perfil de usuário para apoio a um modelo de aprendizagem informal no contexto da saúde. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido e Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2015.

Moreira, J. D. C. Enriquecimento semântico de perfil de usuário para apoio a um modelo de aprendizagem informal no contexto da saúde. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido e Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2015.

Moreira, J. D. C. et al. Conhecendo o usuário através de enriquecimento semântico para apoio à aprendizagem informal em saúde. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 3., 2014.

Musen, M.A. The Protégé project: A look back and a look forward. AI Matters. Association of Computing Machinery Specific Interest Group in Artificial Intelligence, 1(4), June 2015. DOI: 10.1145/2557001.25757003.

O'Reilly, Tim. What Is Web 2.0 - Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. O'Reilly Publishing, 2005.

Pereira, D. M.; Silva, G. S.. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como aliadas para o desenvolvimento. Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas, p. 151-174, 2010.

Portal Brasil (Org.). Pesquisa revela que 57,4 milhões de brasileiros têm doença crônica. 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2014/12/pesquisa-revela-que-57-4-milhoes-de-brasileiros-tem-doenca-cronica>>. Acesso em: 19 jun. 2015.

Primo, Alex. O aspecto relacional das interações na Web 2.0. E-Compós (Brasília), v. 9, p. 1-21, 2007.

Reategui, E.; Cazella, S. C. Sistemas de Recomendação. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação A Universalidade da Computação Um Agente de Inovação e Conhecimento, p. 306-348, 2005.

Santos, F. R. L. Web 2.0 e Saúde 2.0:: Como entender o mundo em que vivemos hoje? – Parte 2. 2008. Disponível em: <<http://www.patologiadaatm.com.br/web-20-e-saude-20-como-entender-o-mundo-em-que-vivemos-hoje-parte-2/>>. Acesso em: 13 jun. 2015.

Skvorc, B. The Best PHP Framework for 2015: SitePoint Survey Results. 2015. Disponível em: <<https://www.sitepoint.com/best-php-framework-2015-sitepoint-survey-results/>>. Acesso em: 02 set. 2016.

Sociedade Brasileira de Diabetes. D 635: Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2014-2015. São Paulo: Ac Farmacêutica, 2015.

Sombra, E. L. Mobilehealth: um ambiente de apoio à saúde 2.0. 2015. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido e Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2015.

Trevisan, L. F.; Cazella, S. C.; Nunes, M. A. Aplicando Traços de Personalidade e Contextos em Sistemas de Recomendação para TV Digital: um facilitador do processo de ensino-aprendizagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 22., 2011, Aracaju. Anais... . Aracaju: [s.l.], 2011. p. 1792 - 1799.

Vieira, F.; Nunes, M. DICA: Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem Baseado em Conteúdo. Scientia Plena, v. 8, p. 1–10, 2012.

WHO World Health Organization. Chronic Diseases. 2013. Disponível em: <http://www.who.int/topics/chronic_diseases/en/>. Acesso em: 04 abr. 2016.

Zapater, J. J. S.; Mendes Neto, F. M. Uso de tecnologías semánticas em diferentes dominios de aplicación: Entorno educativo y sistemas de información de tráfico vial. Editorial Académica Española, 2014. 340 p.

CAPITULO III

**NOVASTECHNOLOGIAS:
INTERNET E COMUNICAÇÃO,
*mHEALTH***

mHealth: definição, interesses, desafios e futuro

Rodrigo Azevedo de Medeiros¹, Cílicia Raquel Maia Leite², Ana Maria Guimarães Guerreiro³
e Suélia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa⁴

Abstract

Many are the challenges for global sustainable development, for this many searches are done in the area of health and technology, which allowed the arising of telemedicine by the nineteenth century. Later, in the twentieth century, the term telemedicine was enlarged and this opportunity came the MHealth. The main objective of MHealth is to expand access to information and health services that promote personal well-being, preventive care and chronic disease management. Many are the technologies involved in this process, which can range from messaging services to video games or mobile applications. Currently the MHealth market there are many applications for smartphones, most of which are in the stores of major operating systems these devices. In 2015, there were about 165,000 applications that have been downloaded by users, 1.7 billion times. Brazil, with about 1.2 mobile phone handsets for each inhabitant has a well below average for physicians: about 2.1 per 1000 inhabitants. This is the ideal setting for MHealth solutions, however the various bureaucracies faced by developers, discourage further research. MHealth systems are usually free, excluding spending on equipment or internet. These technologies have many stakeholders who are developers, patients, medical or political actors. For the MHealth to advance, still need to face some obstacles, such as the natural resistance of the doctors, the cost of deployment of the technology or even the security of data. For the future of MHealth is expect-

1 - Mestrado em Ciência da Computação (UFERSA/UERN).

2 - Doutora e Professora da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).

3 - Doutora e Professora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

4 - Doutora e Professora da Universidade de Brasília (UnB).

ed to high customization of medical records systems, intelligent data and artificial intelligence, monitoring systems with sensors support, more data security and systems with better usability.

Resumo

Muitos são os desafios para o desenvolvimento global sustentável, para isso muitas pesquisas estão sendo realizadas na área da saúde e na de tecnologia, permitindo o surgimento da telemedicina por volta do século XIX. Mais tarde, no século XX, o termo telemedicina foi sendo ampliado e nesta oportunidade surgiu o Mobile Health (MHealth). O principal objetivo do MHealth é ampliar o acesso à informação e a serviços de saúde que promovem o bem-estar pessoal, cuidados preventivos e gestão de doenças crônicas. Muitas são as tecnologias envolvidas nesse processo e podem variar desde serviços de mensagem até videogames ou aplicativos de celular. Atualmente no mercado MHealth existem diversos aplicativos para smartphones, sendo que a maioria estão nas lojas dos principais sistemas operacionais destes dispositivos. Em 2015, eram cerca de 165 mil aplicativos que foram baixados, por usuários, 1,7 bilhões de vezes. O Brasil, com cerca de 1,2 aparelhos de telefone celular para cada habitante, tem uma média bem inferior para médicos: cerca de 2,1 para cada 1000 habitantes. Esse é o cenário ideal para soluções MHealth, entretanto, as várias burocracias legais e técnicas por desenvolvedores desencorajam novas pesquisas. Os sistemas MHealth, são, geralmente gratuitos, não considerando gastos com aparelhos ou internet. Essas tecnologias têm vários interessados, que são os desenvolvedores, os pacientes, os médicos, atores políticos, entre outros. Para que as pesquisas em MHealth avancem, ainda é preciso enfrentar alguns obstáculos, em especial nos países subdesenvolvidos, como: uma distribuição mais isonômica das especialidades médicas, em particular em regiões mais afastadas das capitais; cobertura de rede com qualidade garantindo que os serviços serão entregues ou oferecidos com confiança; resistência à inovação, sendo necessária uma mudança de cultura em relação à utilização de novas tecnologias; interoperabilidade e heterogeneidade de dispositivos e plataformas; segurança dos dados/informações; barateamento de alguns equipamentos; custo da implantação das novas tecnologias, mudança de comportamento dos pacientes passando a ter uma atitude mais ativa frente aos cuidados necessários; melhoria da infra-estrutura dos hospitais, entre outros fatores. Para o futuro do MHealth espera-se sistemas de alta personalização de registros médicos, sistemas mais inteligentes através do uso de técnicas de inteligência artificial, sistemas de monitoramento com apoio de sensores, mais segurança dos dados e sistemas com melhor usabilidade.

4.1. Introdução

Desafios na área da saúde têm sido uma das principais barreiras para o desenvolvimento global sustentável. Para contornar essas barreiras, atualmente, pesquisas na área da saúde estão orientadas a sistemas de monitoramento, gerenciamento e controle, sistemas de comunicação, hardware para sensoriamento de pacientes e exames clínicos, sistemas de apoio à decisão e/ou trabalho colaborativo. É neste ambiente, permeado pela implantação de novas tecnologias que envolvem desde modelagens e/ou simulações de ambientes reais e desenvolvimento de aplicações médico-hospitalares voltadas à otimização dos processos da área da saúde que vários termos e pesquisas pertinentes ao assunto têm surgido na literatura. Essas pesquisas surgem com o objetivo de contribuir com os serviços prestados, melhorando o atendimento e minimizando os riscos à saúde dos pacientes.

O histórico aponta que o uso da telemedicina é antigo e podem ser seguidos desde o início do século XX, quando em 1906, Wilhelm Einthove, inventor do eletrocardiograma, iniciou experiências de consulta remota através da rede telefônica e descreveu como realizar a transmissão por telefone de eletrocardiogramas (Baptista, 2010). No histórico da primeira guerra mundial, em meados de 1916, a comunicação entre médicos com o uso de rádios permitiu também a evolução do que hoje se conhece por telemedicina, mas foi a partir da década de 90, depois de várias tecnologias empregadas para o aperfeiçoamento da telemedicina, que as aplicações médicas a distância se multiplicaram e os projetos na área desenvolveram-se rapidamente. Até os dias atuais, médicos usam vários meios de comunicação para troca de informação sobre a medicina.

O conceito de telemedicina data de tempos antigos e suas definições vêm sendo discutidas e adequadas às novas facilidades tecnológicas e às necessidades dos serviços de saúde e dos pacientes. Em síntese, pode-se compreender as definições de telemedicina como o uso de tecnologias de comunicação para possibilitar cuidados à saúde nas situações em que a distância é um fator crítico (World Health Organization, 1998), (ATA, 2007) e (DECS, 2012).

O termo telemedicina primeiramente foi utilizado para as práticas de assistência médica a distância; porém, esse conceito vem sendo ampliado. Existem vários outros termos que variam de acordo com as tecnologias empregadas, é o caso do MHealth (acrônimo de Mobile Health em inglês), que para fins de pesquisa, o observatório global para E-Health, do inglês Global Observatory for E-Health (GOE), definiu MHealth como prática médica e de saúde pública suportado por dispositivos móveis, dentre os quais, telefones celulares, tablets, dispositivos de monitoramento de pacientes, Personal Digital Assistant (PDA) e outros dispositivos sem fio (World Health Organization, 2011).

Essas tecnologias móveis mudam a tradicional entrega de cuidados de saúde, permitindo que esses cuidados continuem de forma generalizada a qualquer hora e em qualquer lugar. A partir desta tecnologia, profissionais de saúde, médicos e pacientes têm a oportunidade de monitorar continuamente as condições e informações de saúde fora do consultório médico e fora da casa do paciente.

O principal objetivo do MHealth é ampliar o acesso à informação e aos serviços de saúde que promovem o bem-estar pessoal, cuidados preventivos e gerenciamento de doenças crônicas, promovendo a eficiência no atendimento e práticas de gestão para melhorar a saúde da população. O objetivo, também, é reduzir os custos dos cuidados médicos, maximizando a eficiência no sistema de saúde e promovendo a prevenção. Além disso, também possui o benefício do acompanhamento diário obrigatório em prol de alguns pacientes com determinadas doenças que exigem assistência/monitoramento/cuidado frequente.

As tecnologias utilizadas para veicular cuidados em saúde são variadas, por exemplo, a Tabela 1 apresenta um comparativo evidenciando as características únicas dos dispositivos móveis, o que tornou-lhes atraente para a promoção da saúde. Além disso, as plataformas móveis são relativamente baratas, mais rápidas e mais simples em ambientes com poucos recursos (Kaplan, 2006) e (Kalil, 2009). Essas plataformas podem fazer uso de simples aparelhos de celular a modernos smartphones, tablets, videogames ou até mesmo carros com centrais multimídia que tenham um sistema operacional compatível. Sobretudo, estes dispositivos devem estar habilitados a concretizar o diagnóstico, monitorar remotamente pacientes ou auxiliá-los a realizar alguma tarefa do processo de cura ou cuidados para sua moléstia. Esses dispositivos ainda podem variar em capacidade de armazenamento, poder de processamento, forma de comunicação, entre outras características.

Para acompanhar esta heterogeneidade de dispositivos, aplicações desse tipo podem ser tecnicamente simples (que usem pacotes de voz, ou Short Message Service - SMS) – satisfazendo uma necessidade imediata e oferecendo benefícios que incentivam o paciente a usar o aplicativo – ou avançadas, que podem requerer do dispositivo hospedeiro um poder computacional mais avançado para que possam alcançar uma determinada função de apoio aos cuidados a pacientes remotos.

Tabela 4.1. Comparativo entre Características de Canais de Comunicação para a promoção do MHealth. Adaptado de (Aker et al., 2010).

Tecnologia	Interatividade	Timeliness	Personalização	Sensibilidade ao Contexto
TV	Nenhuma	Nenhuma	Baixa	Baixa
Rádio	Nenhuma	Baixa	Nenhuma	Baixa
Impresso	Nenhuma	Média	Baixa	Nenhuma
PC	Alta	Nenhuma	Alta	Baixa
Tecnologias Móveis	Alta	Alta	Alta	Alta

4.2. Tipos de Tecnologia da mHealth

4.2.1. SMS

Serviço de Mensagens Curtas, do inglês Short Message Service (SMS), é a forma mais simples e barata de promover o mHealth, tendo em vista que funciona em qualquer tipo de dispositivo celular. Esse tipo de tecnologia satisfaz uma necessidade imediata e oferece benefícios que incentivam o paciente, seja a se prevenir de um surto de alguma doença, lembrá-lo de tomar algum medicamento ou de alguma consulta médica. A Figura 4.1 apresenta um exemplo de aplicação do SMS na promoção da saúde.



Figura 4.1. Exemplo de aplicação MHealth através de SMS para prevenção de doenças sexualmente transmissíveis.

4.2.2. Chamadas de Voz

Assim como SMS, Chamadas de Voz são maneiras simples de promover o MHealth e também de satisfazerem necessidades imediatas aos pacientes. Esse tipo de serviço pode ser por meio de gravações ou de um próprio agente que faça a intervenção via rede telefônica celular, seja para alertar pessoas ou para consultas simples, que possam ser realizadas por esse meio.

4.2.3. Aplicativos

A popularização dos smartphones (telefones inteligentes) no século XXI tem proporcionado o surgimento dos mais variados tipos de aplicativos para esses telefones. Esse tipo de tecnologia pode ser uma das mais completas para a promoção do MHealth, pois pode ter à disposição todos os recursos de hardware do smartphone como: câmera, GPS, acelerômetro, microfone, sensor de proximidade, flash, entre outros. Outra vantagem dos aplicativos é que eles estão sempre disponíveis, mesmo quando o dispositivo não está conectado.

4.2.4. Computadores Vestíveis

Wearables ou “computadores vestíveis” são uma categoria de dispositivos conectados que integram um universo de computadores ou outros circuitos e tecnologias que se destinam a ser usadas ou transportadas pelos usuários. Estes dispositivos podem desempenhar várias funções diferentes, como o controle de atividades físicas, o monitoramento de dados vitais de pacientes (frequência cardíaca e respiratória), da taxa de açúcar no sangue, do sono, entre outras possibilidades. A Figura 4.2 apresenta um exemplo de aplicação MHealth com uso de um computador vestível.



Figura 4.2. Exemplo de aplicação *mHealth* em um *smartwatch* ou relógio inteligente - dispositivo da categoria dos computadores vestíveis.

4.2.5. Plataformas baseadas na Web

Plataformas baseadas na Web é um dos primeiros tipos de ferramentas digitais utilizados no auxílio e manutenção da saúde da população. Apesar de sua onipresença, há uma enorme variação nos serviços prestados por essas ferramentas, que variam de sites educacionais simples até plataformas complexas que incluem ferramentas interativas, de avaliações de estado de saúde, educacionais, de monitoramento, entre outras. Estas ferramentas podem ser acessadas por meio de computadores, bem como de dispositivos móveis, no entanto, elas são diferenciadas dos aplicativos móveis nativos, uma vez que estas aplicações operam baseadas no navegador do dispositivo, limitando o acesso a alguns recursos do aparelho. Outra limitação está em função do dispositivo ter que estar conectado à internet no momento do uso.

4.2.6. Videogames

Jogos de videogame têm contribuído para a expansão do mHealth. Estes jogos podem auxiliar sessões de fisioterapia, ajudarem pessoas a se exercitarem para evitar o sedentarismo, ensinar através de jogos educativos a pessoas a cuidarem de seus pares doentes, trabalhar o psicológico de pessoas depressivas, entre outras possibilidades.

4.2.7. Chatbots

Os Chatbots, considerados uma das mais recentes tecnologias que têm agregado qualidade a serviços de mHealth, são robôs que funcionam baseados em serviços de chat online, como Facebook Messenger, e são capazes de auxiliar pacientes em diversos tipos de tratamento, lembrando-os de tomar os medicamentos ou conversando com idosos em processos de terapia ocupacional. A Figura 4.3 apresenta uma imagem com um screenshot da conversa de uma mãe com um robô.



Figura 4.3. Exemplo de aplicação para mães de bebês baseada em chatbots.
Adaptado de Spitz (2016).

4.3. O Mercado *mHealth*

Segundo Juniper Research (2016), Misra (2015) e Constantino (2015), o número de usuários de MHealth será de 157 milhões em 2020, mais do que triplicando os números de 2015, que eram de cerca de 50 milhões. Em 2015 existiam cerca de 165 mil aplicativos MHealth à disposição dos usuários de smartphones. Cole (2015) afirma que até 2017 aplicativos MHealth terão sido baixados “baixados” 1,7 bilhões de vezes e movimentarão cerca de U\$D 61 bilhões até 2020, representando cerca de 33% de crescimento anual para o período.

R2G (2015) afirma que a promessa do mercado tanto para o indivíduo, quanto para empresas e o Estado, é grande: os aplicativos MHealth e hardware podem ser a chave para melhorar a prestação de cuidados em saúde, promovendo o cuidado cada vez mais acessível, ao mesmo tempo que reduz custos na entrega destes cuidados.

Ainda segundo R2G (2015), em 2015, existiam cerca de 45.000 empresas que produziam aplicativos MHealth e publicaram pelo menos um aplicativo em uma das principais lojas destes aplicativos, mais da metade dessas empresas entraram recentemente no mercado. Apesar deste crescimento, aplicativos MHealth ainda representam apenas cerca de 5% de todos os aplicativos publicados nas principais lojas de aplicativos, como a Google Play, iTunes e Microsoft Store. Assim, a grande maioria se concentra nas duas principais lojas, agregando quase 70.000 variações de aplicativos, cada uma. A Figura 4.4 apresenta um gráfico comparativo com os números de aplicativos em cada loja.

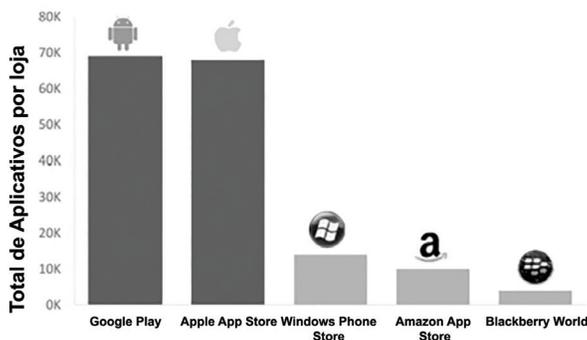


Figura 4.4. Número de aplicativos mHealth nas principais lojas em 2015.
Adaptado de R2G (2015).

4.3.1. mHealth no Brasil

Segundo Teleco (2016), em Julho de 2016 no Brasil existiam 252,6 milhões de celulares, o que de acordo com a estimativa do IBGE para este mesmo mês, calcula-se que existia em média 1,2 aparelhos de telefone para cada habitante brasileiro. No entanto, de acordo com a Demografia Médica no Brasil, em 2015 eram 2,1 médicos para cada 1000 habitantes, com maior densidade em grandes centros e cidades desenvolvidas IBGE (2016), Scheffer et al. (2016). Este cenário brasileiro, onde a tecnologia cresce rapidamente enquanto o número de médicos para cada habitante ainda é muito pequeno, é o cenário ideal para soluções mHealth que poderiam ser úteis para: controle de doenças infecciosas ou endêmicas, chegar em lugares onde existe pouco ou nenhum médico, treinamento de médicos, entre outros. Entretanto, a legislação médica ainda é burocrática e estabelece uma série de cautelas restritivas sobre a utilização de processos de telemedicina o que limita a utilização de tecnologias e soluções nesse segmento (CREMESP, 2001) e (Conselho Federal de Medicina, 2002).

Sindicatos Médicos também recomendam que os médicos não façam nenhum tipo de atendimento a distância (SIMERS, 2016) e (BAND, 2016), mesmo já sendo vetado pelo Código de Ética Médica (Conselho Federal de Medicina, 2010). Além das burocracias legais, o país enfrenta muitas limitações técnicas, como baixa velocidade da internet e o encarecimento de smartphones e equipamentos eletrônicos, o que desencoraja novas pesquisas sobre o assunto.

4.3.2. Custos do mHealth

Segundo Aitken and Lyle (2015), a maioria dos aplicativos mHealth estão disponíveis através de domínio público e podem ser baixados pelos usuários sem nenhum custo. Entretanto, não estão incluídas as despesas com os dispositivos e sua conectividade com os aplicativos quando, por exemplo, é necessário o uso de internet para o completo funcionamento do ecossistema. O Gráfico 4.1 apresenta um comparativo destes custos, ressaltando que foram levados em consideração apenas os custos diretamente de cada aplicativo.



Gráfico 4.1: Gastos com aplicativos mHealth nas principais lojas de distribuição.

Adaptado de Aitken and Lyle (2015).

Aitken and Lyle (2015) constatou que um em cada dez aplicativos agora tem a capacidade de se conectar a um dispositivo ou sensor, fornecendo o biofeedback e dados de funções fisiológicas do paciente aumentando significativamente a precisão e a conveniência de coleta de dados. Quase um quarto dos aplicativos instalados estão concentrados na gestão e tratamento de doença, enquanto dois terços estão centralizados no bem-estar do paciente. O número e a variedade de aplicativos MHealth apresentam um conjunto enorme de opções para os consumidores, entretanto 40 por cento dos aplicativos têm menos de 5.000 downloads.

O Murray Aitken, diretor executivo do Instituto IMS for Healthcare Informatics afirma que “Embora muito se tenha avançado e sido feito ao longo dos últimos dois anos, os aplicativos MHealth ainda estão longe de ser um componente totalmente integrado de cuidados de saúde”.

4.4. A quem interessa o mHealth?

A fim de melhorar o atendimento, a experiência do paciente, aumentar a expectativa de vida da população e diminuir custos, os esforços para promover o MHealth estão sendo empreendidos por todas as partes interessadas de um sistema de saúde, seja privado ou público. No entanto, os próprios pacientes ou cuidadores/acompanhantes ainda tomam um papel fundamental na melhoria e controle da saúde destes pacientes. Muitas são as partes a quem interessa e participa do processo de desenvolvimento de um ecossistema MHealth, contudo, de acordo com Aitken and Lyle (2015) e Petersen et al. (2015), as principais são:

- Desenvolvedores de aplicativos: são responsáveis por produzir e integrar sistemas MHealth com sistemas eletrônicos de banco de dados de sistemas de saúde se preocupando com a segurança, privacidade, padronização e transporte dos dados gerados por estes aplicativos;
- Órgão Regulador: responsável por manter regras de aspectos regulatórios para sistemas ou aplicativos MHealth;
- Sistemas de Saúde: são sistemas hospitalares e de saúde, centros de cirurgia, UTIs, agências homecare entre outros sistemas, que buscam melhorias na eficiência operacional, a redução de custo na prestação de cuidados e a capacidade de acompanhar com mais facilidade as moléstias de cada paciente através de relatórios gerados;

- Paciente: além de ser o principal interessado e ter um papel fundamental no processo, geralmente participa nas conversas com os profissionais de saúde e desenvolvedores;
- Famílias e cuidadores: são responsáveis pelos cuidados dos pacientes e buscam melhorias na prestação, coordenação e gestão mais eficiente de cuidados e diminuição dos erros médicos;
- Médicos: embora seja necessário uma mudança de comportamento e cultura entendendo a importância da tecnologia da informação e comunicação na área da saúde, muitos médicos já apóiam a utilização destas tecnologias na busca de acompanhar mais de perto seus pacientes.
- Pesquisadores: potencialmente podem contribuir para gerar mais e melhores dados para ensaios clínicos e pesquisas de comparação de eficácia através de dados coletados em sistemas MHealth;
- Atores políticos: políticos e legisladores são, também, peças fundamentais nesses sistemas, que através deles, podem obter melhores dados que permitam tomar decisões e facilitar o desenvolvimento de incentivos alinhados para as partes interessadas por meio do uso do MHealth. E neste aspecto conseguem expandir mais os cuidados na prevenção, promoção e diagnóstico ofertados através da saúde pública.
- Pagadores e compradores (incluindo seguradoras de saúde): estes interessados olham para o MHealth como uma forma de melhorar os resultados de saúde, proporcionando mais facilmente os dados disponíveis e alcançando maior eficiência e redução de erros médicos;
- Empresários: parte que pode enxergar nas tecnologias MHealth uma forma de contribuir para uma maior qualidade de vida para os seus funcionários através de programas de bem-estar, por exemplo; e
- Outros: vendedores, fornecedores, distribuidores, pequenos e médios desenvolvedores de aplicativos empresariais e consultores podem desenvolver negócios através de tecnologias MHealth, além disso, as plataformas e sistemas operacionais também se beneficiam destes desenvolvimentos. Lembrando que quanto mais houver expansão de utilização mais barateamento de hardware e software teremos.

4.5. Os desafios do mHealth

As principais barreiras para a adoção do MHealth, segundo Mehregany and Saldivar (2012), são a resistência à inovação – segundo a PWC (2016), a natureza conservadora de cerca de 27% dos médicos, ameaçam os avanços do MHealth, a falta de infraestrutura e custo de aquisição e propriedade das tecnologias. Segundo a WHO (2016), um grande obstáculo à adoção generalizada do MHealth em grande escala tem sido, também, a ausência de padrões por parte de agências reguladoras para a troca de mensagens e armazenamento de dados dos pacientes.

Grande parte da preocupação sobre o uso do MHealth dar-se-á, também, pela segurança da informação que está sendo acessada e armazenada em dispositivos móveis. Ao passo que MHealth proporciona mobilidade e conectividade remota, traz, além disso, significativamente, mais ameaças de segurança que sistemas de saúde que funcionam através de redes cabeadas tradicionais. Outras barreiras políticas para MHealth são o custo de implementação e manutenção de infraestrutura, responsabilidade e questões de segurança.

4.6. O futuro do mHealth

Um dos principais aspectos da MHealth é a possibilidade de proporcionar a integração inteligente de serviços de saúde, tornando a informação disponível no lugar e no momento certos, desde que hajam padrões de troca de informações de uma maneira confiável.

Com base nas possibilidades do MHealth é possível esperar para o futuro os seguintes serviços ou tecnologias:

- Alta personalização de registros médicos: como a aquisição de dados se tornará simplificada, registros médicos serão extensos, detalhados e personalizados para cada indivíduo;
- Dados Inteligentes: com o grande volume e confiabilidade de registros médicos, conjuntos de dados e sistemas de análises desses dados vão começar a desempenhar um papel nos diagnósticos e prescrições dos pacientes. A interoperabilidade permitirá, ainda, com as informações compartilhadas internacionalmente, beneficiar hospitais e clínicas em todo o mundo;

- Big Data e Inteligência Artificial: técnica de Inteligência Artificial (machine learning, probabilistic modeling, predictive modeling, entre outras) junto ao grande volume de dados, irão encontrar limiares de intervenção do governo para mudanças na progressão da doença em uma população, encontrar padrões de uma doença das pessoas em uma região, facilitando a manipulação de novas drogas ou identificando populações em níveis de risco de contração de uma doença, por exemplo.
- Gestão do sistema de saúde em países em desenvolvimento: MHealth irá auxiliar a população e governos a prevenir e erradicar epidemias mais facilmente, bem como a melhorar a gestão de doenças infecciosas, através do fácil acesso às informações por parte dos profissionais de saúde;
- Tecnologias através dos sensores: MHealth irá apresentar o verdadeiro potencial dos sensores que estão cada vez menores e mais precisos. Esses sensores se tornarão mais presentes em nossas rotinas para coletar dados e gerar feedback em tempo real das condições vitais dos indivíduos, por exemplo, ao tempo que envia esses dados ao seu médico;
- Tecnologias Vestíveis: agregando internet das coisas aos sensores, wearables podem ser o ponto máximo a ser alcançado nas tecnologias de coletas de dados para sistemas MHealth;
- Computação sensível ao contexto: com base nos sensores e nas tecnologias vestíveis, a computação sensível ao contexto irá ser mais explorada a fim de tornarem os sistemas e feedbacks mais assertivos;
- Segurança das informações: formas e técnicas de combate a ataques que ameaçam a privacidade dos pacientes devem estar em constante evolução, esse tipo de evolução se dá nos protocolos de comunicação de dados, bem como nas formas de armazenamento;
- User Experience (UX) design: inovações na interação humano-computador irão conduzir a usabilidade de aplicativos MHealth. Sem essa preocupação, o futuro da MHealth poderá ser de frustrações com sistemas de uso dificultado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aitken, M. and Lyle, J. (2015). Patient adoption of mHealth - use, evidence and remaining barriers to mainstream acceptance. Technical report, IMS Institute for Healthcare Informatics, IMS Institute for Healthcare Informatics 100 IMS Drive, Parsippany, NJ 07054, USA.

Akter, S., Ray, P., et al. (2010). mHealth-an ultimate platform to serve the unserved. YearbMed Inform, 2010:94–100.

ATA (2007). What Is Telemedicine & Telehealth? American Telemedicine Association, Washington.

BAND (2016). Vídeo: Consultas médicas à distância geram controvérsias. Disponível em: <http://noticias.band.uol.com.br/jornaldaband/videos/2016/04/23/15839608-consultas-medicas-a-distancia-geram-controversias.html>. Acessado: 01 out 2016.

Baptista, F. J. (2010). Telemedicina em catástrofe. Master's thesis, Universidade do Porto, Porto.

Cole, Q. (2015). My health, connected. Disponível em: <http://pwcMegatrends.co.uk/mylifeconnected/health.html>. Acessado: 27 set 2016.

Conselho Federal de Medicina (2002). Resolução CFM nº 1.643 de 07 de agosto de 2002. Disponível em: https://www.cremesp.org.br/library/modulos/legislacao/versao_impresao.php?id=3106. Acessado: 01 out 2016.

Conselho Federal de Medicina (2010). Código de Ética médica - res. (1931/2009) - Capítulo V - relação com pacientes e familiares. Disponível em: http://portal.cfm.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=20660:codigo-de-etica-medica-res-19312009-capitulo-v-relacao-com-pacientes-e-familiares&catid=9:codigo-de-etica-medica-atual&Itemid=122. Acessado em: 30 set 2016.

Conselho Federal de Medicina (2011). Resolução CFM nº 1.974 de 19 de agosto de 2011. Disponível em: http://www.portalmedico.org.br/resolucoes/CFM/2011/1974_2011.htm. Acessado: 01 out 2016.

Constantino, T. (2015). Ims health study: Patient options expand as mobile healthcare apps address wellness and chronic disease treatment needs. Disponível em: <http://www.imshealth.com/en/about-us/news/ims-health-study:-patient-options-expand-as-mobile-healthcare-apps-address-wellness-and-chronic-disease-treatment-needs>. Acessado: 28 set 2016.

CREMESP (2001). Guia de Ética para sites de medicina e saúde na internet. Disponível em: https://www.cremesp.org.br/library/modulos/legislacao/versao_impressao.php?id=3106 . Acessado em: 30 set 2016.

DeSC (2012). Descritores em Ciência da Saúde. Decs server - list terms. Disponível em: <http://decs.bvs.br>. Acessado: 26 dez 2012.

IBGE (2016). Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação. Technical report, IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2016/estimativa_dou_2016_20160913.pdf . Acessado em: 27 set 2016.

Juniper Research (2016). mHealth information services to reach more than 150m users by2020. Disponível em: <https://www.juniperresearch.com/press/press-releases/mHealth-information-services-to-reach-more-than>. Acessado em 25 set 2016.

Kalil, T. (2009). Harnessing the mobile revolution. MIT Press Journal - Innovations, 4(1):9–23.

Kaplan, W. A. (2006). Can the ubiquitous power of mobile phones be used to improve health outcomes in developing countries? Globalization and Health, 2(1):1–14.

Kay, M., Santos, J., and Takane, M. (2011). mHealth: New horizons for health through mobile technologies. Technical Report 7, World Health Organization.

Mehregany, M. and Saldivar, E. (2012). Opportunities and obstacles in the adoption of mHealth. mHealth: From smartphones to smart systems: Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS), pages 7–24.

Misra, S. (2015). New report finds more than 165,000 mobile health apps now available, takes close look at characteristics & use. Disponível em: <http://www.imedicalapps.com/2015/09/ims-health-apps-report>. Acessado: 23 set 2016.

Petersen, C., Adams, S. A., and DeMuro, P. R. (2015). mHealth: Don't forget all the stakeholders in the business case. Medicine 2.0, 4(2).

PWC (2016). Innovation vs. resistance. Disponível em: <http://www.pwc.com/gx/en/industries/healthcare/mHealth/implementation.html>. Acessado em 01 set 2016.

Research 2 Guidance (2015). mHealth app developer economics 2015 - the current status and trends of the mHealth app market. Technical report, Research 2 Guidance, Berlin, Germany.

Scheffer, M., Cassenote, A., Poz, M. R. D., Matijasevitch, A., de Castilho, E. A., de Oliveira, R. A., do Patrocínio Tenório Nunes, M., Boulos, M., de Cássia Barradas Barata, R., Pereira, J.

C. R., Filho, B. L., and Bahia, L. (2016). Demografia médica no Brasil 2015. Technical report, Departamento de Medicina Preventiva, Faculdade de Medicina da USP. Acessado em 25 set 2016.

SIMERS (2016). Simers recomenda que médicos não façam qualquer tipo de orientação a distância. Disponível em: <http://www.simers.org.br/2016/04/simers-recomenda-que-medicos-nao-facam-qualquer-tipo-de-orientacao-distancia/> Acessado em: 20 set 2016.

Spitz, M. (2016). The patient-centric healthcare revolution. Disponível em: <https://www.klick.com/health/news/blog/engagement-marketing/the-patient-centric-healthcare-revolution/>. Acessado em 01 set 2016.

Teleco (2016). Estatísticas de celulares no Brasil. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/ncel.asp>. Acessado em 26 set 2016.

World Health Organization (1998). A Health Telematics Policy in Support of WHO's Health for All Strategy for Global Health Development: Report of the WHO Group Consultation on Health Telematics. World Health Organisation, Geneva.

World Health Organization - WHO (2016). Disponível em: <http://www.who.int/reproductivehealth/topics/mHealth/merachecklist/en/>. Acessado em 30 set 2016.

Seção

05

mHealth e Promoção da Saúde: possibilidades e abordagens do uso das tecnologias móveis

Tiago Franklin Rodrigues Lucena (UniCesumar /ICETI) ¹,
Glaukus Regiani Bueno (UniCesumar e Facinor)², Ana Paula Machado Velho ((UEM)³

Abstract

The chapter presents the mHealth area and some applications scenarios in Brazil and in the world. The use of mobile technologies, in special, smartphones, in the health context is growing to intervention and prevention actions and to accomplishing the user's health. Besides the expansive area, more validation and evaluation research are needed. Many of interventions still centered in an interventionist perspective when we need also direct them to health promotion actions. The text presents an overview of the area, possible application to local context to, in the end, describes four interdisciplinary projects executed or in execution at Health Promotion Graduate Program – UniCesumar.

Keywords: mHealth, health promotion, mobile technologies, health interventions.

1 - Diretor de Arte e Mídia, Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Promoção da Saúde e pesquisador ICETI - Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação

2 - Fisioterapeuta e Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Promoção da Saúde - UniCesumar

3 - Jornalista, Profa. Dra. e Assessora de Comunicação do Hospital Universitário Regional de Maringá - UEM

Resumo

O capítulo apresenta o campo da mHealth (Saúde Móvel) com cenários de aplicações no Brasil e no mundo. O uso de tecnologias móveis, em especial o smartphone, no contexto da saúde é crescente com ações de intervenção, prevenção e acompanhamento da saúde dos usuários. Apesar do expansivo campo, mais pesquisas de validação e avaliação das propostas são necessárias. Muitas dessas inovações ainda ficam centradas numa perspectiva intervencionista devendo também ser direcionadas para ações de promoção da saúde. O texto apresenta o panorama da área, com cenários de aplicações a contextos locais e, por fim, descreve quatro propostas e perspectivas de pesquisas interdisciplinares executadas ou em execução no Programa de Pós-Graduação em Promoção da Saúde da UniCesumar.

Palavras-chave: *saúde móvel, promoção da saúde, tecnologias móveis, intervenções em saúde.*

5.1. Introdução

Nos últimos anos, a onipresença dos aparelhos celulares nos mais diversos ambientes e situações confirmaram a tendência de uma computação ubíqua, pervasiva e móvel [Weiser, 1991; Rheingold, 2007]. O uso do celular varia de acordo com a cultura, gênero, idade. Pesquisadores descrevem o telefone celular como um tipo de tecnologia com enorme potencial na área econômica, política, de comunicação e da saúde [Katz e Aakhus, 2002; Castells et al., 2006; Goggin, 2006;]. No que se refere ao campo da saúde, vimos o surgimento do termo mHealth (mobile health ou saúde móvel) que designa “a utilização de dispositivos móveis e sem fios para melhorar as condições, serviços e pesquisas em saúde” e que pode consistir em mensagens de texto, aplicativos baseados no smartphone, dispositivos médicos ou telemedicina [Bonome et al. 2012; De La Torre-Díez et al. 2015; Gagnon et al. 2016; Ranney et al. 2014; World Health Organization 2011; Yasmin et al. 2016].

A tendência de incorporação das ditas “novas tecnologias” na saúde não é um fenômeno recente. Tecnologias são frutos de pesquisas e beneficiadas por políticas públicas que avaliam a incorporação de novos equipamentos e técnicas. Destaca-se, dentro desse contexto, o CONITEC – Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no SUS, setor responsável por aceitar, recusar e avaliar a possibilidade de incorporar novas tecnologias no sistema público de saúde [Instituto de Saúde 2012; Silva et al., 2012]. Há, também, uma estreita relação entre o emprego da tecnologia com o aumento da longevidade populacional, considerando todas as instâncias beneficiadas pela pesquisa científica e tecnológica: de novos instrumentos para diagnósticos, tratamentos, fármacos, de acompanhamento para a educação e comunicação em saúde. Essas incorporações técnicas modificam as estratégias de prestação de serviços em saúde por todo o mundo, de modo que seu potencial é reconhecido e incentivado pela Organização das Nações Unidas (ONU) e Organização Mundial da Saúde (OMS). No atual estágio de desenvolvimento, reconhece-se a origem ao conceito mHealth (mobile health) como um novo estágio da e-health e se abre um novo momento para pesquisas e para o desenvolvimento tecnológico.

No que se refere à adesão desse tipo de tecnologia móvel pela população, no geral, percebe-se a velocidade e o desejo dos indivíduos em possuir, cada vez mais, modelos mais rápidos, multifuncionais e conectados em seus bolsos. Atualmente, o smartphone é utilizado por mais de 100 milhões de usuários em todo o mundo e considera-se que o número de pessoas no planeta que possui um telefone celular tem crescido exponencialmente durante a última década.

O Brasil tem hoje mais telefones celulares do que habitantes e estima-se que sejam mais de 270 milhões de aparelhos e, destes, pelo menos 50 milhões são smartphones com acesso à internet [Elitte 2015]. O país ainda dispõe de uma ampla rede de sistemas de informação em saúde, estando grande parte de suas informações disponíveis na Internet, via departamento de informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Acompanhando o processo de evolução dos Sistemas de Informação que atuam nos ambientes empresariais, na saúde também há uma variedade de sistemas desenvolvidos para atender dimensões isoladas [Maria et al. 2015] ou que lidam com a grande quantidade de dados (big data) disponíveis no campo da saúde [Chiavegatto Filho 2015]. As dimensões continentais e a presença de áreas isoladas ou com pouca presença de serviços do estado abrem a perspectiva para o uso da mHealth que endereçam ações para essas comunidades, como já vem ocorrendo em países em desenvolvimento [Dammert et al. 2014; Dhiliwal and Salins 2015; Ganapathy et al. 2016; Klasnja and Pratt 2012; Siedner et al. 2015]. Apesar da enorme variedade de aplicativos voltados (ou classificados) para “saúde”, há ainda poucos estudos que avaliam a eficácia desses aplicativos direcionados para a saúde [BinDhim et al. 2015].

A disseminação do uso do celular para o controle da saúde deve-se a dois fatores: O primeiro deles é o autocuidado com exemplos de aplicativos em que o paciente pode inserir dados do seu cotidiano, tais como alimentação, atividades diárias, exames e tratamento e, a partir das informações, receber mensagens, alertas e recomendações de cuidados e comportamentos mais saudáveis. Esse tipo de app tem excelente receptividade, desde que elaborado com interfaces amigáveis aos usuários e aos profissionais de saúde. O segundo está relacionado a possibilidade de estabelecer um meio adicional de contato com o médico ou profissional da saúde, muitas das vezes limitado ao dia da consulta presencial. Isso, por si só, pode ser um excelente atrativo e benéfico para o uso de equipamentos portáteis por pacientes portadores de doenças crônicas, por exemplo.

A capacidade de processamento, de comunicação e localização permitem hoje ao dispositivo desempenhar outras funções, abrindo espaço para pesquisas no campo da saúde, que variam com o uso do smartphone para realizar intervenções, monitorar dados do usuário e até auxiliar diagnósticos e transmissão de dados de vários tipos de doenças ou relacionadas a comportamentos e idades [Guo et al. 2015; Tozzi et al. 2015]. No entanto, apesar da diversidade de propostas, os orçamentos e escopo das ações de mHealth ainda são tímidos e insipientes se considerarmos os múltiplos cenários onde as pesquisas podem se enveredar e beneficiar. Há um novo panorama tecnológico e comportamental de uma população cada dia mais conectada e tecnologicamente mediada. Acreditamos também que é relevante incorporar a mHealth dentro de uma dinâmica de prevenção e promoção da saúde e não apenas de uma visão de tratamento ou médica/hospitalocêntrica da saúde. É nessa perspectiva que nos últimos anos,

pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Promoção da Saúde da UniCesumar vêm se debruçando com pesquisas em mHealth com diferentes configurações. Esse capítulo apontará alguns caminhos pensados e esboçados pela equipe numa perspectiva interdisciplinar com exemplos de projetos concluídos e em execução na instituição.

5.2 Projeções para a *mHealth*

O mercado de aplicativos móveis tem crescido exponencialmente no país. Segundo dados da Morgan e Stanley Research, a projeção é de crescimento de 300% até 2017. Numa escala maior, a receita global em 2013 do mercado de aplicativos foi o de US\$ 27 bilhões, com crescimento de 100% ao ano comprova que esse é um nicho a ser explorado. Pesquisas da Gartner preveem que o mercado chegue a US\$ 77 bilhões em 2017 e lembramos que em 2013 foram vendidos 1 bilhão de smartphones. No Brasil, temos mais de 43 milhões de usuários de smartphone, representando 17% dos celulares no país e a expectativa é de que em 2017, 70,5% dos brasileiros tenham um modelo de smartphone. De todas as tecnologias digitais (SmartTv, notebook, leitores digitais) o telefone celular é a que possui mais penetração na população. Dados ainda confirmam a constante posse do aparelho pelos indivíduos de forma pervasiva em todos os lugares e durante várias horas por dia, sendo 73% dos brasileiros que usam o celular constantemente e não saem de casa sem ele. Outra tendência que mostra a potência desse setor produtivo está em dados que informam que as pessoas gastam seis vezes mais tempo em apps do que em sites no celular.

O uso da Internet através do telefone celular também vem suplementando o uso da Internet em computadores desktop. O mercado geral de aplicativos no Brasil então movimentou em 2015 cerca de US\$ 25 bilhões e colocou o país como o 5º maior mercado de TICs. Os apps são uma parcela dessa fatia que ainda conta com núcleos isolados de pesquisa e criação. Se tomarmos em conta a quantidade de aplicativos voltados para a saúde (em algum dos seus aspectos) vê-se que ainda há forte presença de aplicativos de iniciativa privada gerando demanda por aplicativos de serviços públicos na qual nossa pesquisa pode se inserir e preencher, desta vez focada no mHealth. Nossos projetos se beneficiam das recentes políticas de inclusão digital lançadas pelo governo que prevê mais lugares com acesso à Internet, zonas Wi-fi livres e barateamento dos preços dos equipamentos em ações de inclusão digital. O Ministério das Comunicações, por exemplo, possui uma série de iniciativas para ampliar o acesso à internet e de criação de aplicativos e outros projetos de inovação e havia aprovado em julho de 2015, 404 aplicativos nacionais para serem oferecidos em celulares vendidos no Brasil com benefícios fiscais. Para conseguir os benefícios tributários, os smartphones fabricados no Brasil devem

custar até R\$ 1,5 mil, disponibilizar aos usuários um pacote mínimo de 50 aplicativos brasileiros e atender às definições tecnológicas determinadas pelo Ministério [Tozetto 2013].

Até 2017, espera-se também que o mercado de mHealth gere, mundialmente, uma receita de US\$ 23 bilhões [Sebrae 2014]. A Europa e a região Ásia-Pacífico (APAC) deverão ser o grande mercado consumidor com 30% cada, seguido da América do Norte (EUA e Canadá) com 28%, América Latina com 7% e a África com 5%. Na América Latina, o Brasil deverá representar 45% do mercado de mHealth, muito superior ao segundo colocado, Argentina (13%). Um estudo traz ainda algumas informações sobre o mercado da América Latina: 60% das soluções em mHealth são voltadas para o fortalecimento do sistema de saúde e aplicações para armazenamento e recuperação de registros de pacientes, aliado ao suporte à decisão de profissionais, como tratamentos e dosagens corretas [Sebrae 2014].

Há muito tempo especialistas do setor de tecnologia defendem a utilização de dispositivos móveis na saúde, especialmente na melhoria dos cuidados relacionados à promoção da saúde e prevenção de complicações das doenças, redução de atendimentos médicos desnecessários, racionalização dos custos assistenciais e possibilidade de dar maior poder ao paciente para que este monitore a sua condição de saúde. Uma pesquisa publicada pela GSM Association - GSMA, entidade que representa as operadoras de celulares e diversos fabricantes de infraestrutura e dispositivos móveis, realizada em parceria com a Pricewater House Coopers Private Limited (PwC), demonstrou que o uso de mHealth poderia resultar, em 2017, uma economia de US\$ 14,1 bilhões no Brasil e US\$ 3,8 bilhões no México em custos e a inclusão ao sistema de saúde de mais de 40 milhões de pacientes, países em que a tecnologia aplicada a aparelhos móveis ainda é pouco utilizada [Vishwanath et al. 2012].

O estudo ainda destaca os obstáculos que, hoje, impediriam para que essa projeção aconteça nos próximos anos. É apontada a necessidade de um plano de ação do governo e dos órgãos reguladores, do contrário, somente 10% dos pacientes poderão se beneficiar da tecnologia, justamente em regiões onde as pressões sobre os recursos de saúde e a carga das doenças crônicas deveriam priorizar a implantação de soluções inovadoras e de baixo custo.

Dentre os benefícios relacionados à mHealth, o relatório ainda destaca a capacitação dos pacientes crônicos e de baixa renda. Essa tecnologia proporcionaria acesso aos cuidados de saúde, em 2017, para mais 28,4 milhões de pacientes no Brasil e 15,5 milhões de pacientes no México, contribuindo para melhoria do seu estilo de vida e redução do impacto das doenças crônicas de milhões de cidadãos, resultando em cerca de 16.000 vidas que poderiam ser salvas. Além disso, 200.000 empregos seriam criados para sustentar as implantações da mHealth nos dois países.

Os serviços de diagnóstico serão o segundo maior segmento, com 15% do mercado global do mHealth (US\$ 3,4 bilhões). Isso inclui a telemedicina móvel e os centros de atendimento de saúde, que permitem a conexão de pessoas de áreas isoladas com os profissionais de saúde, como é o caso do serviço Telenor Teledocor, no Paquistão, que oferece acesso 24 horas, 7 dias por semana, aos médicos qualificados [Burney et al. 2013].

Os serviços de tratamento serão a terceira maior oportunidade de receita, com 10% do mercado geral (US\$ 2,3 bilhões). Os exemplos atuais incluem os serviços que asseguram aos pacientes aderir às programações de tratamento, tal como o Vitality Glow Caps, que lembra os usuários, por meio de SMS e chamadas telefônicas, que devem tomar sua medicação [Vishwanath et al. 2012].

5.2.1 mHealth e Promoção da Saúde

Dentre as principais vantagens para as ações em mHealth temos listado a possibilidade de sair do ambiente clínico, hospitalar e laboratorial para pensar na saúde de forma holística e a todo momento num contexto de vida 24 horas por dia [Rajaratnam and Arendt 2001]. Tanta interação com o dispositivo e sua presença a todo o momento permitem, por exemplo, que os smartphones consigam monitorar a qualidade do sono do usuário [Oliver and Flores-Mangas 2007; Zhenyu Chen et al. 2013]. Essa onipresença do dispositivo desencadeia alguns desafios e contradições, aquele ato de interagir com o celular na cama, antes de dormir, vem sendo acusado como responsável por uma má qualidade do sono [Demirci et al. 2015; Lanaj et al. 2014; Van den Bulck 2007]. O dispositivo de fato funciona como uma extensão natural do nosso corpo e sentidos e torna-se um aparato individual e não-compartilhável. Assim, ações de intervenção e promoção da saúde podem ser barateadas, uma vez que o usuário pode usar seu próprio aparelho [Tibes et al. 2014]. A mHealth também se apresenta como um campo promissor para aumentar/incentivar abordagens de promoção da saúde, prevenção de doenças, prestação de cuidados e monitoramento em países de baixa renda, onde os projetos pilotos são importantes [Gagnon et al. 2016].

Em algumas abordagens, as ações de mHealth são enviadas no momento e local de escolha do participante; elas não dependem da disponibilidade de profissionais presentes; e pode ser facilmente dirigidas a populações de alto risco, que apresentam altas taxas de propriedade de telefone celular, porém baixa acessibilidade aos cuidados de saúde tradicional ou populações em zonas remotas. A mHealth pode ser um formato particularmente promissor para a entrega desses cuidados preventivos e promotores da saúde [Ranney et al. 2014] e várias iniciativas do mHealth em todo o mundo estão fornecendo os primeiros indícios sobre o potencial de utilização das tecnologias móveis e sem fio na saúde [Free et al. 2011].

As mensagens de texto são boas ferramentas para se usar no contexto da promoção da saúde e o conteúdo pode ser personalizado em cada intervenção. Principalmente, as mensagens que consistem de simples lembretes, como tomar seu medicamento no horário adequado [Glascocock and Kutzik 2000], ou aquelas que informam para que o usuário siga o conselho do seu médico sobre dieta [Sama et al. 2014], ou, mude seu estilo de vida, aumente suas atividades físicas, dentre outras situações, que acabam reduzindo custos. Esse conteúdo pode ser personalizado de acordo com as necessidades clínicas de cada paciente [Yasmin et al. 2016].

No estudo realizado por Stoner e Hendershot [2012b], direcionado a indivíduos que faziam uso abusivo do álcool e estavam em tratamento, a utilização de mensagens de texto (SMS) para lembrá-los do uso da medicação mostrou resultado satisfatório uma vez que foi capaz de melhorar a aderência aos medicamentos. Uma revisão sistematizada realizada por Darlow e Wen [2015] identificou um total de 11 intervenções, relatados por 14 manuscritos, que faziam uso da mHealth para ajudar aos pacientes a manter o controle de seus sintomas, gerenciar seus cuidados e melhorar a comunicação com a sua equipe de cuidados de saúde. Uma intervenção por meio de SMS para a cessação do tabagismo mostrou-se eficaz, além de levantar a possibilidade de que, com base na tecnologia móvel, intervenções podem ser eficazes para modificar outros fatores de risco comportamentais para doenças [Free et al. 2011]. Esses estudos evidenciam a importância da transmissão da informação e, conseqüentemente, da educação em saúde dos indivíduos para a redução dos índices epidemiológicos.

Essas ações de mHealth evidenciam sua aplicabilidade em programas de educação e sensibilização, em grande parte sobre a divulgação de informação de massa da fonte para o receptor por meio do SMS. As mensagens são enviadas diretamente para os telefones dos usuários oferecendo informações sobre vários assuntos, incluindo os ensaios e métodos de tratamento, disponibilidade de serviços de saúde e gestão de doenças [Vital Wave Consulting 2009]. Estudos realizados por Cipresso et al. [2012] parecem mostrar também a eficácia de induzir estados afetivos positivos e negativos, usando smartphones por meio de apoio, acompanhamento e tratamento remoto, permitindo um maior envolvimento no cuidado contínuo dos pacientes.

O mesmo autor ainda comenta outras situações aplicáveis, como a que consiste de um número de telefone específico para que um indivíduo seja capaz de chamar e acessar uma gama de serviços médicos. Estes incluem consultas telefônicas, aconselhamento, reclamações de serviços e informações sobre as instalações, medicamentos, equipamentos e/ou clínicas. Alguns projetos fornecem aplicativos que auxiliam na tomada de decisão médica e outros projetos permitem o auxílio para que o paciente reconheça os sintomas e possíveis agravantes. Em tais casos, conhecidos como telemedicina, os pacientes podem tirar uma fotografia de um ferimento ou doença e permitir que um médico auxilie no diagnóstico a distância. São casos

e aplicações inclusive do uso de aplicativos e redes sociais por dermatologistas e outros profissionais da imagem que vemos com a criação de grupos em aplicativos para discussão em torno de algumas imagens e dúvidas dos profissionais [Dhuvad et al. 2015; Graziano et al. 2016; Khanna et al. 2015; Petruzzi and De Benedittis 2016; Senthoo Pandian et al. 2014].

Numa perspectiva similar, algumas pesquisas apontam que os aplicativos médicos possuem um grande potencial para melhorar a prática clínica, mas pouco se sabe sobre os possíveis perigos associados à sua utilização. Buijink et al [2012] vislumbram a necessidade de procedimentos regulamentares e adequados, para permitir que o potencial dos aplicativos seja cumprido e que estes possam garantir a segurança do paciente. Aplicativos móveis são softwares desenvolvidos para smartphones e tablets utilizados para as mais diversas finalidades (jogos, comunicação, entretenimento etc) e tornaram-se importantes ferramentas da mHealth à medida que permitem suporte remoto a pacientes ou autopromoção de cuidados em saúde. Sua principal aplicação tem sido auxiliar políticas públicas de combate a doenças, como obesidade, tabagismo e, particularmente no Brasil, a dengue, além de estimular o usuário a manter ou iniciar práticas benéficas à sua saúde e bem-estar [Bonome et al. 2012].

Aplicativos de saúde se confirmam como tendência ao fazerem uso dos sensores embutidos nos smartphones (por exemplo, acelerômetro, bússola ou câmera) para obter medições úteis para a prática clínica, o que abre um enorme escopo de possibilidades visto que o número e qualidade dos sensores embarcados nos dispositivos [Liu 2013]. Essas aplicações médicas móveis são uma tecnologia emergente que precisa ser devidamente validada, junto com a plataforma móvel específica para garantir o seu funcionamento seguro e eficaz. Ao coletar, tratar e transmitir dados do usuário (perfil, localização e outros dados pessoais) abre-se o debate sobre ética, privacidade e controle dos dados e novas leis e regulamentações estão sendo elaboradas [ENISA-European Network and Information Security Agency 2011; Lupton 2012; Luxton et al. 2012; Martínez-Pérez et al. 2014; Opinion 1/2015 2015].

Corroborando com a necessidade de mais plataformas para validação dos aplicativos, Masterson Creber et al. [2016] analisaram 3.636 aplicativos potencialmente relevantes ao portador de insuficiência cardíaca e encontraram que apenas 34 preencheriam os critérios de inclusão e de uma utilização com informações fidedignas. Os pesquisadores em relação sugerem que muitos aplicativos não atendem aos critérios pré-especificados de qualidade das informações, conteúdo ou de funcionalidades. Levando em consideração que boa parte desses apps estão disponíveis nas lojas virtuais para a aquisição de graça pelos usuários, os resultados comprovam dois aspectos importantes: 1) a variedade de aplicativos e o fácil acesso a eles por meio de usuários comuns e; 2) a dificuldade de se reconhecer bons softwares e apps no campo da saúde.

Ao mesmo tempo, a facilidade de programação, plataformas abertas e de código livre também abrem a perspectiva de que a inovação em saúde pode ser trabalhada com pequenos grupos e sob nossa perspectiva, o próprio processo de construção de aplicativo para a saúde foi incorporado como proposta de promoção e empoderamento para a saúde [Ferreira et al. 2015].

Como a linha da tecnologia móvel aplicada à saúde é um campo novo e em desenvolvimento no nosso país, acreditamos ser necessário apontarmos, agora, algumas direções tomadas por nosso corpo de pesquisa. Nossa direção é a criação e inovação tecnológica, ou uso de tecnologias já existentes numa perspectiva de prevenção de doenças e promoção da saúde.

5.3. Caminhos apontados para *mHealth* e Promoção da Saúde

O panorama apresentado mostra o campo da *mHealth* como diverso e aberto a inúmeras possibilidades. Nesse momento, apontamos perspectivas de trabalho inauguradas por pesquisas interdisciplinares em execução no Programa de Pós-Graduação de Promoção da Saúde da UniCesumar, em Maringá-Paraná. Serão quatro os projetos e ações comentadas aqui: a) a criação de protótipo de aplicativo para assistência materna infantil; b) o processo de criação de um app de forma coletiva por uma comunidade e estudantes, como ação para empoderar uma comunidade para lidar com a dengue; c) a possibilidade do uso do apps Whats (e do SMS) em intervenções para adesão a programas ou educação em saúde e; d) a necessidade de pensar em ações de promoção da saúde para usuários frequentes da tecnologia móvel e seus desdobramentos para a melhoria da qualidade de vida.

5.3.1. Guuda: apps materno infantil

Vimos que muitos aplicativos, ferramentas e diferentes tipos de intervenções vêm ganhando cada vez mais espaço no ambiente tecnológico, visando à melhoria dos serviços da tecnologia em saúde. Um exemplo são as intervenções em *mHealth* dirigidas às mulheres grávidas, podendo ser uma solução eficaz para melhorar a relação materna durante a fase pré-natal.

No ano de 2014, iniciamos o desenvolvimento de um protótipo de aplicativo chamado “Guuda”, que serve como assistente pessoal na saúde materno-infantil⁴. Alternativas de comunicação e informação em saúde para gestantes são um campo que se abriu ultimamente com a incorporação da mHealth. Pesquisas já mostraram a relevância e pertinência do uso dos smartphones em ações e intervenções em saúde nos mais diversos cenários [Cole-Lewis and Kershaw 2010; Douglas and Free 2013; Vollmer Dahlke et al. 2015]. Nossa intenção foi a de criar um app como assistente pessoal [Olla and Shimskey 2015] para informar e divulgar informações para a gestante, enviando notificações e fazendo o acompanhamento dos exames por meio de lembretes inseridos num contexto de calendário de eventos gestacionais. São todas informações relevantes da semana gestacional (tais como: exames, o que está acontecendo com o bebê, alterações fisiológicas etc.).

Sabemos também que a complexidade dos problemas relacionados à saúde materno-infantil exige alternativas construídas interdisciplinarmente, uma vez que se inserem num contexto em que estão presentes aspectos culturais, epidemiológicos, ambientais, de infraestrutura de um modo geral, de acesso à informação etc. Tecnologias podem auxiliar nessa fase nas mais diversas etapas, no entanto, mesmo com todo recurso de instrumentação, alguns hábitos e intervenções de comunicação para educação e empoderamento dessas mulheres durante a fase gestacional são necessárias [Carvalho and Gastaldo 2008; Costa et al. 2009; Gohn 2004; Schmidt and Argimon 2009; Sicoli and Nascimento 2003; Silva, R. M. Da et al. 2012].

Entre as intervenções que são descritas como exitosas está a “Pregnancy care advice by SMS”, que tratou do envio de mensagens via SMS para as mulheres grávidas e moradoras de aldeias remotas de Bangladesh e Índia com o objetivo de sensibilizar e informá-las sobre tópicos úteis e aconselhamento pré-natal apropriado para cada fase da gestação [Chowdhury 2014].

Em seu aspecto conceitual, o app do grupo da UniCesumar está sendo desenhado seguindo as orientações da cartilha Mamãe Paranaense, disponível e entregue às gestantes na primeira consulta com o médico no setor público [Secretaria de Estado da Saúde do Paraná 2014]. O documento abrange consultas de pré-natal e puericultura, além de urgências destes e outros grupos populacionais. Assim, transportam-se esses elementos para um aplicativo e acrescentam-se informações que serão disponibilizadas para a gestante a cada semana. A interface do app se inspira no conteúdo da cartilha física Mamãe Paranaense e buscamos, assim, fortalecer o programa Mamãe Paranaense e Rede Cegonha (nacional), além da possibilidade para empoderar mulheres em fase gestacional. Lembramos, no entanto, que o app não foi criado para substituir a consulta médico-paciente e não se configura como uma ação de tele-

4 - O projeto desenvolvido pelo Bolsista de Iniciação Científica Rafael Nunhez Meyer (Eng. Software) conta com a colaboração dos docentes Flávio Bertolozzi, do médico Ewandro Braz Contardi e mais recente com a colaboração da Profa. Dra. Andrea Grano. Trata-se de um projeto que se desdobra do projeto e-SMI Saúde Materno-Infantil coordenado pelo Prof. Flávio Bertolozzi.

medicina, mas sim como uma ferramenta complementar de transmissão de informação para a educação em saúde. Trata-se da perspectiva de criar a responsabilidade e conhecimento de momentos fases de sua gestação, conforme apontada por pesquisas de natureza semelhante [Abroms et al. 2015; Sondaal et al. 2016; Tamrat and Kachnowski 2012; Willcox et al. 2015]. O app, por meio de interface de notificação e agenda, permitirá a gestante acompanhar algumas informações relevantes para a sua saúde e da formação do feto semanalmente, além de ajudá-la a lembrar de exames e consultas e de levar a cartilha física nessa oportunidade, otimizando o contato com o profissional de saúde [Fernandes and Vilela 2014].

No que se refere à usuária final, consideramos a classificação entre dois grupos de gestantes: baixo e alto risco. O pré-natal de alto risco ocorre em cerca de 10% das gestações que cursam com critérios de risco, o que aumenta significativamente a probabilidade de intercorrências e óbito materno e/ou fetal nas gestações de alto risco [Brasil 2012; Ministério da Saúde 2005; Viellas et al. 2014]. Para as gestações de baixo risco foram listados, com base na orientação de profissionais da saúde e de literatura especializada, exames que são básicos e comuns à maioria das gestantes [Brasil 2012].

A criação desse tipo de aplicativo atende à demanda crescente de sistemas que funcionam como assistentes pessoais e tomam vantagem da presença constante do smartphone no bolso praticamente a toda hora. No universo materno-infantil cabe lembrar que o smartphone tem se tornado instrumento para a mãe acionar uma variedade enorme de conteúdo (multimídia: canções de ninar, músicas, dicas e vídeos de especialistas) e lembra-se da tendência do profissional da saúde, em especial, do pediatra, em abrir grupo e comunicação por WhatsApp, por exemplo, para ajudar a tirar dúvidas rápidas das mães [Isabel Kalil 2016]. Segundo reportagem de série especial do Jornal Hoje, “Bebês Modernos”, de cada 100 aplicativos baixados no Brasil cerca de 20 deles estão relacionados à ajuda dos pais na relação com os filhos [Rede Globo de Televisão - Jornal Hoje 2016].

5.3.2. RadarDengue e sketches: apps para mobilização contra Dengue

Aplicativos, a exemplo do Guuda, se configuram como um novo momento para se pensar em ações de prevenção e promoção em saúde. Levando em consideração a tele-densidade no Brasil podemos afirmar com a Anatel que temos cerca de 1,36 aparelhos por pessoa [Anatel 2016]. Se comparada a outras intervenções, com e sem recurso tecnológicos, as ações de mHealth têm se mostrado de baixo-custo e alta penetração. Levando em consideração a relativa facilidade em esboçar aplicativos com ferramentas educacionais, elaboramos um processo de criação coletiva de aplicativo para “combater o Aedes”. Nessa perspectiva de design participatório [Pilemalm and Timpka 2008; Sjöberg and Timpka 1998], uma comunidade composta

por estudantes de ensino fundamental, médio e superior, bem como moradores de um bairro na cidade de Maringá ajudaram a construir uma série de apps com propostas para o combate à dengue, em 2014 e 2015.

Ao mesmo tempo, vê-se o surgimento do conceito de m-Learning associado a metodologias e estratégias do uso das tecnologias móveis dentro de um contexto de ensino-aprendizagem [Briz-Ponce et al. 2016]. Ainda nessa perspectiva, percebeu-se o potencial das ferramentas de criação coletiva e colaborativa para a criação e esboço de apps que possam ajudar uma comunidade a lidar com o problema da dengue e outras doenças relacionadas ao *Aedes aegypti*. Em uma intervenção realizada no bairro do Borba-Gato em Maringá-Paraná pudemos, mobilizando diferentes atores, realizar o esboço e o desenvolvimento de alguns aplicativos como proposta para engajar a população a perceber o ambiente e a lidar com a dengue. A versão do aplicativo RadarDengue foi finalizada e disponibilizada para download na loja virtual da Google. Como solução de projeto de pesquisa sua interface está em constante aprimoramento. O app funciona como uma rede social para usuários compartilharem imagens dos focos suspeitos da dengue, bem como agendarem e marcaram mutirões de limpezas no bairro. Diversos outros aplicativos foram esboçados e apontaram perspectivas diferentes, dentre elas podemos destacar o desconto em imposto para líderes comunitários e indivíduos, que pelo aplicativo possa mobilizar a população para limpeza e relatar “denúncia” dos lugares suspeitos. Outro aplicativo indica postos de saúde e informações de reconhecer os sintomas da dengue e, por fim, outro, geolocalizar mosquitos em realidade aumentada com base nos dados do LIRA (Levantamento Rápido do Índice de Infestação por *Aedes aegypti*) para usuários circularem pelos bairros mais afetados numa espécie de serious game [Wattanasoontorn et al. 2013], baseado em geolocalização.

5.3.3. Whats em intervenções?

Além da construção de apps como uma ação de promoção da saúde, achamos interessante apresentar aqui outras intervenções esboçadas por nosso grupo que se propõe a usar de aplicativos já instalados e populares na população para se pensar ações e intenções de saúde.

Lembramos, por exemplo, da popularidade do aplicativo para troca de mensagens multimídia WhatsApp no Brasil. Trata-se do mais popular, usado por milhões de pessoas em diversos contextos, incluindo lazer, trabalho e educação. O app vem registrando um amplo crescimento com aumento de até 1 milhão de usuários por dia, completando em 2014 cerca de 600 milhões de usuários e com aplicações no campo da saúde [Derek Cheung et al. 2015; Gulacti et al. 2016; Johnston et al. 2016; Karapanos et al. 2016; Petruzzi e De Benedittis, 2016]. O WhatsApp é usualmente utilizado como aplicações móveis para compartilhar mensagens de

textos de livre conteúdo, bem como imagens, vídeos, áudios, contatos, localizações e arquivos [Karpisek et al. 2015]. Este aplicativo permite a troca de mensagens sem ter que pagar por SMS, caracterizando uma das melhores opções para prestar serviços de saúde nesta escala [Robinson et al. 2015].

Percebe-se no uso do aplicativo a possibilidade de ampliar a formação de grupos sociais, que de forma online, dão suporte uns aos outros. Essa formação de uma rede social e a possibilidade de manter laços afetivos com indivíduos distantes fisicamente se configura como uma ótima possibilidade para os promotores da saúde. Conteúdos já são pensados para esse tipo de ambiente (vídeos, memes e áudios), porém as ações ainda são tímidas, de marketing digital e pouco documentadas em ambientes acadêmicos.

Dois projetos nascem no nosso programa com a perspectiva de endereçar ações para esse novo contexto social de interação no app e estão sob a orientação do Prof. Dr. Marcelo Picinin Bernuci. Trata-se da realização de uma intervenção usando mensagens multimídia em grupos de WhatsApp formado por mulheres atendidas em Unidade Básica da Saúde, informando principalmente sobre o tema do câncer do colo de útero e mama. Trata-se de duas doenças que ainda assolam a população feminina, com alta taxa de cura quando diagnosticado precocemente [INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva 2015a, 2015b]. São também grupos populacionais que se valem das redes sociais para o suporte mútuo com boas experiências nesse sentido no mundo online [Darlow and Wen 2015; Goswami et al. 2010; Hall et al. 2015; Koskan et al. 2014; Mirkovic et al. 2014; Myrick et al. 2016]. As mensagens enviadas durante algumas semanas visam informar e empoderar essas mulheres com informações básicas, validadas por profissionais da saúde, sobre prevenção, cuidados etc. Busca-se transformá-las em multiplicadoras locais e desmitificar um tema, que sempre merece mais destaque. Numa perspectiva similar, visa-se o uso do WhatsApp para contribuir para a adesão de indivíduos atendidos no programa HiperDia (Hipertensão–Diabetes), em projeto liderado pela Profa. Mirian Ueda Yamaguchi.

5.3.4. Mobilidade e (i) mobilidade

Nos parece interessante comentar que tecnologias móveis podem estar contribuindo para uma certa “imobilidade” do usuário em função do uso contínuo e postura estática da maioria dos segmentos corporais. Ainda consideramos também a dimensão da atividade e prática física suportada ou auxiliada por meio dos smartphones. Irrompem nesse momento diversos aplicativos e acessórios fitness que rastreiam movimento, postura, deslocamento do corpo para, em diversas propostas, calcular gastos de caloria, percursos. Há um diálogo entre as tecnologias móveis e vestíveis que são lançadas no mercado e permitem ao usuário vestir

o dispositivo [Fletcher et al. 2010; Pentland 2000]. No mesmo contexto, redes sociais online beneficiadas pela presença do smartphone, contribuem perigosamente para a divulgação de imagens que não fortalecem o consumo e a atividade física saudável. São imagens de alimentos e dos chamados blogueiros fitness em redes [Boepple and Thompson 2016; Villiard and Moreno 2012], como Instagram, por exemplo, que fazem um desserviço para o profissional da saúde e na nutrição ao divulgar imagens (algumas fakes) de usuários em atividades que, sem o acompanhamento adequado, contribuem para uma imagem do corpo e da perda de peso fácil. É nessa perspectiva que promotores da saúde pensam em analisar e esboçar ações para alertar sobre esses riscos, dentre elas temos a pesquisa em execução pela educadora física Graciele Storlaski que alerta sobre o uso do Instagram como ferramenta para divulgação de imagens e vídeos de usuários com diversos “seguidores” mas com discursos perigosos sobre essas práticas.

Há de se comentar também da atração e deslumbre que a tecnologia ainda exerce no indivíduo e nos dados sobre a frequência do uso do smartphone. Tempo e intensidade de interação desencadearam pesquisas que observam dores musculoesqueléticas que estão associadas ao uso do smartphone, principalmente em posturas inadequadas. O fisioterapeuta Glaukus Bueno em sua pesquisa busca justamente entender esse contexto para depois pensar em ações de promoção da saúde que alertem aos usuários sobre sua postura inadequada enquanto interage com o dispositivo.

Levando em consideração que um telefone celular não é mais apenas um telefone, tornou-se parte integrante da vida moderna para muitas pessoas [Liang and Hwang 2016] e como acontece com qualquer inovação que rapidamente altera a forma como as pessoas se relacionam, o agressivo crescimento do smartphone tem provocado discussões acerca de seus benefícios e desvantagens [Borges and Joia 2013], assim como tem ocorrido em relação ao celular e outras tecnologias de uso regular, como internet, jogos eletrônicos, aparelhos digitais de músicas e outros artefatos. No entanto, a presença constante desses dispositivos, por ora denominados de smartphones está condicionando um maior tempo de manuseio, que pode afetar a qualidade de vida do usuário. Essa interação com o dispositivo é mais intensa com o grupo de usuários jovens e pela frequência e intensidade da ação, algumas alterações fisiológicas e psicológicas já são relatadas.

Lee e Seo [2014] destacam que se um smartphone é usado regularmente e por um longo tempo, pode afetar a percepção correta do sentido proprioceptivo incentivando assim o movimento anormal do sistema musculoesquelético. Se esta condição se mantiver, isso afetaria negativamente a qualidade de vida da vida diária através da dor. Na mesma percepção, Gold et al. [2012] associam diretamente o massivo envio de mensagens com lesões musculoesqueléticas (LME). Recentemente lemos notícias de que os usuários do smartphone ao joga-

rem Pokemon Go (app de game de Realidade Aumentada no espaço urbano) estão sofrendo injúrias e acidentes nas cidades. O fato se deve ao risco que estão enfrentando ao se entreter com o conteúdo, de cabeça baixa e olhando para tela, ficando assim suscetíveis às situações que acontecem na cidade: quedas, tropicões, atropelamentos, esbarrões etc. [Tsukayama 2016].

No que tange à área da promoção da saúde, cabe um olhar interdisciplinar do fenômeno ao envolver as ciências do corpo e da observação dos reflexos da postura, posição e frequência do ato da interação com o dispositivo com as observações sobre o consumo e comportamentos diante das tecnologias. Compreendemos a dimensão cultural por trás da intensa interação com o dispositivo móvel e dessa hiperconectividade que é demandada pelo atual estágio da cibercultura [Castells et al. 2006; Katz and Aakhus 2002; Levy 1999; Ling and Donner 2009].

Nesse contexto, a pesquisa do fisioterapeuta Glaukus Bueno visa identificar os fatores associados ao uso do smartphone por jovens acadêmicos (18-26 anos) relacionando o tempo de uso do dispositivo por eles com possíveis consequências para a saúde (posturais e musculoesqueléticas). A partir dessas observações serão esboçadas ações que promovam a saúde desta população.

Tempo e intensidade da interação com o dispositivo estão desencadeando esses relatos de dores e alterações na postura. Outro aspecto relevante dentro desse contexto refere-se ao vício documentado e observado que alguns indivíduos possuem do celular. O estado patológico de alguns “viciados” em telefones ou que temem estar longe deles [Bragazzi and Del Puente 2014; King et al. 2010, 2014] abrem a perspectiva de ações de promoção da saúde para atuar a favor do indivíduo. Não é de se espantar que a compreensão da cultura e dinâmica comportamental da população é essencial para se pensar não só em ações de promoção da saúde, mas também na concepção e criação de tecnologias. Em tempo, pesquisadores do campo das ciências exatas e tecnológicas, como Weiser [1991] e Viller e Sommerville [1999] propõem aos desenvolvedores um olhar humanizador e a compreensão das dinâmicas humanas para se depois esboçar ou criar um software (ou app se preferir). O campo da mHealth não deve ser uma área exclusiva da área da saúde e muito menos da tecnológica, mas requer abordagem interdisciplinar.

5.4 – Considerações finais

As quatro propostas apresentadas indicam caminhos diferentes e perspectivas da mHealth para a Promoção da Saúde. Diversas publicações apresentam perspectivas de criação e inovação no campo das ciências da computação ou da saúde coletiva e pública. No entanto, muitas delas ficam centradas em experiências e intervenções em países ricos. Países em desenvolvimento apresentam novos desafios para o campo e há a necessidade da adequação das propostas nas dinâmicas sociais e econômicas locais. Observamos que as dimensões continentais do nosso território e o comportamento do brasileiro frente ao consumo e tempo gasto em redes sociais online permitem elaborar propostas como Guuda, que procura se integrar a uma política pública. O culto a imagem do corpo esbelto e belo, normalmente associado a nossa cultura praiana e carnavalesca (inclusive considerando a quantidade de intervenções plásticas para a estética efetuadas em nosso país) explicam em parte, o fenômeno de se recorrer a blogs e páginas fitness. Estamos interessados em compreender mais essa dinâmica para agir como promotores da saúde. Em outra perspectiva, nos parece adequado alertar sobre os riscos de se interagir, durante muito tempo, com o smartphone em posições inadequadas.

Compreendemos também que a própria dinâmica de pensar e se elaborar um aplicativo para a saúde pode ser encarado como elemento para a promoção e empoderamento de uma comunidade. Ao envolver e engajar uma comunidade local em processos criativos, elaboramos um aplicativo que foi resultante de intervenções locais, além de uma versão do app foi esboçada uma dezena de outros com perspectivas de se comportarem como serious games baseados em localização, redes sociais para mobilização e organização de mutirões e até apps para auxiliar na denúncia de áreas infectadas. Essa aproximação com um tipo de desenho participatório para inovação encontra inspiração nas considerações do cientista da computação Alex Sandy Pentland, o qual entende as dinâmicas sociais (e a possibilidade de rastrear e identificar elas com sensores, algoritmos, etc) como essenciais no atual momento da Big Data. As respostas e soluções para alguns comportamentos ditos não saudáveis podem estar dentro da própria comunidade e a perspectiva atual da promoção da saúde é a de pensar em ações que surjam e atinjam a comunidade. Pensar ações e intervenções de mHealth que sejam naturalmente inseridas dentro do contexto dos grupos, numa perspectiva bottom-up, é o caminho que tomamos e a sugestão que fazemos para novos e futuros desenvolvedores de tecnologias móveis para a saúde.

Referência bibliográfica

Abroms, L. C., Whittaker, R., Free, C., Mendel Van Alstyne, J. and Schindler-Ruwisch, J. M. (21 dec 2015). Developing and Pretesting a Text Messaging Program for Health Behavior Change: Recommended Steps. *JMIR mHealth and uHealth*, v. 3, n. 4, p. e107.

Anatel (2016). Agência Nacional de Telecomunicações. *Telefonia Móvel - Acessos*,

BinDhim, N. F., Hawkey, A. and Trevena, L. (feb 2015). A Systematic Review of Quality Assessment Methods for Smartphone Health Apps. *Telemedicine and e-Health*, v. 21, n. 2, p. 97–104.

Boepple, L. and Thompson, J. K. (2016). A content analytic comparison of fitspiration and thinspiration websites. *International Journal of Eating Disorders*, v. 49, n. 1, p. 98–101.

Bonome, K. da S., Santo, C. C. Di, Prado, C. S., Souza, F. S. and Pisa, I. T. (2012). Disseminação do uso de aplicativos móveis na atenção à saúde. *XIII Congresso Brasileiro em Informatica em Saúde - CBIS 2012*, p. 1–6.

Borges, A. P. and Joia, L. A. (dec 2013). Executivos e smartphones: uma relação ambígua e paradoxal. *Organizações & Sociedade*, v. 20, n. 67, p. 585–602.

Bragazzi, N. and Del Puente, G. (may 2014). A proposal for including nomophobia in the new DSM-V. *Psychology Research and Behavior Management*, v. 7, p. 155.

Brasil, M. D. S. (2012). *Atenção ao pré-natal de baixo risco*.

Briz-Ponce, L., Juanes-Méndez, J. A., García-Peñalvo, F. J. and Pereira, A. (2016). Effects of Mobile Learning in Medical Education: a Counterfactual Evaluation. *Journal of Medical Systems*, v. 40, n. 6, p. 1–6.

Buijink, a. W. G., Visser, B. J. and Marshall, L. (2012). Medical apps for smartphones: lack of evidence undermines quality and safety. *Evidence-Based Medicine*, v. 18, n. 3, p. 90–92.

Burney, A., Abbas, Z., Mahmood, N. and Arifeen, Q. (2013). Prospects for Mobile Health in Pakistan and Other Developing Countries. *Advances in Internet of Things*, v. 2013, n. June, p. 27–32.

Carvalho, S. R. and Gastaldo, D. (2008). Promoção à saúde e empoderamento: uma reflexão a partir das perspectivas crítico-social pós-estruturalista. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 13, p. 2029–2040.

Castells, M., Fernández-Ardèvel, M., Linchuan, J. and Sey, A. (2006). *Mobile Communication and Society: A Global Perspective*. Cambridge, MA: MIT Press.

Chiavegatto Filho, A. D. P. (jun 2015). Uso de big data em saúde no Brasil: perspectivas para um futuro próximo. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 24, n. 2, p. 325–332.

Chowdhury, M. M. H. (2014). e-Health in Bangladesh : Current Status , Challenges , and Future Direction. *International Technology Management Review*, v. 4, n. 2, p. 87–96.

Cipresso, P., Serino, S., Villani, D., et al. (may 2012). Is your phone so smart to affect your state? An exploratory study based on psychophysiological measures. *Neurocomputing*, v. 84, p. 23–30.

Cole-Lewis, H. and Kershaw, T. (2010). Text Messaging as a Tool for Behavior Change in Disease Prevention and Management. *Epidemiol Reviews*, v. 32, n. 1, p. 56–69.

Costa, G. D. Da, Cotta, R. M. M., Reis, J. R., et al. (2009). Avaliação do cuidado à saúde da gestante no contexto do Programa Saúde da Família. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 14, p. 1347–1357.

Dammert, A. C., Galdo, J. C. and Galdo, V. (may 2014). Preventing dengue through mobile phones: Evidence from a field experiment in Peru. *Journal of Health Economics*, v. 35, n. 1, p. 147–161.

Darlow, S. and Wen, K.-Y. (27 apr 2015). Development testing of mobile health interventions for cancer patient self-management: A review. *Health Informatics Journal*, p. 1460458215577994.

De La Torre-Díez, I., López-Coronado, M., Vaca, C., Aguado, J. S. and De Castro, C. (feb 2015). Cost-Utility and Cost-Effectiveness Studies of Telemedicine, Electronic, and Mobile Health Systems in the Literature: A Systematic Review. *Telemedicine and e-Health*, v. 21, n. 2, p. 81–85.

Demirci, K., Akgönül, M. and Akpınar, A. (jun 2015). Relationship of smartphone use severity with sleep quality, depression, and anxiety in university students. *Journal of Behavioral Addictions*, v. 4, n. 2, p. 85–92.

Derek Cheung, Y. T., Helen Chan, C. H., Lai, C. K. J., et al. (2015). Using Whatsapp and Facebook online social groups for smoking relapse prevention for recent quitters: A pilot pragmatic cluster randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, v. 17, n. 10, p. 1–15.

Dhiliwal, S. R. and Salins, N. (2015). Smartphone applications in palliative homecare. *Indian journal of palliative care*, v. 21, n. 1, p. 88–91.

Dhuvad, J. M., Dhuvad, M. M. and Kshirsagar, R. A. (2015). Have smartphones contributed in the clinical progress of oral and maxillofacial surgery? *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, v. 9, n. 9, p. ZC22–ZC24.

Douglas, N. and Free, C. (2013). “Someone battling in my corner”: Experiences of smoking-cessation support via text message. *British Journal of General Practice*, v. 63, n. 616, p. 768–776.

Elite, R. (2015). Lesão tecnológica. *Revista Elite Mostrando itens por tag: celular*,

ENISA-European Network and Information Security Agency (2011). *Smartphone Secure Development Guidelines for App Developers*. Enisa. file:///C:/Users/tiago.lucena/Desktop/Papers/escrevendo/Saúde Move!/ENISA Smartphone Secure_Dev_Guidelines.pdf.

Fernandes, R. Z. S. and Vilela, M. F. de G. (2014). Estratégias de integração das práticas assistenciais de saúde e de vigilância sanitária no contexto de implementação da Rede Cegonha. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 19, n. 11, p. 4457–4466.

Ferreira, A. C. R., Guilherme, Y., Velho, A. P. M. and Lucena, T. F. R. (2015). Aprimoramento do Conteúdo e Operacionalização do Aplicativo Radar Dengue: Uma experiência em Saúde e Tecnologia Móvel. In *Anais Eletrônico: IX EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar*. . UniCesumar.

Fletcher, R. R., Ming-Zher Poh, Eydgahi, H., Poh, M.-Z. and Eydgahi, H. (aug 2010). Wearable sensors: opportunities and challenges for low-cost health care. In *2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology*. . IEEE. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21096416>.

Free, C., Knight, R., Robertson, S., et al. (2011). Smoking cessation support delivered via mobile phone text messaging (txt2stop): A single-blind, randomised trial. *The Lancet*, v. 378, n. 9785, p. 49–55.

Gagnon, M. P., Ngangue, P., Payne-Gagnon, J. and Desmartis, M. (2016). MHealth adoption by healthcare professionals: A systematic review. *Journal of the American Medical Informatics Association*, v. 23, n. 1, p. 212–220.

Ganapathy, K., Kanwar, V., Bhatnagar, T. and Uthayakumaran, N. (9 feb 2016). mHealth: A Critical Analysis of Awareness, Perception, and Attitude of Healthcare Among Providers in Himachal Pradesh, North India. *Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association*,

Glascok, A. P. and Kutzik, D. M. (2000). Behavioral Telemedicine: A New Approach to the Continuous Noninvasive Monitoring of Activities of Daily Living. *Telemedicine Journal*, v. 6, n. 1, p. 33–44.

Goggin, G. (2006). *Cell Phone Culture*. New York, NY, USA: Routledge.

Gohn, M. da G. (2004). Empoderamento e participação da comunidade em políticas sociais. *Saúde e Sociedade*, v. 13, n. 2, p. 20–31.

Gold, J. E., Driban, J. B., Thomas, N., et al. (mar 2012). Postures, typing strategies, and gender differences in mobile device usage: An observational study. *Applied Ergonomics*, v. 43, n. 2, p. 408–412.

Goswami, S., Köbler, F., Leimeister, J. M. and Krcmar, H. (2010). Using Online Social Networking to Enhance Social Connectedness and Social Support for the Elderly. *Proceedings of the International Conference on Information Systems (ICIS)*, v. 10, p. 107–132.

Graziano, F., Maugeri, R., Giugno, A. and Iacopino, D. G. (26 may 2016). WhatsApp in neurosurgery: the best practice is in our hands. *Acta Neurochirurgica*, p. 3–4.

Gulacti, U., Lok, U., Hatipoglu, S. and Polat, H. (2016). An Analysis of WhatsApp Usage for Communication Between Consulting and Emergency Physicians. *Journal of Medical Systems*, v. 40, n. 6.

Guo, X., Han, X., Zhang, X., Dang, Y. and Chen, C. (aug 2015). Investigating mHealth Acceptance from a Protection Motivation Theory Perspective: Gender and Age Differences. *Telemedicine and e-Health*, v. 21, n. 8, p. 661–669.

Hall, L. K., Kunz, B. F., Davis, E. V, Dawson, R. I. and Powers, R. S. (28 may 2015). The Cancer Experience Map: An Approach to Including the Patient Voice in Supportive Care Solutions. *Journal of Medical Internet Research*, v. 17, n. 5, p. e132.

INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (2015a). *Estimativa 2016 - Incidência de Câncer no Brasil*. Rio de Janeiro: Coordenação de Prevenção e Vigilância - INCA.

INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (2015b). *Diretrizes para a detecção precoce do câncer de mama no Brasil*. . http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/livro_deteccao_precoce_final.pdf, [accessed on Mar 7].

Instituto de Saúde (2012). A incorporação dos resultados das pesquisas científicas no SUS. *Boletim do Instituto de Saúde*, v. 13, n. 3.

Isabel Kalil (2016). *Pediatra cria grupos no whatsapp para mães de bebês conversarem*. <http://www.paisefilhos.com.br/pais/pediatra-cria-grupos-no-whatsapp-para-maes-de-bebes-conversarem/>, [accessed on Jul 11].

Johnston, M., King, D. and Darzi, A. (2016). Reply to the letter: WhatsApp with patient data transmitted via instant messaging? *American Journal of Surgery*, v. 211, n. 1, p. 301–302.

Karapanos, E., Teixeira, P. and Gouveia, R. (2016). Need fulfillment and experiences on social media: A case on Facebook and WhatsApp. *Computers in Human Behavior*, v. 55, p. 888–897.

Karpisek, F., Baggili, I. and Breitinger, F. (dec 2015). WhatsApp network forensics: Decrypting and understanding the WhatsApp call signaling messages. *Digital Investigation*, v. 15, p. 110–118.

Katz, J. E. and Aakhus, M. [Eds.] (2002). *Perpetual Contact: Mobile Communication, Private Talk and Public Performance*. Cambridge-UK: Cambridge University Press.

Khanna, V., Sambandam, S. N., Gul, A. and Mounasamy, V. (30 jul 2015). WhatsAppening in orthopedic care: a concise report from a 300-bedded tertiary care teaching center. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, v. 25, n. 5, p. 821–826.

King, A. L. S., Valença, A. M. and Nardi, A. E. (mar 2010). Nomophobia: The Mobile Phone in Panic Disorder With Agoraphobia. *Cognitive and Behavioral Neurology*, v. 23, n. 1, p. 52–54.

King, A. L. S., Valença, A. M., Silva, A. C., et al. (21 feb 2014). “Nomophobia”: Impact of Cell Phone Use Interfering with Symptoms and Emotions of Individuals with Panic Disorder Compared with a Control Group. *Clinical Practice & Epidemiology in Mental Health*, v. 10, n. 1, p. 28–35.

Klasnja, P. and Pratt, W. (feb 2012). Healthcare in the pocket: Mapping the space of mobile-phone health interventions. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 45, n. 1, p. 184–198.

Koskan, A., Klasko, L., Davis, S. N., et al. (jul 2014). Use and Taxonomy of Social Media in Cancer-Related Research: A Systematic Review. *American Journal of Public Health*, v. 104, n. 7, p. e20–e37.

Lanaj, K., Johnson, R. E. and Barnes, C. M. (may 2014). Beginning the workday yet already depleted? Consequences of late-night smartphone use and sleep. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, v. 124, n. 1, p. 11–23.

Lee, J. and Seo, K. (2014). The comparison of cervical repositioning errors according to smartphone addiction grades. *Journal of physical therapy science*, v. 26, n. 4, p. 595–8.

Levy, P. (1999). *Cibercultura*. Editora 34 (coleção TRANS).

Liang, H.-W. and Hwang, Y.-H. (2016). Mobile Phone Use Behaviors and Postures on Public Transportation Systems. *PloS one*, v. 11, n. 2, p. e0148419.

Ling, R. and Donner, J. (2009). *Mobile Communication*. 1 st ed. Cambridge-UK: Polity.

Liu, M. (2013). A Study of Mobile Sensing Using Smartphones. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, v. 2013, p. 1–11.

Lupton, D. (27 aug 2012). MHealth and health promotion: The digital cyborg and surveillance society. *Social Theory & Health*, v. 10, n. 3, p. 229–244.

Luxton, D. D., Kayl, R. a. and Mishkind, M. C. (may 2012). mHealth Data Security: The Need for HIPAA-Compliant Standardization. *Telemedicine and e-Health*, v. 18, n. 4, p. 284–288.

Maria, G., Pereira, C., Tecnologia, C. De, et al. (2015). Sistemas de informação como apoio à gestão de recursos humanos em saúde. v. 4, p. 21–42.

Martínez-Pérez, B., De La Torre-Díez, I. and López-Coronado, M. (2014). Privacy and Security in Mobile Health Apps: A Review and Recommendations. *Journal of Medical Systems*, v. 39, n. 1.

Masterson Creber, R. M., Maurer, M. S., Reading, M., et al. (jan 2016). Review and Analysis of Existing Mobile Phone Apps to Support Heart Failure Symptom Monitoring and Self-Care Management Using the Mobile Application Rating Scale (MARS). *JMIR mHealth and uHealth*, v. 4, n. 2, p. e74.

Ministério da Saúde (2005). Pré-natal e Puerpério: atenção qualificada e humanizada - manual técnico.

Mirkovic, J., Kaufman, D. R. and Ruland, C. M. (13 aug 2014). Supporting Cancer Patients in Illness Management: Usability Evaluation of a Mobile App. *JMIR mHealth and uHealth*, v. 2, n. 3, p. e33.

Myrick, J. G., Holton, A. E., Himelboim, I. and Love, B. (3 may 2016). #Stupidcancer: Exploring a Typology of Social Support and the Role of Emotional Expression in a Social Media Community. *Health Communication*, v. 31, n. 5, p. 596–605.

Oliver, N. and Flores-Mangas, F. (1 mar 2007). HealthGear: Automatic Sleep Apnea Detection and Monitoring with a Mobile Phone. *Journal of Communications*, v. 2, n. 2, p. 1–9.

Olla, P. and Shimskey, C. (30 apr 2015). mHealth taxonomy: a literature survey of mobile health applications. *Health and Technology*, v. 4, n. 4, p. 299–308.

Opinion 1/2015 (2015). Mobile Health: Reconciling Technological Innovation with Data Protection. *European Data Protection Supervisor*, n. May, p. 1–17.

Pentland, A. (2000). Looking at people: sensing for ubiquitous and wearable computing. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, v. 22, n. 1, p. 107–119.

Petruzzi, M. and De Benedittis, M. (2016). WhatsApp: A telemedicine platform for facilitating remote oral medicine consultation and improving clinical examinations. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, v. 121, n. 3, p. 248–254.

Pilemalm, S. and Timpka, T. (2008). Third generation participatory design in health informatics-Making user participation applicable to large-scale information system projects. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 41, n. 2, p. 327–339.

Rajaratnam, S. M. and Arendt, J. (sep 2001). Health in a 24-h society. *The Lancet*, v. 358, n. 9286, p. 999–1005.

Ranney, M. L., Choo, E. K., Cunningham, R. M., et al. (2014). Acceptability, language, and structure of text message-based behavioral interventions for high-risk adolescent females: A qualitative study. *Journal of Adolescent Health*, v. 55, n. 1, p. 33–40.

Rede Globo de Televisão - Jornal Hoje (2016). Bebês Modernos. . <http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2016/07/bebes-modernos-mostra-mudancas-na-maneira-de-cuidar-dos-filhos.html>.

Rheingold, H. (2007). *Smart mobs: The next social revolution*. Basic Books.

Robinson, L., Behi, O., Corcoran, A., et al. (sep 2015). Evaluation of Whatsapp for Promoting Social Presence in a First Year Undergraduate Radiography Problem-Based Learning Group. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, v. 46, n. 3, p. 280–286.

Sama, P. R., Eapen, Z. J., Weinfurt, K. P., Shah, B. R. and Schulman, K. a (1 may 2014). An Evaluation of Mobile Health Application Tools. *JMIR mHealth and uHealth*, v. 2, n. 2, p. e19.

Schmidt, E. B. and Argimon, I. I. de L. (2009). Vinculação da gestante e apego materno fetal. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, v. 19, n. 43, p. 211–220.

Sebrae (2014). *Saúde conectada ao Mundial: mHealth*.

Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (2014). *Linha guia: Rede Mãe Paranaese*.

Senthoor Pandian, S., Srinivasan, P. and Mohan, S. (2014). The maxillofacial surgeon's march towards a smarter future-smartphones. *Journal of maxillofacial and oral surgery*, v. 13, n. 4, p. 355–358.

Sícoli, J. L. and Nascimento, P. R. Do (2003). Promoção de saúde: concepções, princípios e operacionalização. *Revista Interface – Comunicação, Saúde, Educação*, v. 7, n. 12, p. 91–112.

Siedner, M. J., Santorino, D., Lankowski, A. J., et al. (2015). A combination SMS and transportation reimbursement intervention to improve HIV care following abnormal CD4 test results in rural Uganda: a prospective observational cohort study. *BMC medicine*, v. 13, n. 1, p. 160.

Silva, R. M. Da, Costa, M. S., Matsue, R. Y., et al. (2012). Cartografia do cuidado na saúde da gestante. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n. 3, p. 635–642.

- Silva, H. P., Petramale, C. A. and Elias, F. T. S. (dec 2012). Avanços e desafios da política nacional de gestão de tecnologias em saúde. *Revista de Saúde Pública*, v. 46, n. Supl, p. 83–90.
- Sjöberg, C. and Timpka, T. (1998). Participatory design of information systems in health care. *Journal of the American Medical Informatics Association*, v. 5, n. 2, p. 177–83.
- Sondaal, S. F. V., Browne, J. L., Amoakoh-Coleman, M., et al. (2016). Assessing the Effect of mHealth Interventions in Improving Maternal and Neonatal Care in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review. *PloS one*, v. 11, n. 5, p. e0154664.
- Stoner, S. A. and Hendershot, C. S. (2012). A randomized trial evaluating an mHealth system to monitor and enhance adherence to pharmacotherapy for alcohol use disorders. *Addiction Science & Clinical Practice*, v. 7, n. 1, p. 9.
- Tamrat, T. and Kachnowski, S. (2012). Special delivery: An analysis of mHealth in maternal and newborn health programs and their outcomes around the world. *Maternal and Child Health Journal*, v. 16, n. 5, p. 1092–1101.
- Tibes, C. M. D. S., Dias, J. D. and Zem-Mascarenhas, S. H. (2014). Mobile applications developed for the health sector in Brazil: an integrative literature review. *REME: Revista Mineira de Enfermagem*, v. 18, n. 2, p. 471–478.
- Tozetto, C. (2013). Smartphones com isenção fiscal começam a ganhar aplicativos nacionais. *IG Tecnologia e Games*,
- Tozzi, A. E., Carloni, E., Gesualdo, F., Russo, L. and Raponi, M. (feb 2015). Attitude of Families of Patients with Genetic Diseases to Use mHealth Technologies. *Telemedicine and e-Health*, v. 21, n. 2, p. 86–89.
- Tsukayama, H. (2016). Pokemon Go's unexpected side effect: injuries. *Washington Post*,
- Van den Bulck, J. (2007). Adolescent use of mobile phones for calling and for sending text messages after lights out: results from a prospective cohort study with a one-year follow-up. *Sleep*, v. 30, n. 9, p. 1220–3.
- Viellas, E. F., Augusto, M., Dias, B., Viana, J. and Bastos, M. H. (2014). Assistência pré-natal no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 30, p. 85–100.
- Viller, S. and Sommerville, I. (1999). Social analysis in the requirements engineering process: from ethnography to method. In *Proceedings IEEE International Symposium on Requirements Engineering (Cat. No.PR00188)*. . IEEE Comput. Soc. <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=777980>.

Villiard, H. and Moreno, M. a. (2012). Fitness on Facebook: Advertisements Generated in Response to Profile Content. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, v. 15, n. 10, p. 564–568.

Vishwanath, S., Vaidya, K., Nawal, R., Parthasarathy, S. and Verma, S. (2012). Touching lives through mobile health-Assessment of the global market opportunity. GSMA / PwC Report. <http://www.gsma.com/connectedliving/gsma-pwc-report-touching-lives-through-mobile-health-assessment-of-the-global-market-opportunity/>.

Vital Wave Consulting (2009). *mHealth for Development: The Opportunity of Mobile Technology for Healthcare in the Developing World*. *Technology*, v. 46, n. 1, p. 1–70.

Vollmer Dahlke, D., Fair, K., Hong, Y. A., et al. (27 mar 2015). Apps Seeking Theories: Results of a Study on the Use of Health Behavior Change Theories in Cancer Survivorship Mobile Apps. *JMIR mHealth and uHealth*, v. 3, n. 1, p. e31.

Wattanasoontorn, V., Boada, I., García, R. and Sbert, M. (2013). Serious games for health. v. 4, p. 231–247.

Weiser, M. (1991). The Computer for the 21st Century. *Scientific American*

Willcox, J. C., Van der Pligt, P., Ball, K., et al. (2015). Views of Women and Health Professionals on mHealth Lifestyle Interventions in Pregnancy: A Qualitative Investigation. *JMIR mHealth and uHealth*, v. 3, n. 4, p. e99.

World Health Organization (2011). *mHealth: New horizons for health through mobile technologies*. *Observatory*, v. 3, n. June, p. 112.

Yasmin, F., Banu, B., Zakir, S. M., et al. (2016). Positive influence of short message service and voice call interventions on adherence and health outcomes in case of chronic disease care: a systematic review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, v. 16, n. 1, p. 46.

Zhenyu Chen, Mu Lin, Fanglin Chen, et al. (2013). Unobtrusive sleep monitoring using smartphones. *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth)*, 2013 7th International Conference on, p. 145–152.

Seção

06

Contexto Tecnológico Integrado a Saúde: Experiências de MHealth e Tecnologias Assistivas

Suellem Stephanie Fernandes Queiroz, Kayo Luann Nogueira Pinto,
Círcia Raquel Maia Leite e Pedro Fernandes Ribeiro Neto

Abstract

The Information and Communications Technology, accessibility and technological innovations are major allied of the promotion, prevention and diagnosis of the health area. Large topics such as MHealth and Assistive Technology have gained ground in seeking to integrate technological resources to providing health care, from the simplest to the most complex, the people who need some help. Thus, object of this chapter is to address the integrated technological context Health presenting experiences of MHealth and Assistive Technologies.

Resumo

As Tecnologias de informação e comunicação, a acessibilidade e as inovações tecnológicas são grandes aliadas para promoção, prevenção e diagnóstico da área de saúde. Grandes temas como o MHealth e a Tecnologia Assistiva têm ganhado espaço na busca de integrar recursos tecnológicos à área de saúde proporcionando cuidados, desde os mais simples até os mais complexos, às pessoas que necessitam de algum auxílio. Desta forma, o objetivo deste capítulo é abordar o contexto tecnológico integrado à saúde, apresentando experiências de MHealth e Tecnologias Assistivas.

Palavras-chave: mHealth, acessibilidade, tecnologias assistivas.

6.1.Introdução

Os avanços tecnológicos têm gerado grandes mudanças na sociedade e sua constante evolução tem influenciado as mais diversas áreas. Uma grande área que requer atenção é a da saúde. O acesso, equidade, qualidade e relação custo-benefício são os principais problemas da assistência médica em países em desenvolvimento.

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), tais como computadores, internet e dispositivos móveis, revolucionaram a forma de comunicação e a busca de informações. Estas tecnologias têm um grande potencial para ajudar a resolver problemas de saúde em nível global, sendo parte de uma solução sustentável mundialmente.

Um dos grandes aliados dos avanços tecnológicos são os dispositivos móveis. Maior parte dos indivíduos do planeta possui um dispositivo pessoal para comunicação, entretenimento, mobilidade e/ou informação. O acesso a esses meios tem se tornado cada vez mais facilitado, bem como sua capacidade de executar funcionalidades complexas.

O uso colaborativo de tecnologias móveis possibilita integrar técnicas da área de saúde em busca de um melhor atendimento, prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças, como por exemplo a diabetes, a obesidade ou alguma outra patologia específica. De acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde), a deficiência faz parte da condição humana e impõe inúmeros desafios na vivência cotidiana. Grande parte das pessoas que possuem algum tipo de deficiência são acometidas de problemas psicomotores ou de paralisia cerebral, que desencadeiam complicações que podem causar lesões definitivas na fala, locomoção, visão, manipulação ou capacidade cognitiva de desenvolver ações.

Para isto, existem medidas que auxiliam pessoas com deficiência a manterem, através de objetos ou recursos, as funcionalidades necessárias para interagir com o meio inserido. As Tecnologias Assistivas (TA) desempenham um papel fundamental na busca pela melhoria no cotidiano daqueles que possuem alguma deficiência, apresentando propostas de objetos ou meios que possam reduzir as incapacidades dessas pessoas, possibilitando a realização de atividades cotidianas e assegurando oportunidades iguais para cada indivíduo, além de atender às necessidades particulares de cada um [Bersch, 2008].

Nesse âmbito, surgem áreas importantes como a telemedicina, que, conforme definida pela OMS, caracteriza-se como um conjunto de recursos, tecnologias e aplicações que possibilitam a realização de assistência médica a distância e disponibilização de serviços ligados ao cuidado com a saúde. Tais serviços são desempenhados por profissionais da área, os quais se

encontram em estabelecimentos de saúde e, por meio das TICs, fornecem informações válidas para prevenções, diagnóstico e tratamentos de doenças [WHO, 2016].

O grande aliado da telemedicina, o MHealth (Saúde Móvel, do inglês, Mobile Health), tem apresentado grande potencial para auxiliar o sistema de saúde a atingir o objetivo de ampliar a qualidade do atendimento, aprimorar a saúde da população e diminuir o custo para o cuidado médico-pessoal [Consulting, 2009]. O MHealth é um termo utilizado para a prática da Medicina e da saúde pública em dispositivos móveis. O termo é comumente utilizado em razão do uso de dispositivos de comunicação móvel para exercer serviços de saúde onipresentes [Medeiros, 2015].

A utilização do potencial oferecido pelas atuais tecnologias de telecomunicação na prestação de cuidados médicos tem trazido muitos benefícios para a população que necessita de assistência médica. Ambos tornam-se um elo entre as pessoas que não têm condições de acessar centros médicos e os profissionais da área. A aplicação da área do MHealth aliada a de tecnologias assistivas possibilita desenvolver práticas médicas e de saúde pública acessível a toda a população e para aqueles com diferentes tipos de deficiência por meio de dispositivos móveis e sem fio.

Esta seção está organizado como segue. No item 6.2 são abordados a conceituação, histórico e as áreas de aplicações do MHealth. No item 6.3 apresenta-se as Tecnologias Assistivas, exemplos e conceitos importantes dessas tecnologias.

Finalmente, exemplos numéricos são apresentados – com objetivo de apoiar os estudos de sistemas tais como exoesqueletos e próteses aplicadas em humanos.

6.2. mHealth

A telemedicina é uma realidade presente em diversas áreas de assistência à saúde em vários países. Anualmente, calcula-se um investimento de aproximadamente 20 bilhões de dólares no mundo em tecnologias voltadas a essa área. A principal finalidade da telemedicina é fornecer suporte clínico remoto e superar barreiras geográficas a fim de conectar usuários que não se encontram no mesmo local físico [Gomes et al, 2013].

A telemedicina teve seu início no século XX, quando o médico neerlandês Willem Einthoven, descobridor do mecanismo do eletrocardiograma, iniciou experiências de consultas remotas por meio da rede telefônica. Há também registros da utilização da telemedicina

durante a Primeira Guerra Mundial, com o uso do rádio para permitir a comunicação entre médicos, em meados de 1916.

A partir de 1965, a telemedicina foi alcançando outros horizontes com o emprego da tecnologia em seus recursos, inaugurando essa nova era com um sistema de videoconferência entre os centros médicos de Boston e Massachusetts e realização de triagens por meio deste. A partir da década de 90, as aplicações médicas a distância se multiplicaram e os projetos de telemedicina desenvolveram-se rapidamente [Baptista, 2010].

Para que a telemedicina se torne viável, conta-se com o apoio da tecnologia. O termo MHealth tem sido utilizado atualmente como uma das áreas provenientes da telemedicina e tem o conceito de apoio a práticas médicas e de saúde pública por meio de dispositivos móveis e sem fio para facilitar os resultados de serviços prestados na área médica [Blaya, 2010].

Dentre os inúmeros objetivos do MHealth, destacam-se o de reduzir o custo dos cuidados médicos, maximizar a eficiência no sistema de saúde e promover a prevenção a doenças. Além disso, também beneficia o acompanhamento diário obrigatório de pacientes com doenças que exijam assistência médica frequente. Isso proporciona um certo alívio àqueles que necessitam de meios auxiliares para locomoção ou até mesmo aqueles que são impossibilitados de irem a centros médicos para a realização de consultas, diagnósticos ou testes.

O advento de dispositivos móveis com tecnologia avançada (Smartphones), o MHealth tem transformado o tradicional modo de cuidado de saúde, permitindo ainda que estes continuem sendo executados, porém de forma otimizada e ágil a qualquer momento e em qualquer localidade. Dessa forma, é possível promover cuidados preventivos, gerenciar o cuidado de doenças crônicas e demais enfermidades, e, principalmente obter resultados para melhorar o bem-estar pessoal da população em geral [Medeiros, 2015].

Um número progressivo de países em desenvolvimento estão adotando a utilização de tecnologias móveis como meios de praticidade para atender às necessidades de saúde daqueles que precisam de atenção médica (Figura 6.1). Estudos formais apresentam que em países desenvolvidos ou em desenvolvimento, projetos que trabalham com MHealth geram resultados positivos, oferecendo eficiência na prestação de cuidados com a saúde. A meta a longo prazo é que os programas com finalidades médicas móveis tenham impactos positivos e significativos sobre os resultados clínicos, tais como redução da mortalidade infantil, maior expectativa de vida e diminuição na contração de doenças [Consulting, 2009].

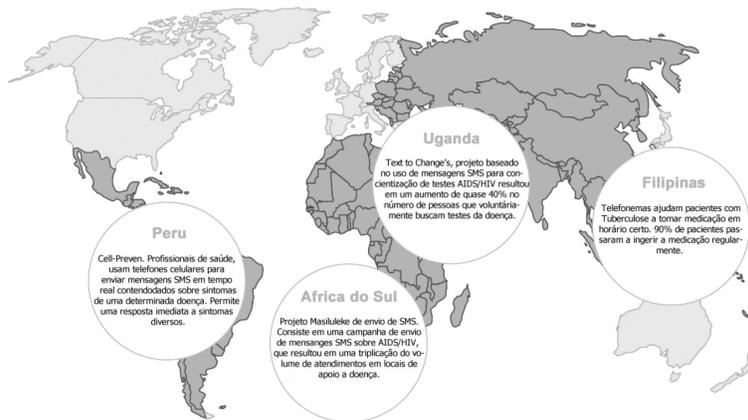


Figura 6.1. Impacto de aplicações MHealth no mundo

Fonte: [Consulting, 2009]

Estudos sobre MHealth apontam sua expansão gradativa e afirmam que a saúde dos pacientes que a utiliza melhorou de três maneiras diferentes: o melhor cumprimento do regime de tratamento, melhora na sensibilização da população e melhora no acompanhamento de doença.

A primeira delas, a que diz respeito ao melhor cumprimento do regime de tratamento, um estudo de 2007 com pacientes que usaram um sistema chamado SIMpill mostra que houve uma adesão de mais de 90% dos pacientes com Tuberculose que receberam lembretes através do Serviço de Mensagens Curtas (SMS) para tomar sua medicação.

O SIMpill também foi usado na África do Sul, e também mostrou resultados favoráveis, 90% dos pacientes que usaram o sistema passaram a tomar a medicação de forma correta, em comparação com uma taxa de 22 a 60% sem o sistema. Nos Estados Unidos, onde o mesmo sistema foi implantado, verificou-se uma melhora na adesão a medicamentos em pacientes com Vírus da Imunodeficiência Humana ou Human Immunodeficiency Vírus (HIV) positivo. Na Espanha, Austrália, Finlândia e Coréia estudos também revelam os benefícios do uso da tecnologia móvel ajudando nos resultados finais dos pacientes.

Com relação à melhora na sensibilização da população, na África do Sul, o Projeto Masiluleke (intitulado Projeto M), que através de mensagens SMS incentiva os destinatários a fazerem o teste e tratar o HIV, resultando em um aumento de 350% em chamadas de telefone

à linha nacional de Síndrome da Imunodeficiência Adquirida ou Acquired Immunodeficiency Syndrome (AIDS) [Blaya, 2010].

E no que diz respeito à melhora no acompanhamento de doenças, um estudo nos Estados Unidos sobre o uso de Assistente Pessoal Digital ou Personal Digital Assistant (PDA) com internet sem fio utilizado por pacientes com Diabetes Tipo 2 encontrou grandes melhorias nos indicadores de açúcar no sangue entre os usuários que usam o dispositivo regularmente em comparação com os usuários menos frequentes [Consulting, 2009].

Vários dispositivos móveis são contemplados pelo MHealth, variando desde aparelhos simples de celular a modernos dispositivos habilitados a realizar tarefas específicas de medicina. As áreas de aplicações do MHealth são bastante dinâmicas e possuem vasta quantidade de aplicações e recursos em desenvolvimento. Serão apresentados alguns exemplos de aplicações nas próximas seções.

6.2.1 Diagnóstico e monitoramento remoto

Essa área tem como finalidade auxiliar pacientes na obtenção de diagnósticos prévios e monitoramento de condições de saúde por meio de dispositivos que estabelecem a conexão com bases médicas ou com profissionais da área, anulando, dessa forma, a necessidade de estar presencialmente em um centro médico.

Além de garantir a aproximação do paciente com o médico e garantir o regime de medicação, o monitoramento remoto possibilita novos meios para o cuidado com pacientes em regime ambulatorial. O funcionamento dessas aplicações geralmente se dá por meio da existência de bases de dados remotas que atuam como apoio a decisões e possibilitam a conexão direta com o especialista da área médica através da transferência de pacotes de voz, imagens ou vídeos.

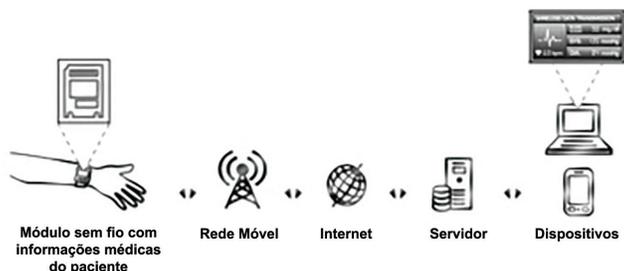


Figura 6.2. Arquitetura do Sistema

Fonte: [Gemalto, 2012]

Como exemplo de MHealth para diagnóstico e monitoramento remoto tem-se o Gemalto (Figura 6.2). Um sistema de monitoramento onde as informações vitais do paciente são obtidas pelo relógio do mesmo e salvas em um chip. Essas informações são transmitidas via internet sem fio ou móvel para o servidor e este faz a comunicação com o dispositivo móvel ou computador em que o profissional de saúde está conectado. Assim, o especialista tem informações em tempo real da saúde do paciente e pode enviar mensagens de alertas para o mesmo, vice-versa [Gemalto, 2012]. Outros exemplos: Cell-Life Project, da África do Sul; Mobile Care Support and Treatment Manager, na Índia; Phoned Pill Reminders for TB Treatment, da Tailândia; dentre outros [Barros, 2015].

6.2.2 Prevenção e conscientização

É de grande importância a prevenção de doenças para evitar a contração de outras enfermidades ou agravamentos contagiosos. Além disso, a conscientização e o conhecimento sobre meios de prevenção abrem possibilidades para procura de tratamento e cura prévios. Doenças como catapora, caxumba, sarampo, tuberculose, rubéola, gripe H1N1 e hepatite são comuns, principalmente em crianças e adolescentes entre 12 meses e 12 anos de idade, porém, podem se estender às demais faixas etárias.

O “Virtual Check up” (Figura 6.3) é um aplicativo desenvolvido para fornecer informações relacionadas à prevenção, ao aconselhamento e ao monitoramento médico. De acordo com dados fornecidos pelo usuário, uma lista de recomendações em prevenção é gerada e também uma listagem dos exames que devem ser realizados pelo usuário, além de vacinas.



Figura 6.3. Aplicativo Virtual Ckeck Up

Fonte: [Barros, 2015]

Vacinas para o combate de enfermidades contagiosas resultam em 97% de sucesso, no entanto, as informações de existência de vacinação, muitas vezes, são inacessíveis para a maioria da população. Para aplicações com propósito informativo e preventivo, geralmente são utilizados serviços de envio de SMS para alertas sobre a saúde no geral. O baixo custo e a onipresença das mensagens de texto têm o potencial de mudar a educação da saúde por ser acessível e proporcionar à população chances de tomar decisões bem informadas [Portal da saúde, 2014].

Existem atualmente milhares de aplicações desenvolvidas para smartphones, como o mDiabetes, para envio de SMS com alertas de hidratação para equilibrar o consumo de açúcar para pacientes muçulmanos durante o Ramadã; TERA, que fornece mensagens sobre higiene e cuidados especiais para a doença Ebola; Projeto Masiluleke, que faz uso das mensagens de texto para auxiliar na prevenção do HIV/AIDS na África do Sul; dentre outros [Barros, 2015].

Dentro do ambiente de avanços e aumento dos cuidados para com o paciente, é possível destacar uma deficiência que requer atenção, a deficiência auditiva em crianças, pois perdas moderadas e leves de audição acarretam em desajustes no comportamento, distúrbios da linguagem oral e escrita, além de baixo rendimento escolar. Todas essas dificuldades podem ser amenizadas através de um diagnóstico precoce, que é possível por meio do teste de Emissões Otoacústicas.

Em razão da importância desse exame é que se vê o quanto é necessário que cada hospital esteja equipado apropriadamente para a realização do mesmo. Infelizmente, no Brasil, o equipamento que realiza tal exame possui alto custo, o que o torna indisponível para a maior parte da população. Baseado nessa necessidade, o trabalho de Barros (2015) objetiva o desenvolvimento de um sistema de auxílio ao diagnóstico de perda auditiva em neonatos intitulado OtoLeitor (Figura 6.4), que envolve tanto a triagem auditiva quanto os testes audiológicos.



Figura 6.4. Tela inicial, menu de opções e parte da triagem adutiva do sistema móvel

O sistema do OtoLeitor baseia-se na análise da anamnese do paciente, na TANU (Triage Auditiva Neonatal Universal), e na aquisição dos sinais das EOA (Emissões Otoacústicas) com o equipamento ER-10C ligado ao smartphone. O aplicativo do smartphone é responsável por produzir o estímulo e gravar a resposta auditiva. Essa resposta é processada no celular por meio de algoritmos de processamento de sinais usando a análise do espectro de frequência e emitindo uma resposta ao usuário.

Em Medeiros (2015) foi desenvolvido um Sistema Inteligente de Monitoramento da Prevenção do Pé Diabético, intitulado como SIM2PeD, que permite o cuidado personalizado a partir da rotina de cada indivíduo. O sistema compreende um módulo móvel (SIM2PeD Mobile) e um dispositivo web (SIM2PeD Web) para acompanhamento da equipe médica.

No SIM2PeD Mobile (Figura 6.5), os indivíduos recebem alertas referentes aos cuidados, de acordo com a sua localização e atividade. Após a captura, as informações são repassadas ao sistema especialista (módulo inteligente) que gera recomendações a partir dos cuidados respondidos. O SIM2PeD Web gera gráficos de acompanhamento do uso do dispositivo para a equipe médica, através das respostas.



Figura 6.5. Telas Capturadas do SIM2PeD Mobile

a. Tela de dicas de cuidado dos pés

b. Tela de sugestão do cuidado

Santos (2015) desenvolveu um Sistema Inteligente para Auxílio ao Diagnóstico de Nível de Risco da Gestação nomeado SPDR-GESTAÇÃO, com incorporação de recursos de inteligência computacional integrado a uma plataforma de telemedicina para suporte e acompanhamento de profissionais de saúde na execução de protocolos de assistência preneonatal.

O SPDR-GESTAÇÃO realiza o pré-diagnóstico do nível de risco da gestão, emitindo mensagens específicas de alerta para cada risco detectado. A partir da identificação e análise de dados oriundos de prontuários de acompanhamento pré-natal, são selecionados aqueles dados a serem utilizados no processamento e após gerados alertas do desenvolvimento do processo para o usuário (Figura 6.6).



Figura 6.6. Fluxograma de atividades realizadas pelo SPDR-GESTAÇÃO

Em Medeiros (2016) foi elaborado um sistema de apoio à decisão na realização e no acompanhamento do teste da linguinha (Figura 6.7), nomeado T_Linguinh@, utilizando Redes Neurais Artificiais e redes Bayesianas para emissão de alertas e recomendações em situações anormais.



Figura 6.7. Telas do aplicativo desenvolvido.

O contexto de aplicação do T_Linguinh@ deu-se da importância da verificação da movimentação correta da língua do recém-nascido, isso porque, se possuir algo obstruindo essa movimentação, apresentará dificuldades nas funções que esta exerce (engolir, sugar, falar, mastigar, entre outras), necessitando realizar uma cirurgia de correção. No trabalho foi utilizado uma base de dados elaborada por meio de protocolos reais fornecidos pelos especialistas clínicos (fonoaudiólogos, médicos e enfermeiros).

6.2.3 Sistemas para consultas e reservas

Em muitas partes do mundo, a informação sobre reservas de medicamentos ou consultas ainda é realizada por meio de formulários manuais, o que causa grande risco de atraso no envio de informações para centros hospitalares ou, em pior caso, perda de parte das informações. Pacientes que moram em áreas remotas dependem da disponibilidade de medicamentos dos centros de saúde para tratamento de doenças, porém, muitas vezes, o paciente se desloca até a clínica e não há remédios necessários.

Sistemas para reserva de medicamentos são essenciais para reduzir as dificuldades daqueles que moram distante de centros médicos. Tais sistemas são amplamente aplicáveis e propiciam redução de custos para seus usuários, além de facilidade ao solicitar uma consulta e da disponibilidade do medicamento preciso.

A exemplo tem-se a COOPI MHealth, projeto desenvolvido pela Cooperação Internacional (COOPI) e apoiado pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) que tem por objetivo o monitoramento móvel da gestão de reservas de medicamentos a nível de clínicas de aldeia e de surtos de doenças na Somália. Os pequenos centros médicos são administrados por funcionários governamentais, que realizam visitas às pessoas necessitadas para colher informações e enviar as bases médicas e, assim, realizar a reserva para fornecimento dos medicamentos necessários ou consultas [Fava, 2014].

6.2.4 Tratamento e bem-estar

A onipresença da internet em telefones móveis apresenta uma oportunidade para avaliar e tratar comportamentos de saúde em grandes segmentos da população. Com a rápida expansão de redes celulares e smartphones, agora é possível transmitir digitalmente dados de paciente de áreas remotas para especialistas em áreas urbanas, receber feedback em tempo real e salvar essa consulta em um Banco de Dados (BD). Tratamentos a distância têm sido soluções de grande valia para a área médica.

Existem no mercado diversos projetos MHealth para promoção de tratamento e bem-estar do paciente. Uma delas é o MedMinder (Figura 6.8), um dispensador de pílula inteligente com conectividade sem fio.

O dispositivo controla a ingestão de medicamentos, além de enviar alertas médicos, lembretes via SMS, e-mail ou telefonema; pedidos de recargas dos medicamentos e também dispara um alarme sonoro para alertar o paciente quando a medicação deve ser tomada. Caso as doses regulares não sejam ingeridas no tempo determinado, os cuidadores recebem alertas em tempo real para que possam tomar os cuidados médicos devidos [Medminder, 2014].

A tecnologia MHealth agregada aos demais dispositivos oferece grande flexibilidade e custo-benefício para melhoria da saúde. Outros projetos voltados ao tratamento e bem-estar dos pacientes podem ser destacados, como o Treatment Advice from Mobile Alerts (TAMA), que fornece dicas e lembretes para pacientes com HIV/AIDS, lembra-os de tomar a medicação na hora certa e de participar de consultas médicas; o Timed e Targeted Counseling, que utiliza a tecnologia móvel para melhorar as interações entre os profissionais de saúde e os pacientes; dentre outros [Grameen Foundation, 2014].



Figura 6.8. Dispositivo MedMider

Fonte: [Medminder, 2014]

6.2.5 Urgência e emergência

Urgência é uma situação que exige assistência no menor período de tempo, a fim de evitar complicações ou sofrimento. Já emergência é todo caso em que existe a ameaça iminente à vida, havendo necessidade de tratamento médico imediato para evitar casos extremos como o óbito. O MHealth também contempla essa área tão delicada que expõe todos a situações de risco.

A fim de amenizar e reduzir o número de vítimas fatais e também agilizar o atendimento de socorro, a aplicação móvel EmergentHelper V2 (Figura 6.9), desenvolvida para smartphones com sistema operacional Android, propõe uma solução para acelerar o resgate de vidas em situações perigosas. O usuário poderá previamente salvar informações pessoais e agravantes na saúde (se assim possuir) para informação médica sobre o paciente. Além disso, também poderá salvar contatos de emergência para notificação familiar. Outras funcionalidades adicionais como luzes de resgate, posicionamento via Global Positioning System (GPS) e widget com botão de emergência para acesso mais rápido, também são presentes no aplicativo [ReBall Software, 2014].

Implementada de forma estratégica e sistemática, foi visto que o MHealth possui diversas vantagens que competem tanto ao sistema prestador de serviços de saúde, como ao paciente. Em síntese, é perceptível a diminuição no armazenamento de documentos, a possibilidade de troca de informações entre prestadoras, o acesso mais rápido à informação, a melhor qualidade no atendimento e a possibilidade de proporcionar ao paciente orientações médicas onde quer que ele esteja [Medeiros, 2015].



Figura 6.9. Telas da aplicação EmergentHelper V2

Fonte: [ReBall Software, 2014]

Em Queiroz (2016) é desenvolvido um sistema para auxiliar pessoas na solicitação de socorro, intitulado como SOS Móvel (Figura 6.10). O sistema faz reconhecimento de atividades, utiliza sensores móveis com sensibilidade ao contexto e agentes inteligentes para disparo de solicitações de socorro e detecção de situações de risco. O sistema é composto por uma parte web e uma móvel. O aplicativo móvel é utilizado ativamente pelo usuário, enquanto a interface web é utilizada pelos familiares ou gestores da saúde que podem monitorar o usuário e visualizar seu histórico de alertas e localização.



Figura 6.10. Telas principais do SOS Móvel

- a. Tela de login
- b. Tela inicial para solicitar socorro manual
- c. Edição das mensagens rápidas
- d. Criação de cadastro

6.3. Tecnologias Assistivas

A evolução tecnológica caminha na direção de tornar a vida mais fácil. Ferramentas e recursos são pensados e desenvolvidos especialmente para beneficiar e facilitar as atividades desenvolvidas na rotina cotidiana, melhorando o desempenho em realizar funções pretendidas [Bersch and Pelosi, 2006].

Nos últimos 30 anos a tecnologia assistiva vem obtendo um grau de desenvolvimento bastante elevado, porém vale salientar que desde os primórdios tal alternativa de acessibilidade vem sendo aplicada. A acessibilidade é um tema relativamente novo, se comparado à existência da deficiência em si. As invenções mais antigas descobertas ainda são aplicadas e melhoradas com o decorrer das décadas até os dias de hoje.

Em Cook (2008) é mencionada a atuação da acessibilidade ainda na Idade da Pedra, período em que um dos primeiros dispositivos de tecnologia assistiva seria concebido, descoberto e colocado em uso: uma vara, a qual seria utilizada para auxiliar e sustentar, como uma bengala, um dos integrantes do bando que teria quebrado a perna durante uma expedição de caça. Outro destaque foi a utilização de um chifre vazio de um animal, atuando como um aparelho auditivo, o qual compensaria a audição desgastada daqueles que teriam idades mais avançadas fazendo os mesmos ouvirem melhor.

Com o passar dos anos, muitos outros equipamentos de acessibilidade foram desenvolvidos. Durante o século XIX, houve várias descobertas que abriram horizontes para a criação de melhorias para pessoas com deficiência. Em 1808, o italiano Pellegrino Turri, na tentativa de encontrar um novo sistema de escrita mais veloz e ágil, inventou a máquina de datilografia que inicialmente seria criada para pessoas sem dificuldades visuais, porém deu origem a outras importantes tecnologias assistivas. Em 1817, a escola Gallaudet para os deficientes auditivos foi aberta por Thomas Hopkins [Green, 2011].

As aplicações descobertas há décadas passaram por muitas alterações. Apesar de algumas manterem a mesma estrutura, foram alterados os materiais utilizados para fabricá-las. Contudo, algumas aplicações só puderam ser criadas após o avanço da tecnologia. Durante a Guerra Civil dos Estados Unidos começou-se a desenvolver próteses para membros inferiores, visto que muitos soldados após a guerra acabavam se tornando inválidos por perderem a locomoção [Cook, 2008].

Pode-se citar também a invenção do braile em 1824, por Louis Braille e a invenção de Alexander Graham Bell durante década 1870, que na tentativa de desenvolver um dispositivo para fazer com que sua esposa surda pudesse ouvir, acabou inventando o telefone [Robitaille, 2010]. Tais inventos foram inovadores para a época e foram essenciais para o promissor desenvolvimento das tecnologias assistivas do atual século. A evolução da eletrônica é a razão para a maior parte desses ganhos favoráveis e os computadores são os veículos através dos quais os avanços têm sido concretizados [Cook, 2008].

Oficialmente, a tecnologia assistiva foi criada como um elemento da legislação norte-americana em 1988, intitulada como Public Law 100-407, na qual foi composta também a American with Disabilities Act (ADA). Com essas leis, os cidadãos norte-americanos com deficiência passaram a dispor legalmente dos capitais públicos para compras dos recursos que os mesmos necessitam e que favorecem uma vida mais incluída no contexto social; além de regularizar seus demais direitos como cidadãos portadores de deficiência [Robitaille, 2010].

Tais recursos envolvem em sua descrição produtos, sistemas fabricados genericamente ou sob medida, equipamentos, aparelhos assistivos, itens ou auxiliares utilizados nesse contexto para dispor, facilitar ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência [Bersch, 2013].

No Brasil, a Tecnologia Assistiva foi implantada em 16 de novembro de 2006 pela Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (SEDH/PR), através da Portaria nº 142, onde foi instituído o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) formado por um grupo de especialistas e representantes governamentais.

É evidente que a tecnologia é uma grande aliada das pessoas portadoras de alguma deficiência, pois possibilita substituir ou compensar sentidos que foram perdidos ao longo da vida ou congênitos. Dificuldades de executar as mais simples tarefas cotidianas são vividas diariamente por aqueles que possuem alguma deficiência, porém, graças aos diferentes recursos tecnológicos, essas pessoas vêm conseguindo conquistar uma maior independência para realizar suas tarefas.

A acessibilidade e a inclusão são pontos fundamentais para a inserção dessas pessoas na sociedade. Para permitir autonomia e tornar mais fácil a vida das pessoas que tem necessidades especiais, foram desenvolvidas as chamadas TA, que buscam soluções voltadas à inclusão social com intervenções do contexto de vida do paciente, assegurando oportunidades iguais para cada indivíduo e atendendo particularmente às suas diferenças.

King (1998) afirma que as TA concentram-se nas necessidades de pessoas especiais de todas as idades, essas pessoas podem possuir variedades de deficiências, limitações ou desafios que limitam a sua participação na vida diária. Desse modo, a assistência especial torna-se necessária, seja motora, cognitiva ou linguísticas.

A tecnologia pode ser considerada assistiva a partir do momento em que é utilizada para auxiliar no desenvolvimento do desempenho funcional de atividades de pessoas portadoras de deficiência, reduzindo as incapacidades de realização de atividades no cotidiano [Mello, 1997]. O termo Tecnologia Assistiva é utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e, conseqüentemente, promover vida independente e inclusão, como cita [Manzini, 2005] e [Bersch, 2013]. Em outras palavras, a tecnologia assistiva pode ser definida como processos, métodos, ou invenções que dão suporte às pessoas com deficiência [Bryant, 2012].

No Brasil, a TA é um direito adquirido pelo cidadão, bem como os recursos e serviços aliados a ela. Porém, a legislação brasileira remete outro termo à Tecnologia Assistiva, as chamadas Ajudas técnicas (AT). As AT permitem compensar limitações motoras, sensoriais ou mentais, possibilitando uma plena inclusão social [Manzini, 2005].

6.3.1. Categorias e exemplos

As tecnologias assistivas podem ser aplicadas em uma vasta categoria de necessidades, abrangendo aspectos sociais, políticos e educacionais, com o objetivo de amenizar dificuldades, reduzindo as barreiras no cotidiano. As categorias a seguir representam as mais comuns áreas de aplicação das TA: deficiência visual, física ou motora, auditiva e cognitiva. Na maioria dos casos, as pessoas utilizam combinações de várias aplicações de TA em cada uma dessas áreas que o compõem.

Existem na literatura e no mercado incontáveis possibilidades, projetos e recursos simples e de baixo custo que são desenvolvidos com o objetivo de ajudar às pessoas com deficiência física, conforme as necessidades específicas de cada um. Tais projetos visam possibilitar às pessoas portadoras de alguma deficiência a realizarem desde as mais corriqueiras tarefas até aquelas que requerem mais habilidades para ser executadas. Esses meios favorecem o desempenho autônomo e independente em ações [Bryant, 2012]. São considerados exemplos para auxílio à vida prática e diária de portadores de deficiência produtos e artefatos que podem variar desde uma simples adaptação de um talher a um sistema computadorizado de comunicação.

Com relação às pessoas com dificuldades visuais, existem vários dispositivos que utilizam o braile em conjunto com outras tecnologias para desenvolver equipamentos com acessibilidade. Como exemplo existem as impressoras de braile que permitem a criação de livros e conteúdos que dão acesso à literatura. Além deste exemplo, pode-se citar também os sintetizadores de voz, leitores de telas para celulares e computadores, ampliadores de conteúdo, bengalas, instrumentos musicais adaptados, teclados braile, sistemas digitais que possibilitam aos portadores de deficiência visual interagirem com sistemas computacionais, animais que auxiliam na dificuldade, dentre outros (Figura 6.11).

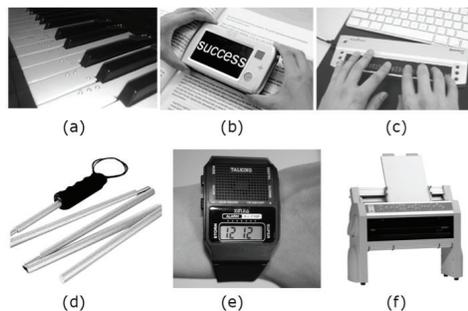


Figura 6.11. Exemplos de aplicações assistivas para deficientes visuais

- (a) Instrumentos musicais com identificações em braile; (b) Ampliadores de texto;
(c) Teclados braile; (d) Relógios sonoros; (f) Impressoras braile

Para pessoas com deficiência física, na qual a limitação da mobilidade e da coordenação geral torna-se presente, as tecnologias assistivas também são implantadas. A exemplo, tem-se as cadeiras de roda adaptadas, próteses, órteses, barras de apoio, transportes adaptados, recursos pedagógicos, vestiários elaborados sob medida, palmilhas para sapatos, corretores posturais, assentos reguláveis e suportes adaptados para utensílios domésticos, como fixadores de talheres (Figura 6.12).

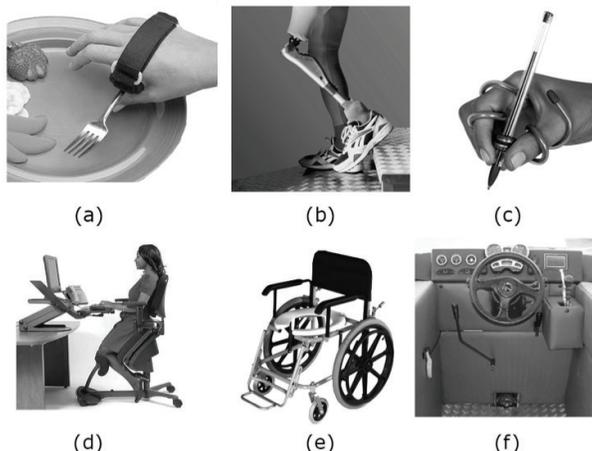


Figura 6.12. Exemplificação de tecnologias assistivas para os deficientes físicos
(a) Adaptadores de talheres; (b) Próteses e órteses; (c) Adaptadores educacionais;
(d) Corretores de postura; (e) Cadeiras de roda; (f) Automóveis adaptados

Estes e os demais exemplos estão sendo constantemente aprimorados na busca de proporcionar mais conforto e comodidade, atendendo às necessidades daqueles que precisam, além de facilitar a inclusão das pessoas com deficiência física e facilitar a participação das mesmas nas atividades em todos os âmbitos com o maior grau de independência e autonomia [Bersch, 2013].

Portadores de deficiência auditiva que têm distúrbios na linguagem possuem dificuldades de comunicação. Muitos não são capazes de compreender e utilizar a linguagem de forma apropriada. Para isso, dispositivos de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) podem ajudar a compensar tais dificuldades de comunicação. CAA é definida como a integração de símbolos (gestos, sinais, imagens), recursos (pranchas, álbuns, softwares), técnicas (apontar, acompanhar, segurar) e estratégias (uso de histórias, brincadeiras, imitações) que são usados como incentivo à comunicação [Bersch 2013].

Em Evcik e Romski (1997), a CAA é definida como uma área de prática clínica que busca compensar temporariamente ou permanentemente as incapacidades de comunicação por parte de pessoas com dificuldades de expressão.

Segundo Tetzchner (2002), a comunicação alternativa é considerada qualquer forma de comunicação que difere da fala e é utilizada por um indivíduo em contextos de comunicação ao vivo. A escrita e demais tipos de troca de conversação são formas alternativas de comunicação para pessoas com ausência da capacidade da fala. Já a comunicação aumentativa

significa a comunicação complementar que promove a fala e garante uma maneira de comunicação alternativa, caso o indivíduo não possa aprender a falar.

As aplicações CAA podem incorporar amplas estratégias ou dispositivos alternativos. Em Visvader (2013), a Comunicação Aumentativa e Alternativa é dividida em quatro grandes categorias de recursos. São elas: sem tecnologia, baixa tecnologia, tecnologia moderada e tecnologia avançada. Na primeira delas, sem tecnologia (Figura 6.13.a), não é utilizada nenhuma ferramenta ou tecnologias adicionais, apenas os comportamentos motores, gestos, verbalizações, Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), expressões faciais e olhares para a troca de comunicação entre indivíduos.

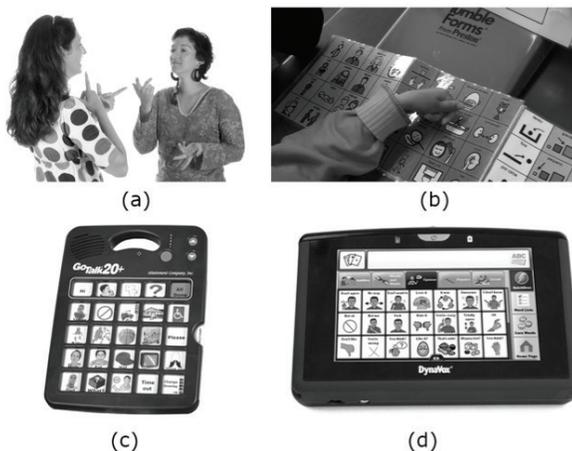


Figura 6.13. Exemplos de aplicações CAA

(a) Categoria sem tecnologia; (b) Categoria baixa tecnologia; (c) Categoria tecnologia moderada; (d) Categoria tecnologia avançada

Na baixa tecnologia, (Figura 6.13.b), são utilizadas ajudas estratégicas externas que, apesar de serem mais evoluída, não são executadas a partir de fontes de alimentação ou meios eletrônicos. São exemplos o uso de imagens, letras, desenhos com autorias próprias, objetos de comunicação e sistemas de comunicação por meio do Sistema de Comunicação por Troca de Figuras, do inglês Picture Exchange Communication System (PECS).

Na categoria tecnologia moderada (Figura 6.13.c), é empregado o uso de alguns dispositivos eletrônicos que possuem sistemas de comunicação de saída de voz, mas que são operados em um display estático, sem mudança de imagens ou telas. Tais dispositivos como o Cheaptalk, Tech Talk, Go Talk, Supertalker e 7-Level Communication Builder são exemplos a serem citados.

6.4. Conclusão

Com o maior envolvimento dos sistemas de comunicação atuais, é possível utilizar recursos tecnológicos e assistenciais para permitir a promoção de cuidados, diagnósticos e monitoramento médico.

Devido à rápida capacidade de comunicação entre os demais dispositivos, acesso à rede e possibilidade de agregação a outras tecnologias, os smartphones tornaram-se facilitadores que atuam de modo inteligente no âmbito da telemedicina. O MHealth é uma realidade presente em diversas áreas de assistência à saúde em vários países.

A sociedade da informação e do conhecimento ainda fornece pouca atenção às pessoas com deficiências, apesar do constante aumento da acessibilidade. A tecnologia assistiva, como uma das grandes áreas da acessibilidade, faz aplicação de meios e recursos para auxiliar pessoas com deficiência. A propagação da utilização de Smartphones possibilitou a agregação de tecnologias que tem a capacidade de imersão nos elementos cotidianos, provendo funcionalidade de forma transparente aos usuários.

Como se pode perceber, as três grandes áreas; a medicina, a tecnologia e a acessibilidade; possuem potencial muito vasto se utilizadas em conjunto, auxiliando em prol de um fim comum. MHealth pode ser adequada a diversos contextos e avanços tecnológicos. Além disso, está de acordo com os aspectos cruciais da sustentabilidade: social, ambiental e econômico.

Referência bibliográfica

- Baptista, F. J. (2010) “Telemedicina em Catástrofe”, Universidade do Porto, <http://goo.gl/e4lkbj>.
- Barros, N. M. (2015) “Um sistema de auxílio ao diagnóstico de perda auditiva em neonatos.”, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte / Universidade Federal Rural do Semi-Árido.
- Bersch, R. (2008) “Introdução à Tecnologia Assistiva”, <https://goo.gl/FLgWs0>.
- Bersch, R. (2013) “Assistiva: Tecnologia e Educação”, <https://goo.gl/CSRsZs>
- Bersch, R. de C. R. and Pelosi, M. B. (2006) “Portal de ajudas técnicas para educação: equipamento e material pedagógico para educação, capacitação e recreação da pessoa com deficiência física”, <http://goo.gl/VgFZaY>.
- Blaya, A.; Joaquin, F. S.; Fernandes Holt, B. (2010) “E-health technologies show promise in developing countries”, In: Health Aairs.
- Bryant, D. P. (2012) “Assistive technology for people with disabilities”, Boston: Pearson, 224 p.
- Consulting, V. W. (2009) “mHealth for Development: The Opportunity of Mobile Technology for Healthcare in the Developing World”. Washington, D.C. and Berkshire, UK: UN Foundation-Vodafone Foundation Partnership.
- Cook, A. M. (2008) “Assistive Technology: Principles and Practice”, St Louis: Elsevier, 559 p.
- Evcik, R. A.; Romski, M. (1997) “AAC: More Than Three Decades of Growth and Development”, <http://goo.gl/XMbnby>.
- Fava, P. (2014) “Tecnologia Móvel Para a Saúde: Práticas Fundamentais para Implementadores de RRC”, <http://goo.gl/gI2VFw>.
- Gemalto. (2012) “Watch the mHealth case study ‘Assisted Living’”, <http://goo.gl/qsUIMl>.
- Gomes, A. G; Moraes, J., João Batista, M. X. de and Timerman, S. (2013) “Telemedicina e Sua Aplicação em Emergências”, <https://goo.gl/OvGcJw>.
- Grameen Foundation. (2014), Health, <http://goo.gl/gSyTZy>.
- Green, R. A. (2011) “Keep It Simple: A Guide to Assistive Technologies”, Santa Barbara, Califórnia: Libraries Unlimited, 146 p.
- King, T. W. (1998) “Assistive Technology: Essential Human Factors”, Boston: Pearson, 305 p.
- Magalhães, D. A. (2015) “Vocalizador Digital Baseado Na Computação Sensível Ao Contexto”, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte / Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Manzini, E. J. (2005) “Tecnologia assistiva para educação: recursos pedagógicos adaptados”. In: “Ensaio pedagógicos: construindo escolas inclusivas”, Brasília: SEESP/MEC, p. 82-86.

Medeiros, H. E. G. B. (2016) “Sistema de apoio à decisão na realização e acompanhamento do teste da linguinha”, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte/Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Medeiros, R. A. (2015) “Desenvolvimento de um sistema inteligente para monitoramento contínuo de pessoas diabéticas para melhoria da qualidade de vida.”, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte/Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Medminder. (2014) “Automatic Pill Dispensers So Your Loved Ones Can Stay Independent”, <http://www.medminder.com>.

Mello, M. (1997) “Tecnologia assistiva”, In: GREVE, J. M. D.; AMATUZZI, M. M, “Medicina de reabilitação aplicada à ortopedia e traumatologia”, São Paulo.

Portal da Saúde. (2014) “Pesquisa em Saúde”, <http://goo.gl/VfwQX0>.

ReBall Software. (2014) “EmergentHelper V2”, <http://goo.gl/Kvc3iE>.

Robitaille, S. (2010) “The Illustrated Guide to Assistive Technology and Devices: Tools and Gadgets for Living Independently”, CreateSpace, <http://goo.gl/xhxlPD>.

Santos, J. F. (2015) “Sistema inteligente Fuzzy para auxílio ao diagnóstico de níveis de risco da gestação integrado à plataforma de telemedicina Preneonatal.”, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte / Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Tetzchner, S. (2002) “Introdução à comunicação aumentativa e alternativa”, Porto Editora. 288 p.

Visvader, P. (2013) “AAC Basics and Implementation: How to Teach Students who “Talk with Technology””, Colorado: Boulder Valley School District. 102 p. <http://goo.gl/cZy74J>.

WHO, (2016) “World Health Organization”, <http://www.who.int/en/>.

Queiroz, S. F. (2016) “SOS Móvel: sistema para auxiliar pessoas na Solicitação de socorro”, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte/Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

CAPITULO IV

**NOVAS TECNOLOGIAS
ESPECÍFICAS**

Desenvolvimento de Dispositivo para Ablação Hepática

Marina Pinheiro Marques¹

Abstract

Hepatocellular carcinoma is a type of liver tumor with high death rates around the world. When diagnosed at an early stage, tumor nodules of up to 3cm can be treated by radiofrequency ablation (RFA). This procedure is carried out through a minimally invasive incision to insert an electrode which is image-guided to the location of the tumor. Then, it delivers an alternate high-frequency current to the tissue, causing cellular necrosis at around 45°C-60°C. In spite of offering little damage and low risk of complications, RFA is not often used in Brazil because of its elevated costs and low number of professionals trained in that procedure. This chapter presents the development of one medical device, named umbrella electrode, to be attached to the SOFIA equipment for hepatic RFA developed in the Biomedical Engineering Laboratory of the University of Brasília. Furthermore, it proposes a relation between the potency and geometry of the electrode to ensure the zone of ablation and that the roll-off will happen, which is the precipitous variation of impedance after necrosis. An umbrella electrode, active and monopolar, was built with NiTi and micro welding by a Yb fiber laser. For the evaluation of the electrode, a scanning electron microscope analysis of the solder was carried out. For its validation, ex vivo tests were performed on bovine livers, with comparisons of dimensions of length, width and depth of the ablation zone obtained. The manufacturing process used in this work can reduce up to 10x the cost of the active electrode. The experiments that tested the electrode showed that with potency of 40W for up to 30min it is possible to burn a volume of up to 25cm³.

Key-words: Radiofrequency Ablation, Electrode, Liver.

¹ - Eng. Eletrônica - Mestre em Engenharia Biomédica. Pesquisadora do Laboratório de Engenharia Biomédica – LaB/UnB.

Resumo

O Hepatocarcinoma é um tipo de tumor hepático que apresenta altos índices de morte no mundo todo. Quando diagnosticados em sua fase inicial, os nódulos tumorais de até 3cm podem ser tratados por ablação por radiofrequência (RFA). Este procedimento é realizado por uma incisão minimamente invasiva de um eletrodo, guiado por imagem até o foco do tumor, que entrega a corrente alternada em alta frequência ao tecido e causa a necrose celular por volta de 45°C-60°C. Apesar de oferecer pouco dano e baixo risco de complicações, a RFA é pouco utilizada no Brasil por ter um custo elevado e poucos profissionais capacitados para realizá-la. Neste capítulo é apresentado o desenvolvimento de um dispositivo médico, denominado eletrodo guarda-chuva, para ser acoplado ao equipamento SOFIA desenvolvido no Laboratório de Engenharia Biomédica da Universidade de Brasília. Além disso, propõe-se uma relação entre a potência e a geometria do eletrodo para garantir a zona de ablação e o acontecimento do roll-off, evento caracterizado pela variação brusca de impedância após a necrose. Foi construído um eletrodo guarda-chuva, ativo e monopolar, com liga de NiTi com micro-soldagem por laser de fibra Yb. Para avaliação do eletrodo foram realizadas análise da solda por microscopia eletrônica de varredura e testes ex vivo em fígado bovino com comparações das dimensões de comprimento, largura e profundidade da zona de ablação obtidas. O processo de fabricação adotado neste trabalho pode reduzir em até 10x o custo do eletrodo ativo comparado aos modelos comerciais. Os experimentos que testaram o eletrodo mostraram que a potência com 40W por até 30min é possível queimar um volume de até 25cm³.

Palavras-chave: Ablação por radiofrequência, Eletrodo, Fígado.

7.1. Introdução

Dentre as abordagens que norteiam o desenvolvimento de uma nova tecnologia, está a busca na literatura, no mercado, de patentes e normas que se aplicam ao equipamento. Este capítulo abordará os aspectos mais relevantes sobre o desenvolvimento de uma nova tecnologia com foco no desenvolvimento de um dispositivo de ablação nacional para um equipamento eletromédico. Será apresentado o contexto de surgimento de um equipamento nacional para Ablação por Radiofrequência (RFA), seu contexto histórico, princípios de funcionamento, aplicações e as etapas de desenvolvimento desse dispositivo.

O desenvolvimento de uma nova tecnologia em saúde está sempre associado a uma necessidade ou à melhoria dos tratamentos já existentes. Neste capítulo, essa necessidade está principalmente relacionada aos custos do tratamento do hepatocarcinoma ou carcinoma hepatocelular (HCC), que é um dos tipos de tumores malignos do fígado. Este tipo de câncer é classificado como câncer primário, por estar ligado às principais células do fígado, os hepatócitos, e sua causa pode estar associada aos vírus da hepatite B e da hepatite C. É um câncer bem agressivo e constitui 70-85% das neoplasias hepáticas primárias. É o quinto tumor maligno mais frequente em todo o mundo [KEW, 2005], [LOZANO et al., 2013].

O HCC representa 85% dos tumores hepáticos primários e é responsável por quase dois terços das mortes por câncer. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o Carcinoma Hepatocelular é a segunda causa de óbito por câncer na espécie humana [PETER FRIED MICHAEL, 2009], [GOMES et al., 2013]. O diagnóstico e análise da extensão do hepatocarcinoma pode ser feito, preferencialmente, por métodos radiológicos dinâmicos e não invasivos, como Tomografia Computadorizada (TC), Ressonância Magnética (RM) ou Ultrassonografia (US) com contraste [XIE et al., 2011], [CLAVIEN et al., 2012], [MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012].

Dentro deste contexto, surge a ablação por radiofrequência, uma das formas de tratamento para o HCC, que é utilizada para diminuir ou até extinguir a lesão tumoral no fígado. Nos últimos anos, a ablação por radiofrequência (RFA) tem sido aplicada como um procedimento cirúrgico minimamente invasivo com sucesso no tratamento de tumores hepáticos [RATHKE et al., 2014], [TIONG; MADDERN, 2011]. Nesse procedimento, o eletrodo, guiado por imagem, é inserido no tumor dentro do fígado e permite o tratamento de tumores de primeiro estágio. A passagem de corrente em alta frequência, tipicamente entre 400kHz a 500kHz gera calor no eletrodo e resulta no aumento da temperatura e, conseqüentemente, na queima das células cancerígenas, como mostrado na Figura 7.1.

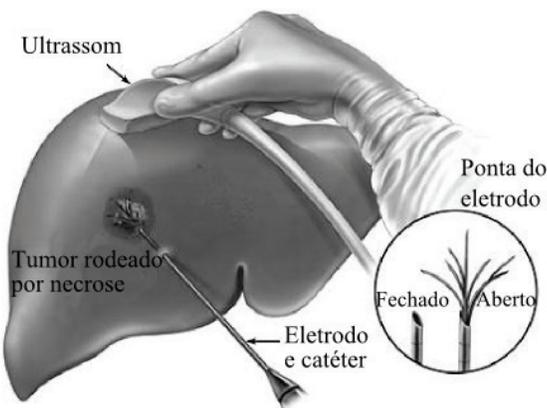


Figura 7.1 Diagrama representativo de um procedimento de ablação. Fonte: Adaptado de Hopkins (2016).

O eletrodo expansível, denominado guarda-chuva, mantém as hastes contidas no cateter e só quando o eletrodo está posicionado elas são expandidas, abrangendo o volume tumoral. Como este eletrodo é do tipo monopolar, são colocados eletrodos dispersivos, que consistem em uma superfície adesiva, posicionados nas coxas ou nas costas do paciente para fechar o circuito elétrico e entregar corrente ao tecido.

Além da RFA, existem outras técnicas de ablação que utilizam outros princípios de funcionamento para o tratamento de tumores. As principais são: i) A ablação por substâncias químicas, também conhecidas por quimioembolização transarterial ou TACE (Transcatheter Arterial Chemoembolization, e utilizam etanol ou ácido acético que provocam a queima por desidratação celular; ii) A crioblação, que queima o tecido por congelamento; iii) A ablação por micro-ondas de alta intensidade (HIFU) que induz o aquecimento do tecido por meio de ondas eletromagnéticas com frequências de 2450MHz e iv) a ablação a laser, que emite um feixe de laser concentrado por meio de uma fibra ótica até a região tumoral [TIONG; MADDERN, 2011], [YU et al., 2011], [LIVRAGHI et al., 2008] e [OKHAI; SMITH, 2013].

Apesar da eficácia dessas tecnologias, o custo ainda é elevado o que limita a realização desses procedimentos e conseqüentemente inviabiliza o tratamento precoce do HCC. A Tabela 7.1 contém os valores aproximados para aquisição de alguns desses procedimentos de ablação segundo levantamento de Okhai et al. (2013). Chama-se a atenção para o eletrodo de RFA, que é foco deste estudo, e chega a custar mais de 12 mil reais no Brasil [OKHAI; SMITH, 2013].

Tabela 7.1 Custo aproximado para aquisição de equipamento e seção de procedimentos de ablação. Fonte: Adaptado de Okhai e Smith (2013)

Tipo	Custo do Equipamento	Custo por seção/eletrodo
Crioablação	< \$190,000	\$3,750 (agulha)
Laser	\$ 30,000 a \$75,000	\$ 3,000 (seção)
Micro-ondas	\$65,000	-
Radiofrequência	\$ 25,000	\$800,00 a \$1,200 (eletrodo)

7.2. A ablação por Radiofrequência

A ablação por radiofrequência foi descrita pela primeira vez em 1891 por d'Arsonval que observou que a temperatura do tecido aumentava com a passagem de radiofrequência [D'ARSONVAL, 1891]. Entretanto, a introdução da RFA na área médica se deu por meio da faca Bovie e os procedimentos de eletrocirurgia. A faca Bovie, desenvolvida em 1928 por Bovie e Cushing (1928) era equivalente ao bisturi elétrico atual, com as funções de coagulação por meio de pulsos de corrente e corte do tecido com corrente contínua [LIVRAGHI et al., 2008].

Só em 1990, que duas grandes pesquisas realizadas simultaneamente por Mc Gahan et al. (1990) e Rossi et al. (1990) sugeriram pela primeira vez a ablação para tratamento de tumores no fígado. Utilizando como base o funcionamento da faca Bovie e o princípio físico da interação da corrente alternada de radiofrequência e a propagação de calor resistivo no tecido descrito por Organ (1976), desenvolveram uma agulha isolada que poderia tratar pequenos tumores [LIVRAGHI et al., 2008] [KRISHNAMURTHY; CASILLAS; LATORRE, 2003].

Nos últimos anos, a RFA se tornou popular no tratamento do HCC pelos altos índices de sucesso no tratamento de pequenas lesões. Estudos nas mais diversas áreas relacionadas buscam aumentar a efetividade deste procedimento por meio de novos métodos de análises teóricas e experimentais.

Com esses avanços, a RFA tornou-se uma forma eficiente de tratamento de pequenas lesões, de até 3cm, no fígado e já é bastante consolidada no tratamento do hepatocarcinoma. Seus benefícios incluem o aumento na taxa de sobrevida dos pacientes e o menor tempo de internação e procedimento operatório, se comparado a hepatectomia e outros tratamentos.

7.2.1. O princípio de funcionamento

Durante o procedimento de RFA, o gerador de radiofrequência fornece ao eletrodo uma corrente alternada, sinusoidal na faixa de 450-550kHz que é entregue ao fígado. Os elétrons livres servem como portadores dessa carga e os íons livres no tecido, em sua maioria Na^+ , K^+ e Cl^- carregam a corrente elétrica pelo tecido [HAEMMERICH,2010]. A aplicação dessa corrente elétrica causa a movimentação desses íons e a geração de calor por fricção, conforme a Figura 7.2.

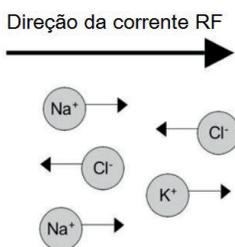


Figura 7.2. A corrente elétrica dentro do fígado é conduzida por íons. A oscilação dos íons devido a corrente radiofrequência aplicada gera um calor resistivo. Dependendo da frequência, a direção de movimento dos íons pode variar milhões de vezes por segundo. Fonte: Adaptado de Haemmerich (2010).

A energia é transferida ao tecido primeiramente por Efeito Joule, associada a corrente iônica e resistividade do tecido [ALMEIDA, 2012]. O tecido que circula o eletrodo começa a aquecer e inicia-se a propagação do calor por condução para tecidos vizinhos. Por isso, a temperatura nas regiões mais distantes da superfície do eletrodo cresce mais lentamente do que no centro. Devido a esses fatores, por mais que a temperatura do eletrodo eleve rapidamente, o volume de necrose do tecido tumoral cresce devagar, indo do centro para regiões mais externas.

A densidade de corrente pode ser estimada pelo total de corrente que é entregue ao tecido e a área de superfície do eletrodo. Sendo que, a quantidade de corrente entregue depende da potência aplicada e da variação de impedância do tecido. Por isso, para eletrodos com grande área de contato com o tecido, a densidade de corrente é menor do que aqueles com uma superfície menor. Uma densidade de corrente baixa reduz o potencial de uma boa ablação, e

por isso é necessária uma potência maior para continuar mantendo a energia entregue [BOSTON SCIENTIFIC CORPORATION, 2007].

Nos procedimentos cirúrgicos, a frequência utilizada geralmente é entre 1Hz a 1MHz, por que o transporte de íons e a polarização de tecidos biológicos fica nessa faixa [GABRIEL; PEYMAN; GRANT, 2009]. Em frequências menores (20-50Hz) pode ocorrer o estímulo de músculos e nervos, causando desconforto e até dano ao paciente [DOUCET et al., 2012]. Já para frequências acima de 4MHz, fenômenos elétricos como reatâncias capacitivas, indutivas e efeito skin (ou efeito peculiar), tornam-se significativos, dificultando a aplicação.

7.2.2. Dano térmico ao tecido biológico

O calor gerador é absorvido pelas células causando uma desnaturação proteica e consequente morte celular ou necrose. Para os tecidos, uma temperatura na faixa de 45°C e 50°C já pode causar um dano irreversível e quanto maior a temperatura menor o tempo necessário para ocorrer a necrose. Com temperaturas maiores, em torno de 100°C a 110°C, começa a ocorrer a vaporização do tecido seguido de carbonização [ALBA et al., 2011], [BREEN; LENCIONI, 2015] e [HAEMMERICH, 2010]. Entre 50°C à 100°C, a coagulação do tecido é praticamente instantânea, e é a faixa de temperatura geralmente utilizada para RFA. Todo o volume tumoral deve ser exposto a esta temperatura por um período de tempo para garantir a sua destruição.

Conforme esse aquecimento ocorre nas proximidades do eletrodo a zona de ablação cresce e é observado a variação gradual da impedância. Entretanto, existe um momento, durante o procedimento, em que ocorre o aumento súbito dessa impedância a necrose da célula ao decaimento da impedância no tecido e os pesquisadores chamam este evento de roll-off e associam a sua ocorrência a altas temperaturas e ao estado de carbonização celular. Quando ele ocorre, a passagem de corrente no tecido se torna menor e consequentemente a taxa de crescimento da zona de ablação também decai [ALBA et al., 2011].

A carbonização celular e a vaporização são eventos citados na literatura como limitantes para o crescimento do volume durante a RFA. Elas causam o isolamento do eletrodo por meio dos gases, no caso da vaporização, e pela desidratação das células que em temperaturas muito altas carbonizam e isolam o eletrodo [ALMEIDA, 2012].

7.3. Normas e diretrizes metodológicas

Para ser comercializado, um equipamento tecnológico deve solicitar o registro na ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). No caso dos equipamentos para uso em saúde, existem as RDCs (Resolução da Diretoria Colegiada) nº 56/2001 e nº 185/2001 que dispõem sobre o registro e uso desses produtos.

A Instrução Normativa 04/2015 fornece a lista das normas técnicas a serem adotadas na certificação de conformidade, no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (SBAC), dos equipamentos sob regime de Vigilância Sanitária. Para os equipamentos eletro médicos, como os geradores de radiofrequência, essas normas possuem os limites de funcionamento e são necessárias para o cumprimento nos ensaios de certificação. As normas que se aplicam a esses equipamentos são: a ABNT NBR IEC¹² 60601-1- 2:2006, que trata das prescrições gerais de segurança e compatibilidade eletromagnética, ABNT NBR IEC 60601-2-2:2001, que se refere as prescrições de segurança de equipamentos cirúrgicos de alta frequência e a ABNT NBR IEC/CISPR 11:2012, sobre os equipamentos médicos e suas características das perturbações de radiofrequência.

Além do atendimento das normas, o Ministério da Saúde elaborou as Diretrizes Metodológicas (Figura 7.3), que visam padronizar e impor critérios para o desenvolvimento de novos Equipamentos Médico-Assistenciais (EMA), que por definição da ANVISA, se aplica a todo equipamento ou acessório de aplicação médica utilizados na assistência à saúde da população (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).



Figura 7.3. Domínios das Diretrizes Metodológicas do Ministério da Saúde para incorporação de Equipamentos médico-assistenciais. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

2 - Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma Brasileira (NBR), Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC).

Seguindo essas Diretrizes, o desenvolvimento de um novo dispositivo deve buscar atender a todos os domínios que estão envolvidos no desenvolvimento de um EMA. O desenvolvimento de novos EMAs devem ser pautados dentro de boas práticas de produção e uso para que forneçam segurança e eficácia ao usuário final. A existência dessas normas vem para assegurar bons produtos para área de saúde e garantir que novas tecnologias tragam benefício e não ofereçam risco à população.

7.4. O equipamento de RFA

O SOFIA (Software of Intensive Ablation) é um projeto financiado pelo Ministério da Saúde em parceria com a Universidade de Brasília e é uma das frentes do LaB - Laboratório de Engenharia Biomédica, ambos vinculados ao LEI (Laboratório de Engenharia e Inovação) da FGA (Faculdade do Gama), cuja proposta é o desenvolvimento de um equipamento de ablação por radiofrequência constituindo-se de um gerador de Radiofrequência, eletrodo monopolar ativo e software de controle. A equipe SOFIA iniciou o desenvolvimento deste produto em janeiro de 2015 em diversas frentes para o desenvolvimento de tecnologias para ablação.

Os requisitos técnicos e de confecção de um sistema como o SOFIA seguiu critérios de confecção de Engenharia de Produto que resultou em três versões até a presente data. Na versão atual (setembro 2016), tem-se o equipamento com um controle por software, que mantém a potência fixa e inclui interrupções de segurança. Nesse processo de desenvolvimento estabeleceu uma das prioridades de contribuição da autora o desenvolvimento, análise de qualidade, usabilidade e eficiência de um eletrodo denominado eletrodo 5H que possui geometria guarda-chuva e é um instrumento ativo para ser integrado ao equipamento desenvolvido.

O equipamento possui controle automático que permite o uso de modos de operação pré-definidos com potência, tempos e interrupções de segurança. O procedimento é interrompido manualmente pelo médico ou automaticamente pelo próprio software do SOFIA. O resultado é uma zona de ablação bem definida que causa a eliminação da região tumoral localizada. A potência de 40W, proporciona a queima do tecido e acredita-se ser suficiente para causar a necrose tumoral. Os testes experimentais realizados, serão melhor abordados nas próximas seções deste capítulo.

O princípio de funcionamento do SOFIA consiste em dois sinais: um de controle e o sinal de radiofrequência. O sinal de controle garante que o gerador está emitindo a potência desejada pelo usuário, com as configurações de entradas. Já o sinal de radiofrequência é uma

onda analógica amplificada e condicionada para a entrega de até 40W ao fígado pelo tempo estipulado. O diagrama da Figura 7.4 mostra um resumo simplificado do funcionamento do equipamento.

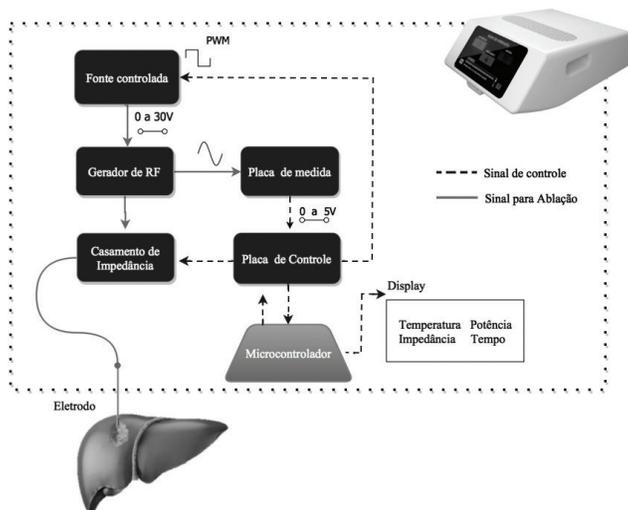


Figura 7.4 Diagrama do funcionamento geral do Equipamento SOFIA. A linha tracejada corresponde ao sinal digital utilizado para controle e a linha contínua corresponde ao sinal analógico que é utilizado para realizar a ablação.

7.5. Processo de desenvolvimento do dispositivo

O desenvolvimento do eletrodo foi realizado com base no modelo guarda-chuva LeVen™ da Boston Scientific de número de referência no catálogo 26-224 [BOSTON SCIENTIFIC CORPORATION, 2013]. Este modelo foi escolhido com base em simulações realizadas com o software COMSOL e análise de zona de queima em artigos científicos por fornecer a maior zona de ablação, dentre os modelos sem refrigeração interna [RATHKE et al., 2014].

Dentre os materiais normalmente empregados em estruturas ativas de dispositivos médicos, destacam-se as LEMFs (Ligas com Efeito Memória de Forma). Essas ligas têm a capacidade de adquirir uma geometria por meio de tratamento térmico e mantê-la ao retornar a temperatura ambiente. Nesse estudo, foram utilizados fios e arcos ortodônticos de NiTi na construção do eletrodo ativo.

O processo de fabricação mecânica foi realizado nos laboratórios do Centro de Competência em Manufatura (CCM) e Laboratório de Processamento de Materiais (LPM) do ITA (Instituto de Tecnologia e Aeronáutica) e no Laboratório de Fotônica do Instituto de Estudos Avançados (IEAv), todos em São José dos Campos, São Paulo. O eletrodo e os dispositivos utilizados foram desenvolvidos pela autora deste capítulo com o auxílio e apoio dos pesquisadores dos laboratórios.

As etapas gerais de fabricação do eletrodo foram: i) curvatura dos fios e memorização em semicircunferência; ii) posicionamento do sistema para a soldagem em geometria guarda-chuva; iii) soldagem a laser e iv) análise mecânica do sistema. Cada uma dessas etapas será detalhada a seguir.

i) Curvatura dos fios e memorização em semicircunferência

Foram construídos gabaritos para memorização de tubos de aço inox com 2mm de diâmetro interno e raio de 1,5cm de curvatura. Os fios foram colocados dentro dos tubos com a curvatura completa de 360°. Foram colocados em forno de têmpera a 500°C durante 30min. Logo após a retirada dos fios do forno eles eram submetidos a um choque de temperatura em água a temperatura ambiente ($T_{amb} = 25^{\circ}C$). Após a retirada dos fios estes eram cortados na angulação desejada de semicircunferência.

ii) Posicionamento do sistema para soldagem

Para a construção dos eletrodos foi feita a montagem dos fios memorizados, denominados hastes, ao redor de um fio de NiTi de 0,9mm como fio central. As hastes foram posicionadas utilizando um tubo impresso em impressora 3D de 1mm de diâmetro, como mostra a Figura 7.5. Foram construídos dois eletrodos de 5 e 6 hastes, e foram denominados eletrodos 5H e 6H.

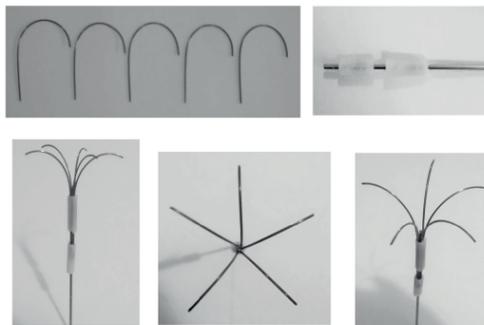


Figura 7.5 Hastes memorizadas e eletrodo 5H montado para a soldagem com dispositivo impresso em impressora 3D.

iii) Soldagem a laser

Para realizar a soldagem a laser do sistema 6H foi utilizado o equipamento IPG YLR-2000S pulsado com Yb-Fiber laser que produz um comprimento de onda igual a 1,07nm (Figura 7.6). Foi utilizado gás de Argônio com taxa de 8L/min para minimizar a oxidação durante a soldagem. O ajuste do foco foi mantido durante todo o processo. A superfície do sistema foi colocada no foco do laser e emitidos pulsos de laser. Foi realizada a rotação do eletrodo para que cada haste ficasse perpendicular ao feixe de laser durante a solda. Para a soldagem do sistema 5H o serviço foi terceirizado com a empresa Laser Tools.

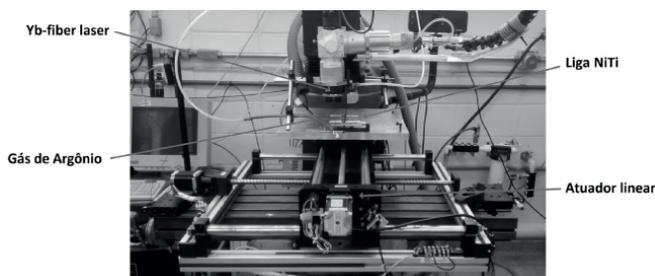


Figura 7.6 Sistema do experimento soldagem a laser, composto por mesa atuadora, presilhas metálicas, laser Yb-fiber, gás de argônio e os fios de NiTi. Fonte: Autoria própria.

iv) Análise mecânica do sistema

Foi realizada a análise do ponto de solda utilizado na soldagem do eletrodo 6H, para avaliar se houve a fusão das hastes ao fio. Foram analisadas a sua qualidade macroscópica tais como: a regularidade das bordas, perda de material por vaporização, regiões de interface, aderência ou rompimentos. Foi realizado o embutimento da amostra cortada contendo a solda em 29ml de baquelite³ e realizado o lixamento até atingir o centro do ponto de solda. A amostra foi levada para análise microscópica com Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) e fotografada até 7kx.

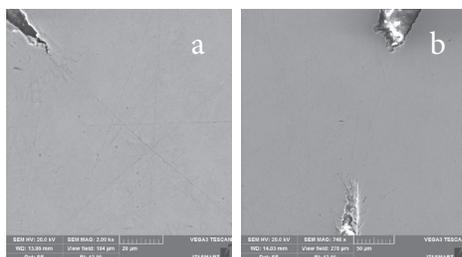


Figura 7.7 Imagens obtidas com o MEV da seção transversal do centro do ponto solda da amostra embutida (Aumento de 2kx). (a) Região da Solda A (b) Região da Solda B.

3 - Resina quimicamente estável e resistente ao calor. Utilizada para embutimento metalográfico.

Por meio da análise microscópica com MEV foi possível observar a região de fusão das ligas de NiTi por meio da soldagem com laser de Fibra-Yb. Na Figura 7.7a, região da solda A, foi observada uma linha de interface na região de solda da amostra analisada da solda. Essa região de interface é caracterizada pela junção forçada das superfícies dos dois materiais, e é onde tende a ocorrer uma possível fratura. Já na região da solda B, Figura 7.7b, não houve visualização dessa região de interface, mesmo com a máxima ampliação, podendo-se concluir que naquele ponto houve a fusão das duas ligas.

7.6. O dispositivo desenvolvido

Portanto, por meio dos processos listados foram construídos dois eletrodos guarda-chuvas de 5 e 6 hastes monopulares e de NiTi. As etapas de construção podem ser resumidas em curvar as hastes, soldá-las em formato de guarda-chuva, introduzi-las em um cateter e conectar ao cabo de conexão com o gerador. O guarda-chuva de 6H foi utilizado para análise mecânica e, portanto, foi construído um novo guarda-chuva, dessa vez com 5H, que permitiu um contato maior com o eletrodo central.

A Figura 7.8 mostra os eletrodos guarda-chuvas desenvolvidos neste trabalho. A angulação de $1/4$ de circunferência, ao invés do $1/2$ adotado no eletrodo 6H, propiciou menor tensão e resistência ao entrar e sair do cateter. Arcos de tamanhos variados teriam que ser simulados para avaliar o impacto que o comprimento do arco causa na zona de ablação.

Para avaliar a condutividade elétrica e o volume de ablação do eletrodo 5H foram realizados os testes *ex vivo*. Para validar as propriedades mecânicas de resistência e desgaste ao entrar e sair do tubo seriam necessários realizar testes específicos, já que esses quesitos não foram avaliados. No entanto, sabe-se que o eletrodo não apresentou falhas estruturais durante a realização dos testes experimentais.

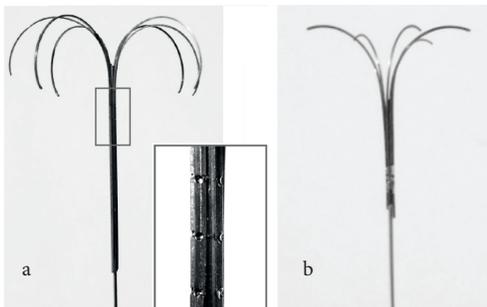


Figura 7.8 Eletrodos guarda-chuva depois da realização da solda (a) Guarda-chuva 6H (b) Guarda-chuva 5H.

7.7. Testes experimentais ex vivo

Para validar a potência de 40W do gerador SOFIA e o tempo necessário para necrose, foram medidos os parâmetros de temperatura, tensão aplicada, variação de massa e dimensões da zona de ablação. Foram realizados testes ex vivo e in vivo com o gerador de radiofrequência desenvolvido pelo projeto SOFIA com o intuito de avaliar a zona de ablação produzida por cada um dos eletrodos, comparativamente ao eletrodo guarda-chuva 5H e o eletrodo comercial LeVeen™ da Boston Scientific.

Os testes foram realizados na bancada do LaB/UnB. Foram utilizados o gerador do equipamento SOFIA, o osciloscópio Tecktronix MSO 2012 (100MHz 1GS/s) e ponta de prova com atenuação de 100x, a balança digital - Tefal Ovelys e o sistema de aquisição de dados.

Todas as ablações foram realizadas seguindo um mesmo protocolo experimental, buscou-se manter as mesmas condições durante todo o estudo. A execução de todas as etapas do protocolo foram criteriosamente seguidas para cada um dos experimentos realizados. Os tópicos a seguir, explicam detalhadamente como foi implementado o protocolo experimental.

01. Tecido biológico ex vivo

As peças de fígado bovino foram adquiridas em açougue, inteiras e descongeladas em temperatura ambiente, com post mortem de 10 a 15 dias. Para serem utilizadas em um mesmo período de ensaio. Não foram aproveitadas peças de um dia para o outro. As peças após os experimentos foram marcadas com azul de metileno e devidamente descartadas.

02. O corte da peça para os testes

Cada peça foi cortada nas dimensões aproximadas de um cubo de 8cm x 8cm x 6cm, utilizando bisturi comum (lâmina 24). O critério utilizado para a seleção das peças foi possuir dimensões maiores que a parte não isolada do eletrodo evitando-se regiões com passagem de veias.

03. Limpeza dos instrumentos

A bancada deve permanecer limpa e somente com os equipamentos necessários para o procedimento. Os eletrodos, a placa de vidro e a placa de retorno foram limpos com esponja de aço e secados com papel toalha. Após cada teste, todos os itens utilizados, eram limpos e recolocados na bancada.

A reutilização de cateter de ablação não é praticada nos procedimentos cirúrgicos pelo risco de infecção e transmissão de doenças. No entanto, para este trabalho, os eletrodos tiveram que ser reutilizados. Para evitar que a reutilização interferisse nos resultados, seguiu-se um processo de limpeza dos eletrodos com água corrente e desinfecção com álcool isopropílico. Para o eletrodo guarda-chuva 5H, foi feito o descarte das partes plásticas a cada dia de testes, com a desmontagem do eletrodo de dentro do cateter para realizar a limpeza interna, a fim de remover todos os resíduos de tecido.

04. Medição e gravação dos dados

As medidas de tensão foram monitoradas no osciloscópio, assim como o tempo em que ocorre a sua variação brusca. Esse tempo e a tensão inicial e após a variação, foram anotados para cada experimento. Apesar da potência ter sido fixada em um valor, para cada eletrodo houve a variação da tensão.

Os dados de temperatura foram adquiridos por meio de termistores NTCs de 100k Ω ($\varnothing 1,3 \pm 0,2\text{mm}$) fixados em uma placa de acrílico espaçados em 3mm e 8mm do eletrodo. Os valores foram adquiridos por meio de 3 canais do NI USB-6009 DAQ da National Instruments, plotados os gráficos em tempo real e gravados em um arquivo .txt.

05. Configuração da Bancada

Deve-se garantir que nenhum outro equipamento esteja ligado simultaneamente com o gerador SOFIA, além daqueles que adquirem dados do experimento. O sistema é montado conforme a Figura 7.9, com a placa de retorno e o eletrodo guarda-chuva conectados ao gerador.

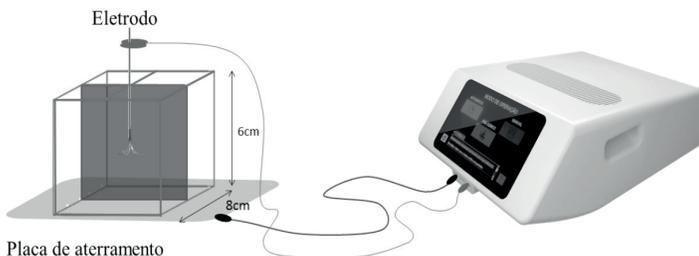


Figura 7.9 Diagrama explicativo da configuração utilizada durante os experimentos ex-vivo. A esquerda, a peça de fígado bovino post mortem cortada em cubo e sob a placa de aterramento e com eletrodo guarda-chuva 5H inserido e a direita o equipamento de ablação por radiofrequência SOFIA.

06. Inserção do eletrodo

Para garantir que o volume de ablação não sofra interferências das superfícies, o eletrodo deve ser inserido no centro da peça. A incisão deve ser realizada no centro da face, no sentido perpendicular a face do cubo. Primeiro é realizada uma incisão com a agulha de 2mm de diâmetro até a profundidade definida, e então aberto as hastes do eletrodo guarda-chuva.

7.8. Resultados e Discussão

A Figura 7.10 mostra o resultado da ablação obtida com o eletrodo 5H, em que é possível ver a região aproximadamente esférica produzida pelo eletrodo. Com o aumento da área superficial, são necessárias potências maiores para conseguir manter a mesma densidade de corrente entregue ao tecido. O eletrodo guarda-chuva 5H, por ter uma área superficial pequena, reduz a necessidade de se utilizar potências maiores.

O cálculo do volume dos experimentos foi aproximando ao volume uma elipse. Devido ao erro de aproximação dos eixos utilizados é possível que os volumes calculados variem em até 20%. A potência de 40W utilizada, foi suficiente para gerar o volume de ablação desejado, mesmo sendo menor do que a utilizada pelos equipamentos comerciais que variam de 100W a 200W.

A taxa específica de absorção varia com a condutividade do tecido biológico e a densidade de corrente elétrica em volta do eletrodo. Como a condutividade do tecido biológico decai, já que a resistividade do tecido tende a aumentar conforme as células são destruídas, a energia transferida também tende a cair. Por isso, a carbonização ao redor da superfície do eletrodo implica em menor energia com o decorrer do procedimento.

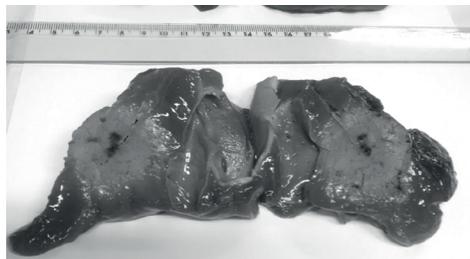


Figura 7.10 Seção transversal da zona de ablação produzida com o eletrodo 5H com potência de 80W durante 30min em fígado bovino. É possível identificar a zona de necrose na região que ficou próxima as hastes do eletrodo e um volume esférico bem delimitado.

É necessário ainda avaliar a influência que o tamanho do eletrodo de dispersão causa na zona de ablação. No caso dos experimentos, foi observado que quanto mais líquido entre a peça de fígado e o eletrodo de retorno melhor eram os resultados dos experimentos em comparação com as peças com a superfície já ressecada. Poderia ainda ser avaliado se a posição do eletrodo, perpendicular ou paralelo com relação ao eletrodo de retorno, influi na zona de ablação já que a orientação influi na propagação da onda no tecido.

7.9. Conclusão

Os eletrodos desenvolvidos, 5H e 6H mostram que é possível a produção de um eletrodo para ablação hepática no Brasil. O valor estimado para uma unidade chega a ser 10 vezes menor, baseado nas cotações realizadas para a construção de 100 unidades e desconsiderando custos adicionais de desenvolvimento, impostos e testes de conformidade que não foram incluídos.

Os resultados obtidos neste trabalho fornecem o volume para o tecido post mortem. Sabe-se que in vivo as zonas de ablação podem se tornar menores com a proximidade das veias e devido as diferenças de bioimpedância do tecido. No entanto, em condições de contorno favoráveis, em que o eletrodo seja corretamente posicionado, que o pré-clínico forneça a localização e o volume previamente e utilizando a potência de 40W e um tempo médio de cirurgia de 15min a 20min nos dão as condições de conseguir uma zona de ablação mais próxima da desejada.

Referência bibliográfica

Alba, J. et al. “Theoretical and experimental study on rf tumor ablation with internally cooled electrodes: When does the roll-off occur?” In: IEEE. Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE. [S.l.], 2011. p. 314–317.

Almeida, T. R. d. O. d. “Development of a Stent-Based Electrode for Radio Frequency Thermal Ablation Procedure.” Tese (Doutorado) — Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, 2012.

Boston Scientific Corporation. “RFA Family Brochure Product Guide”. 2013. Disponível em: <<https://www.bostonscientific.com/content/dam/bostonscientific/pi/portfolio-group/rfa/RFA-Family-Brochure-ENDO-149636-AA.pdf>>.

Boston Scientific Corporation. “The Relationship Between Catheter Tip Electrode Size and Radiofrequency Generator Power Requirements”. 2007. Disponível em: <https://www.bostonscientific.com/content/dam/bostonscientific/Rhythm%20Management/portfolio-group/Clinical%20Science/blazerII-xp-cstdev_XPcdScience_01_us.pdf>.

Breen, D. J.; Lencioni, R. “Image-guided ablation of primary liver and renal tumours”. Nature Reviews Clinical Oncology, Nature Publishing Group, v. 12, n. 3, p. 175–186, 2015.

Clavien, P.-A. et al. “Recommendations for liver transplantation for hepatocellular carcinoma: an international consensus conference report”. The lancet oncology, Elsevier, v. 13, n. 1, p. e11–e22, 2012.

Cushing, H. “Electro-surgery as an aid to the removal of intracranial tumors”. Surg Gy necol Obstet, v. 47, p. 751–784, 1928.

D’arsonval, M. “Action physiologique des courants alternatifs”. CR Soc Biol, v. 43, p. 283–286, 1891.

Doucet, B. M. et al. “Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function”. Yale J Biol Med, v. 85, n. 2, p. 201–215, 2012.

Gabriel, C.; Peyman, A.; Grant, E. “Electrical conductivity of tissue at frequencies below 1 MHz”. Physics in medicine and biology, IOP Publishing, v. 54, n. 16, p. 4863, 2009.

Gomes, M. A. et al. “Hepatocellular carcinoma: epidemiology, biology, diagnosis, and therapies”. Revista da Associação Médica Brasileira, Scielo Brasil, v. 59, n. 5, p. 514–524, 2013.

Haemmerich, D. “Biophysics of radiofrequency ablation”. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, Begel House Inc., v. 38, n. 1, 2010.

Hopkins, J. “Liver Tumor Ablative Techniques”. 2016. Disponível em: <http://www.hopkinsmedicine.org/liver_tumor_center/treatments/ablative_techniques/>.

Kew, M. C. “Prevention of hepatocellular carcinoma”. *Hepato-Pancreato-Biliary Association (HPB)*, Wiley Online Library, v. 7, n. 1, p. 16–25, 2005.

Krishnamurthy, V. N.; Casillas, V. J.; Latorre, L. “Radiofrequency ablation of hepatic lesions: A review”. *Applied Radiology*, v. 32, n. 10, p. 11–27, 2003.

Livraghi, T. et al. “Tumor ablation: principles and practice”. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2008.

Lozano, R. et al. “Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010”. *The Lancet*, Elsevier, v. 380, n. 9859, p. 2095–2128, 2013.

Ministério da Saúde. “Diretrizes diagnósticas e terapêuticas do câncer de fígado no adulto”. PORTARIA Nº 602, DE 26 DE JUNHO DE 2012, 2012.

Ministério da Saúde. “Diretrizes Metodológicas: Elaboração de estudos de avaliação de equipamentos médico-assistenciais”. [S.l.]: Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência Departamento de Ciência e Tecnologia, 2013.

Okhai, T. A.; Smith, C. J. “Principles and application of RF system for hyperthermia therapy”. 2013.

Organ, L. “Electrophysiologic principles of radiofrequency lesion making”. *Stereotactic and Functional Neurosurgery*, Karger Publishers, v. 39, n. 2, p. 69–76, 1976.

Peter Fried Michael, L. D. K. M. F. “Carcinoma hepatocelular (CHC): uma perspectiva mundial”. *Guia Mundial de la Organización Global de la Gastroenterología*, p. 1–15, 2009.

Rathke, H. et al. “Comparison of four radiofrequency ablation systems at two target volumes in an ex vivo bovine liver model”. *Diagnostic and Interventional Radiology*, v. 20, p. 251–258, 2014.

Tiong, L.; Maddern, G. “Systematic review and meta-analysis of survival and disease recurrence after radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma”. *British Journal of Surgery*, Wiley Online Library, v. 98, n. 9, p. 1210–1224, 2011.

Xie, L. et al. "Diagnostic value of contrast-enhanced ultrasound, computed tomography and magnetic resonance imaging for focal liver lesions: a meta-analysis". *Ultrasound in medicine & biology*, Elsevier, v. 37, n. 6, p. 854–861, 2011.

Yu, J. et al. "A comparison of microwave ablation and bipolar radiofrequency ablation both with an internally cooled probe: results in ex vivo and in vivo porcine livers". *European Journal of Radiology*, Elsevier, v. 79, n. 1, p. 124–130, 2011.

Seção

08

Sinais e Sintomas Motores da Doença de Parkinson: Caracterização, Tratamento e Quantificação

Adriano O. Andrade^{1*}, Alessandro Ribeiro de Pádua Machado¹, Cristiane Ramos de Moraes², Marcos Campos³, Kheline Fernandes Peres Naves¹, Bruno Lima Pessôa⁴, Ana Paula S. Paixão¹, Amanda Gomes Rabelo¹, Fábio Henrique M. Oliveira¹, Maria Jose Ferreira Zaruz¹, Marcus Fraga Vieira⁵

Abstract

Parkinson's disease (PD) is a neurodegenerative disorder with progressive motor symptoms. PD is among the most prevalent neurodegenerative diseases in older adults. With the increase in life expectancy, it is estimated that by 2020 more than 40 million of people worldwide will have PD. PD causes pathophysiological changes that produce typical neurological symptoms, also called cardinal signs, such as bradykinesia, muscle stiffness, rest and postural tremor. Currently the diagnosis of PD is purely clinical, there is no exam, quantitative test or biomarker capable of indicating the disease diagnosis. In general, PD is assessed using subjective scales, the most commonly used is the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS), which is divided into four parts to serve as a guide in the motor and non-motor evaluation of the patient. PD treatment is mostly symptomatic and it aims to maintain and improve functional independence and reduce patient discomfort. The treatment options are: drugs (e.g. levodopa), surgeries (e.g. deep brain

1 - Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Biomédica, Núcleo de Inovação e Avaliação Tecnológica em Saúde (NIATS), Uberlândia, MG, Brasil.

2 - Associação Parkinson do Triângulo, Uberlândia, MG, Brasil.

3 - Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Biomédicas, Uberlândia, MG, Brasil.

4 - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.

5 - Universidade Federal de Goiás, Laboratório de Bioengenharia e Biomecânica, Goiânia, GO, Brasil.

stimulation), and rehabilitation therapies. Although PD still does not have cure, many research focuses on the development of objective techniques and tools to aid in diagnosis, especially in the early disease diagnosis. Studies indicate that early diagnosed patients have reduced disease progression and delayed fall episodes; these factors may provide greater longevity to the patient. In order to make possible the objective disease diagnosis by means of quantitative tools, several studies are dedicated to develop and evaluate sensors for this purpose. There are several sensors that can be used to quantify the PD motor signs, and the choice of these is made according to the objectives of the current studies, and the particularities of the patient. The most commonly used sensors include the inertial sensor, which is capable of tracking one or more limbs of the patient in three-dimensional space, so as to transform the patient's movements that are imperceptible to the human naked eye into quantitative values. We hope that the information presented in this chapter is useful for those who are looking for up-to-date information on PD. The content presented here is the result of the literature review and the experience of the authors who work in research, rehabilitation and treatment of PD.

Resumo

A doença de Parkinson (DP) é uma desordem crônica e progressiva do sistema nervoso central (SNC) mais especificamente dos núcleos da base, envolvendo a perda progressiva de neurônios dopaminérgicos da substância negra. A DP está entre as doenças neurodegenerativas de maior incidência em pessoas idosas. Com o aumento da expectativa de vida, estima-se que em 2020 mais de 40 milhões de pessoas no mundo tenham a DP. A DP ocasiona alterações fisiopatológicas que produzem sintomas neurológicos típicos, também chamados de sinais cardinais, como a bradicinesia, rigidez muscular, tremor de repouso e postural. Atualmente, o diagnóstico da DP é puramente clínico, não há nenhum exame, teste quantitativo ou biomarcador capaz de indicar o diagnóstico da doença. Em geral, a DP é avaliada por meio de escalas subjetivas, a mais utilizada é a Escala Unificada de Classificação da DP (Unified Parkinson's Disease Rating Scale – UPDRS), a qual é dividida em quatro partes de forma a servir como guia na avaliação motora e não motora do paciente. O tratamento da DP é majoritariamente sintomático e visa manter e melhorar a independência funcional e reduzir o desconforto dos pacientes. São as opções de tratamento: os fármacos (e.g. levodopa), as cirurgias (e.g. estimulação profunda do cérebro) e as terapias por reabilitação. Apesar da DP ainda não possuir cura, muitas pesquisas focam no desenvolvimento de técnicas e ferramentas objetivas para auxílio no diagnóstico, sobretudo o diagnóstico precoce da doença. Estudos apontam que pacientes diagnosticados previamente têm a progressão da doença reduzida e o retardo de episódios de queda, esses fatores podem propor-

cionar maior longevidade ao paciente. A fim de viabilizar o diagnóstico objetivo da doença, por meio de ferramentas quantitativas, vários estudos são dedicados ao desenvolvimento e avaliação de sensores para essa finalidade. São vários os sensores que podem ser utilizados para quantificar os sinais motores da DP e a escolha destes é feita conforme os objetivos dos estudos atuais, e nas particularidades do paciente. Dentre os sensores mais utilizados destaca-se o sensor inercial, que é capaz de rastrear um ou mais membros do paciente no espaço tridimensional, de forma a transformar em valores quantitativos os movimentos realizados pelo paciente que são imperceptíveis a olho nu. Esperamos que as informações apresentadas nesse capítulo sejam úteis para aqueles que buscam informações atualizadas sobre a DP. O conteúdo apresentado é resultado de uma revisão da literatura e da experiência dos autores que atuam em pesquisas, na reabilitação e no tratamento da DP.

8.1. A Doença de Parkinson

A doença de Parkinson (DP) é uma desordem crônica e progressiva do sistema nervoso central (SNC) mais especificamente dos núcleos da base, envolvendo a perda progressiva de neurônios dopaminérgicos da substância negra. A DP apresenta uma etiologia ainda desconhecida, porém, acredita-se que fatores genéticos e ambientais podem contribuir para seu aparecimento.

O comprometimento dos neurônios dopaminérgicos da parte compacta da substância negra do mesencéfalo em função da DP pode ser observado em exames neurológicos [1, 2]. Há uma perda dos axônios que partem desta área cerebral e se projetam para o neocórtex ou corpo estriado no centro medular do cérebro culminando no déficit de dopamina, consequente à atrofia e à degeneração dos núcleos ou gânglios da base [1, 3-5]. A lesão da via dopaminérgica resulta em diminuição da neurotransmissão dopaminérgica no corpo estriado, especialmente no putâmen, ou seja, um colapso na comunicação entre a substância negra e o estriado, onde desta sinapse resulta a liberação de dopamina [6]. A perda de neurônios da substância negra gera um esgotamento de dopamina nos núcleos da base o que causa alterações na síntese de acetilcolina [7].

A deficiência de dopamina produz um grave efeito no sistema extrapiramidal, resultando em déficits na coordenação muscular e nas atividades musculares, traduzindo em diminuição da força, problemas na manutenção da postura, alterações na marcha, coordenação fina, enrijecimento muscular e outros, com influência na modulação do movimento [1, 8-10].

Essas alterações fisiopatológicas produzem sintomas neurológicos típicos ou sinais cardinais encontrados em pacientes com a DP como, a bradicinesia, rigidez muscular, tremor de repouso e postural, e instabilidade postural [7, 11, 12]; em alguns casos existe também comprometimento de ordem cognitiva, afetiva e autonômica [4, 7, 9].

Cabe ressaltar que com a evolução da doença, complicações secundárias aparecem, decorrentes dos sintomas físicos e de fatores psicossociais individuais presentes em cada indivíduo [13]. Dentre as complicações, algumas são manifestadas por combinações de sinais cardinais, como: (i) pobreza de movimentos (oligocinesia); (ii) redução na velocidade, alcance e amplitude (hipocinesia); (iii) dificuldade em iniciar o movimento (acinesia); (iv) características faciais (face em máscara⁶); (v) alterações musculoesqueléticas (contraturas, fadiga, desenvolvimento de posturas fixas anormais); (vi) distúrbios da marcha (padrão de marcha “em bloco”, festinante e presença do freezing, i.e., interrupção abrupta da marcha); (vii) disfunção

6 - Perda de espontaneidade da expressão facial (como se fosse uma máscara).

da deglutição e comunicação; (viii) distúrbios visuais e sensorio-motores, além, de alterações cardiopulmonares [14].

Além das alterações motoras relacionadas, podem ocorrer alterações auditivas no que se refere ao processamento auditivo central. O cérebro é responsável pelo processamento da fala, que inicia na cóclea, no qual a atividade mecânica é transformada em impulsos nervosos. A atividade de ouvir, no sentido fisiológico, integra três fatores: atividade periférica, atividade auditiva central e os processos do SNC. Quando há uma ruptura em qualquer um desses fatores, resulta-se em um déficit na habilidade de reconhecimento da fala [15]. Em razão disso, a aplicação de técnicas fonoaudiológicas relativas aos distúrbios da comunicação e da deglutição do paciente com a DP é importante para a formulação de protocolos que permitam a avaliação e a intervenção fonoaudiológicas adequadas. O tratamento das alterações motoras da fala e da deglutição, bem como das alterações de processamento auditivo central por meio de treinamento auditivo, contribuem para um tratamento fonoaudiológico mais eficaz visando promover melhor qualidade de vida ao paciente.

Todos esses problemas que acometem os indivíduos com a DP levam-no à limitação funcional, dependência física [16], podendo ter como consequência a ocorrência de depressão e o isolamento [14, 16].

A DP está entre as doenças neurodegenerativas de maior incidência em pessoas idosas, acima de 60 anos, sendo que a prevalência aumenta com a idade, chegando em uma a cada mil pessoas acima de 65 anos, e em uma a cada cem pessoas acima de 75 anos [1, 6, 17]. Entretanto, indivíduos com idade inferior a 40 anos podem ser acometidos pela síndrome ⁷[4]. Das pessoas acometidas pela DP apenas um pequeno número sofre de demências [4, 11, 12]. Com o aumento da expectativa de vida, estima-se que por volta de 2020 mais de 40 milhões de pessoas no mundo tenham DP [3].

O diagnóstico da DP é puramente clínico, ou seja, não há nenhum exame, teste quantitativo ou biomarcador capaz de indicar o diagnóstico da doença, assim como sua evolução, melhora ou piora do quadro clínico e motor do indivíduo. Tal avaliação é realizada por meio da anamnese (obtenção da história do paciente, sintomas relacionados à doença, e outras informações relevantes), história clínica progressiva, observação e questionários qualitativos [18].

O quadro clínico deve ser sempre acompanhado e bem observado pelos familiares e cuidadores, pois é necessário reportar aos profissionais de saúde sobre as condições e evolução da doença, como perda das habilidades manuais, dificuldade de marcha, como lentidão, diminuição do balanceio, arrastar dos pés, tremor de membro superior, cansaço inespecífico, sono agitado, depressão [19].

7 - Conjunto de sinais e sintomas observáveis sem causa específica.

Muitos desses sinais e sintomas⁸ manifestam-se anos antes de diagnosticar a DP, ou seja, seu início é discreto, sutil. Por falta de exames determinantes e específicos esses sinais e/ou sintomas passam despercebidos pelos cuidadores, profissionais e mesmo pelo próprio doente, acarretando, às vezes, em diagnóstico tardio. Para o diagnóstico faz-se necessária uma avaliação minuciosa para afastar outras possíveis doenças neurológicas que causam sintomas semelhantes. Em muitos casos, o diagnóstico clínico deve ser sustentado pela resposta do organismo ao medicamento levodopa (“prova do dopa”) [20].

Como a DP é progressiva e debilitante deve-se pensar na qualidade de vida dos pacientes, proporcionando atividade física individual e em grupo, acompanhamento fisioterápico, psicológico, sempre visando proporcionar maior independência nas atividades de vida diária [19, 21].

8.2. Sinais e Sintomas da DP

O número de sinais e sintomas presentes na DP é grande, e cada um deles poderia ser descrito com profundidade. Descrevemos três desses sinais, pela possibilidade do uso de tecnologia relativamente simples para a detecção e quantificação dos mesmos. São eles: a bradicinesia, o tremor e as alterações na marcha.

8.2.1. Bradicinesia

O termo bradicinesia foi usado pelo médico James Parkinson em 1817 para descrever um dos principais sintomas cardinais da DP [22]. Posteriormente foi descoberto que além da bradicinesia a DP é caracterizada por outros sinais e sintomas motores, como: tremor de repouso, rigidez e instabilidade postural [23].

A bradicinesia consiste na lentidão ao executar movimentos e muitas vezes esse termo se mistura com os conceitos de hipocinesia e acinesia. Hipocinesia está ligado à carência de movimentos e esses movimentos possuem baixa amplitude. Já acinesia refere-se à dificuldade em iniciar o movimento. Há motivos primários e secundários os quais contribuem para a bradicinesia. As causas secundárias são alguns dos próprios sintomas motores da DP como: tremor, rigidez, hipocinesia, acinesia e instabilidade postural. Já as causas primárias aconte-

8 - Sinal pode ser definido como um conjunto de características que podem ser percebidas por outra pessoa sem o relato do indivíduo, e o sintoma é a queixa relatada e identificada apenas pela pessoa.

cem pelas desordens do controle central de movimento [22], no qual há uma destruição de neurônios dopaminérgicos da substância negra [24]. Isso faz com que o tempo de reação para realizar um movimento de um sujeito com a DP seja maior quando comparado a um indivíduo hígido com a mesma idade [22].

8.2.2. Tremor

Tremores humanos derivam de diferentes etiologias e, portanto, as fisiologias são diversas. As causas são os mecanismos oscilatórios involuntários em condições normais e anormais. As oscilações são: mecânicas, mecânicas reflexas, centrais normais e centrais patológicas. Nas mecânicas, os músculos em associação com sua articulação, oscilam com uma frequência [8, 25, 26], ou seja, cada membro ou segmento tem uma certa frequência de ressonância, o que depende da sua massa. Qualquer perturbação de um sistema mecânico faz com que o mesmo tenha uma frequência de oscilação ressonante. Nos seres humanos, uma perturbação importante é o impulso cardíaco ou reflexo balistocardiaco [8, 27]. As mecânicas reflexas, estão relacionadas a circuitos periféricos (de músculos a medula espinhal e vice-versa) e centrais (de músculos para segmentos superior da medula espinhal, tronco cerebral e cérebro). O atraso destes circuitos opera inversamente proporcional ao tempo de oscilação ressonante da frequência. No entanto, quando as frequências das oscilações mecânicas e reflexas são semelhantes, as duas frequências serão igualmente esboçadas para uma única frequência, o que pode se comportar apenas como um sistema mecânico [8]. As centrais estão relacionadas com oscilações espontâneas e envio de comandos motores rítmicos. Elas surgem a partir das propriedades de neurônios individuais, das propriedades de redes neuronais, ou uma combinação dos dois, no entanto, nos seres humanos, existem oscilações centrais normais e patológicas [8, 25].

Basicamente, há duas categorias de tremores, o fisiológico (normal) ou patológico (anormal) [25, 28]. O tremor fisiológico está associado a processos naturais e está presente, em maior ou menor intensidade, em todos os seres humanos [26]. Ocorre normalmente em todas as pessoas saudáveis e, geralmente, não pode ser observado a olho nu [29]. Esse tremor acontece, para a maioria dos autores, na frequência de 8-12 Hz [30, 31] e pode variar com a idade, sendo uma das explicações para sua existência o reflexo balistocardiaco, isto é, a vibração passiva dos tecidos do corpo produzida pela atividade mecânica do coração [30, 32, 33]; ou seja, decorrente de reflexos mecânicos dos batimentos cardíacos e também dos reflexos neurais [33, 34]. Então, o tremor fisiológico é um tremor de oscilação mecânica com uma possível contribuição de 8-12 Hz de oscilação central normal, e quando exacerbado é devido ao reflexo mecânico [8].

Embora não seja habitualmente percebido, o tremor fisiológico pode ser exacerbado por certas condições, tais como: situações de medo e ansiedade, distúrbios metabólicos (e.g., hipertireoidismo, hipoglicemia), fadiga muscular, cafeína, retirada de álcool e uso de certas drogas (e.g., lítio, prednisona), ocasionando aumento do débito cardíaco [25, 30, 33], mas cessando a causa este retorna ao normal [30]. O tremor fisiológico exacerbado, mesmo não sendo considerado patológico exige cuidados médicos [34, 35].

O tremor patológico pode estar associado a diversos fatores, tais como disfunções neurológicas [25], na frequência de 4-12 Hz de oscilação central patológica de acordo com o tipo de doença [8, 36]. Este tipo de tremor acomete certos grupos musculares como segmentos distais dos membros, cabeça, língua, mento, prega vocal e, raramente, o tronco [37]. O clássico tremor de repouso na DP vem de uma oscilação central patológica que pode ser influenciada por informação sensorial e estimulação magnética transcranial [8].

Alguns estudos têm sugerido que o tremor moderado, o qual acompanha o processo natural de envelhecimento pode ser diagnosticado como tremor patológico. É também possível que o tremor patológico seja erroneamente diagnosticado como tremor fisiológico [38].

O marco divisório entre o tremor fisiológico e o resultante de disfunções neuromusculares, conhecido como tremor patológico, é tênue e ainda não foi precisamente estabelecido, visto que as alterações no controle do SNC que o causam podem ser naturais ou advindas de doenças graves, tais como o tremor cerebelar, o essencial e o parkinsoniano [38], além de outros, como o tremor psicogênico, o ortostático, o neuropático, sendo estes considerados relativamente raros pela literatura médica [36, 37, 39, 40].

O tremor patológico pode ser classificado de distintas maneiras, de acordo com a etiologia, fenomenologia, frequência e localização. Segundo a fenomenologia, ou melhor, de acordo com as circunstâncias em que se manifesta pode-se ter o tremor de repouso ou de ação [30].

O tremor de repouso manifesta-se quando a parte do corpo afetada está sem ativação voluntária e não se encontra sobre o efeito da gravidade. Costuma ter a característica de adução-abdução ou de flexão-extensão. O tremor de ação ocorre durante a contração voluntária dos músculos envolvidos. Este pode ser subdividido em tremor postural (quando se mantém voluntariamente uma posição contra a gravidade), cinético (durante o movimento voluntário de uma extremidade), tremor intencional (durante o movimento, mas especificamente na intenção de atingir um alvo); tarefa-específica (manifesta-se quase exclusivamente durante ato motor específico, como a escrita ou o manuseio de instrumento musical) e isométrico (quando o segmento afetado está contraído sem que ocorra o deslocamento desse segmento corporal) [30].

Segundo a frequência, ou melhor, segundo o número de oscilações do segmento afetado em uma unidade de tempo, temos, tremor de baixa frequência, menor que 4 ciclos por segundo ou Hertz (Hz); tremor de média frequência, entre 4 e 7 Hz; tremor de alta frequência, maior do que 7 Hz [30, 40].

8.2.3. Marcha

A DP tem como sinal e sintoma a dificuldade na execução de tarefas motoras, tais como andar, escrever e falar. Embora os pacientes acometidos pela DP consigam andar em linha reta com relativa facilidade, eles experimentam considerável dificuldade para andar em trajetória circular [41], realizar simultaneamente tarefas motoras e cognitivas [42], desviar de obstáculos ou caminhar em ambientes nos quais haja muitas pessoas [43].

O distúrbio no equilíbrio da marcha é também comum nos pacientes em estágio avançado da DP, assim como o comprometimento na habilidade em andar de forma independente e segura [11,12]. A biomecânica da marcha nos pacientes com DP é afetada pela hipocinesia, que se refere à redução da velocidade e amplitude do movimento, e é a desordem motora mais comum na DP [44].

Os distúrbios da marcha na DP podem ser divididos em dois tipos: contínuo e episódico [45]. No tipo episódico, os distúrbios na marcha ocorrem, ocasionalmente, de forma aparentemente aleatória e de maneira inexplicável, e incluem a festinação, que se inicia pela hesitação e pela paralização da marcha [15,16]. Por outro lado, o distúrbio contínuo se refere à alteração no padrão da marcha, que pode ser mais ou menos consistente de um passo a outro, e ocorrer a todo instante.

Um número considerável de estudos sobre os distúrbios contínuos na marcha da DP tem investigado tarefas, como andar em linha reta, avaliando parâmetros espaçotemporais, cinemáticos ou cinéticos da marcha, em três condições: o período OFF (sem a medicação), o período ON (com a medicação) e após neurocirurgia [44].

Quando o paciente está caminhando no período OFF, a sua marcha é marcada pela redução ou ausência do balanço dos braços, redução da rotação do tronco, inclinação para frente do tronco, redução da amplitude de movimento do quadril, joelho e tornozelo, lentidão, redução na amplitude dos passos e diminuição da altura do deslocamento do pé durante a fase de balanço (foot clearance) [46].

Os pacientes que sofrem da DP apresentam o movimento no plano transversal da pelve e do tórax rigidamente acoplados, ao contrário dos indivíduos saudáveis, que movimentam a

pelve e o tórax de forma independente [46]. Há flexão excessiva no quadril e no joelho durante o ciclo da marcha, e a excursão total de movimento das articulações dos membros inferiores é reduzida, com limitada extensão de quadril e reduzida flexão plantar do tornozelo [44].

Acerca dos parâmetros espaçotemporais, os pacientes com DP caminham mais devagar do que os indivíduos saudáveis, embora a cadência esteja dentro dos padrões normais, e a amplitude da passada é consideravelmente menor que o normal. A fase de duplo apoio da marcha é notoriamente aumentada, o que resulta em movimentos descoordenados e não apenas em passos curtos e lentos, mas também na redução da altura de deslocamento do pé, assim o risco de queda aumenta [47].

Do ponto de vista cinético, os pacientes com a DP demonstram um elevado e prolongado momento extensor do quadril na fase inicial da marcha e diminuição acentuada da geração de energia do tornozelo [48].

Um dos aspectos mais relevantes acerca desses distúrbios da marcha é a limitação dos pacientes em alcançar uma amplitude suficiente na passada, dessa forma a amplitude da passada reduzida e encurtada pode explicar muitos dos distúrbios contínuos da marcha na DP, incluindo a velocidade reduzida da marcha e o aumento do tempo de contato do pé com o solo [45].

Quando caminhando no período ON, os pacientes ainda apresentam velocidade reduzida, apesar da melhora do controlar o movimento utilizando o fármaco levodopa. Em um estudo controlado, a velocidade de caminhar foi incrementada somente em 13% quando comparada à velocidade no período OFF, permanecendo em média dois terços do valor normal [44]. Essa baixa velocidade no caminhar foi resultado da amplitude reduzida da passada, i.e., somente dois terços da velocidade normal, ao passo que a cadência permaneceu nos limites normais e não apresentou mudanças consideráveis em resposta à medicação. A velocidade de pico da caminhada e o comprimento da passada foram dopa-sensíveis enquanto que as variáveis temporais, tais como cadência, duração das fases de balanço e de apoio foram dopa-resistentes. Além disso, o controle da força é anormal em pacientes com DP. Usando uma plataforma de pressão, os pacientes com a DP apresentam força de pico consideravelmente menor no antepé e no calcanhar, e aumento de carga na parte média do pé quando comparados com os indivíduos do grupo controle [49]. Isso é consistente com o padrão da marcha arrastada e com redução do “roll-off” do pé. Por outro lado, avaliações com uma plataforma de força mostraram forças de reação verticais e mediolaterais diminuídas, com picos diminuídos do “push-off”. A geração de energia pela flexão plantar do tornozelo é reduzida e o momento de flexão do quadril é reduzido, possivelmente para compensar a reduzida geração de força ao se impulsionar no “push-off” [50].

Nesse sentido, a avaliação quantitativa da marcha dos pacientes com a DP revela mudanças, como o aumento da assimetria da marcha esquerda-direita e menor coordenação bilateral esquerda-direita [14,21]. O aumento da variabilidade do passo também é uma característica da marcha em pacientes com a DP. O aumento da variabilidade da marcha pode ser observado ao longo da evolução da patologia que tende a aumentar com o grau de severidade da doença. Ao contrário dos parâmetros espaçotemporais da marcha, que são baseados em valores médios, a variabilidade reflete o segundo momento e é independente do comprimento da passada. A variabilidade também foi encontrada como sendo um aspecto relacionado ao risco de quedas [51]. No período OFF, a variabilidade da duração da passada é significativamente maior entre os indivíduos que já tiveram episódios de queda em comparação com os indivíduos que nunca caíram. Embora a variabilidade da duração da passada melhore em resposta ao levodopa, a variabilidade da duração da passada permanece significativamente maior nos pacientes que já caíram em comparação com os que não caíram, mesmo que o tempo da passada seja semelhante nos dois grupos.

Esses resultados sugerem que a capacidade do sistema locomotor para regular as variações de passada para passada é prejudicada entre os pacientes com a DP e com histórico de quedas. Além disso, a frequência de queda e a variabilidade das passadas não estão fortemente relacionadas a outras características da DP, como tremor, rigidez ou bradicinesia. Assim, esses resultados demonstram que a levodopa tem um efeito positivo na variabilidade das passadas e sugerem que os circuitos neuronais dopaminérgicos contribuem para o controle da variabilidade da marcha [45]. No entanto, mesmo no estado ON, a capacidade de regular a variabilidade das passadas diminui em pacientes que já tiveram episódios de queda, o que sugere a possibilidade de comprometimento e dano no funcionamento do “relógio interno biológico” [45].

Os pacientes com a DP também apresentam a inicialização da marcha (IM) alterada. A IM é a tarefa funcional de executar a transição de uma postura de pé para o andar cíclico [23,24]; é uma tarefa desafiadora para o sistema de controle postural, pois envolve uma coordenação precisa entre postura, equilíbrio, geração de impulso e movimento a partir de uma condição estática e estável para a marcha continuamente instável [23,25]. A IM é controlada por um programa motor [52] e requer um controle preciso para realizar a transição de uma posição estática estável para uma marcha cíclica instável.

Em paciente com a DP, a capacidade de gerar um padrão consistente durante a IM pode ser essencial na prevenção de quedas. Os pacientes iniciam a marcha com passos significativamente mais curtos e com alta variabilidade no comprimento dos passos em comparação com os indivíduos controle [53]. Eles também apresentam maior variabilidade na duração do passo. Como a maior variabilidade nessas medidas durante a marcha é relacionada a um aumento no risco de quedas, o aumento na variabilidade da IM também pode desempenhar

um papel considerável em quedas durante a IM [53]. Além disso, os pacientes que têm controle postural diminuído, com base na escala de incapacidade de Hoehn e Yahr, produzem distâncias centro de massa-centro de pressão mais curtas do que os indivíduos do grupo controle, o que está relacionado à aceleração do centro de massa [54].

Ademais, os pacientes com a DP apresentam o deslocamento medial do centro de pressão alterado durante a IM. Isso indica que a transferência de peso entre os membros inferiores é anormal e que o deslocamento medial do centro de pressão da posição do primeiro contato do calcanhar reflete a severidade da limitação da marcha durante a IM em pacientes com a DP [55].

Como tratamento alternativo para a DP, o treinamento de resistência progressiva tem demonstrado melhorias nas alterações da IM observadas nesses pacientes, como melhora do deslocamento posterior do centro de pressão, comprimento e velocidade iniciais da passada [56]. Esses resultados sugerem que o treinamento de resistência progressiva pode ser um tratamento não farmacológico e não cirúrgico eficaz para melhorar a IM em pacientes com a DP.

8.3. Avaliação Clínica da DP

De acordo com o estudo de revisão de Rizzo et al. [57], o qual avaliou a acurácia de diagnósticos clínicos da DP obtidos entre 1986 e 2014, é imperativo um correto diagnóstico da DP para se obter tratamentos apropriados para as pessoas, assim como para a realização de estudos epidemiológicos e farmacológicos. Apesar de todos os avanços obtidos em neuroimagem e genética, o diagnóstico da DP ainda é primordialmente clínico [57].

Em geral, escalas para a avaliação de doenças neuromusculares exploram diversos componentes da experiência humana, como a condição clínica da pessoa, funções motora e mental, incapacidades, limitações relacionadas às atividades laborais e participação social, e qualidade de vida.

A escala subjetiva mais utilizada na avaliação da DP é a Escala Unificada de Classificação da DP, em tradução livre do inglês “Unified Parkinson’s Disease Rating Scale” (UPDRS) [58], a qual é composta de quatro partes: Parte I (experiências não motoras do dia-a-dia); Parte II (experiências motoras do dia-a-dia); Parte III (avaliação motora); Parte IV (complicações motoras). Sua versão original foi criada por Fahn e Elton em 1987 e atualizada pela Sociedade Internacional de Parkinson e Desordens do Movimento em 2008.

Existem várias outras escalas de classificação usadas para avaliação de problemas motores em pacientes com DP, podendo-se citar: Escala de Estágios de Incapacidade de Hoehn e Yahr; a Escala de Webster de avaliação da DP; a Escala de Sydney; a Escala de Incapacidade da Northwestern University (NUDS); os Questionários da DP (PDQ-39); Questionários de Qualidade de Vida na DP (PDQL); e a Escala de Atividade de Parkinson (PAS) [1].

8.4. Tratamento e Gerenciamento da DP

8.4.1. Fármacos (adaptado e atualizado de [59])

O tratamento da DP é eminentemente sintomático e visa manter e melhorar a independência funcional dos pacientes e reduzir o desconforto dos mesmos. Desde sua introdução, há mais de 30 anos a levodopa permanece como o padrão de referência no tratamento da doença com o qual as novas terapias são comparadas. A levodopa após penetrar a barreira hemato encefálica é convertida em dopamina pela dopa descarboxilase exercendo seus efeitos principalmente no núcleo estriado. Embora seja a principal droga no tratamento da DP, o uso prolongado e a estimulação pulsátil dopaminérgica acumulam evidências de serem os responsáveis, pelo menos em parte, para a ocorrência das complicações motoras tardias da doença.

A levodopa após ser absorvida pelo trato gastrointestinal apresenta meia vida extremamente curta na corrente sanguínea, para aumentar sua meia vida empregam-se simultaneamente ao seu uso, inibidores enzimáticos que evitam sua degradação, como o benzerazida e a carbidopa, inibidores periféricos da dopa descarboxilase.

Entre outros medicamentos que são utilizados como adjuvantes ao tratamento estão a selegilina (e mais modernamente a razagilina), que bloqueia a metabolização central da dopamina através do bloqueio da monoamina oxidadse B (MAO); anti colinérgicos como o biperideno o triexifenidil; inibidores da catecol orto metil transferase (COMT) como o entacapone e o tolcapone (mais modernamente o opicapone); medicamentos que aumentam a síntese e a liberação de dopamina na fenda sináptica como a amantadina; além de antidepressivos tricíclicos, mio relaxantes e analgésicos.

Mais modernamente, têm sido utilizados os agonistas dopaminérgicos em especial os novos agonistas como a cabergolina, o ropinirol e o pramipexol (sendo lançado também pela indústria farmacêutica a rotigotina, medicamento passível de uso por via transdérmica), que são drogas que estimulam diretamente os receptores dopaminérgicos simulando os efeitos da dopamina.

8.4.2. Cirurgias

Antes da introdução da estereotaxia, a cirurgia na DP consistia em ressecção do córtex motor ou pré motor, como proposto por Bucy e Buchanan em 1932. Porém foi com Russel Meyers, na Universidade de Iowa, que as observações cirúrgicas que levaram a definição dos alvos foram realizadas, que mais tarde se tornariam alvos em cirurgia estereotática. Assim, em 1939, ele relata um caso de um paciente com DP que tem os seus sintomas melhorados após ressecção da cabeça do núcleo caudado [60-62].

Como na época não havia medicação efetiva para o tratamento da DP, cirurgia, muitas vezes aventureira, era indicada. No entanto, como o próprio Meyers relatou, a mortalidade atingia 15,7%. Em contraste, uma década após a cirurgia estereotática ser introduzida, Spigel e Wycis, relataram mortalidade de 2%. Após isso, Riechert e Mundinger relatam mortalidade de menos de 1%, taxa que prevalece até os dias atuais [63-65].

Em 1952, Hassler e Riechert publicaram um relato de caso, no qual uma talamotomia ventrolateral foi realizada para o tratamento de DP, com sucesso. Isso encorajou Spigel e Wycis a lesar as fibras da ansa lenticulares quando elas saem do palidum, naquilo que convencionalmente chamam pálido-ansotomia. Ao mesmo tempo, Narabayash e Okuma fizeram lesão no pálido com injeção de procaína oleosa. Durante os 15 anos que se seguiram, diversos alvos foram identificados para uma variedade de distúrbios do movimento [63, 66, 67].

Assim, a indicação mais comum para cirurgia estereotática, antes da era da levodopa, era a DP. Dessa forma, os pacientes eram referidos para cirurgia em fase mais precoce do que hoje, embora com mais sintomas devido à ausência de tratamento farmacológico na ocasião. Todavia, o sintoma bradicinesia, geralmente tardio, dificilmente era visto e o sintoma mais frequentemente encontrado era o tremor [66].

No início da década de 50, Irving Cooper, durante uma pedunculotomia, inadvertidamente clipou a artéria coroidal anterior e o paciente obteve melhora dos sintomas, permanecendo sem déficits, o que levou o mesmo autor a defender a clipagem da artéria coroidal anterior como tratamento da DP. Contudo, os resultados e complicações foram muito variáveis [68].

Em 1954, Hassler e Riechert definiram os seus alvos talâmicos mais precisamente, com o Voa recomendado para rigidez e Vop recomendado para tremor. Isso tornou-se possível a partir do momento em que Hassler subdividiu o tálamo em subnúcleos, permitindo que os resultados de lesão fossem mais precisamente localizados nos alvos, com melhor correlação com resultados clínicos [65, 69].

Em 1959, Levy publicou um estudo interessante, no qual ele comparou as diferenças de alvos do pálido em vários grupos ao mesmo tempo. Esse estudo considerou não somente as coordenadas do alvo, mas também o ângulo de trajetória em relação à linha entre o foramen de Monro e a comissura posterior [66].

No final da década de 50, a maioria dos cirurgiões estereotáticos seguiram os conceitos de Hassler e Riechert em relação ao alvo tálamo, já que na época, o principal sintoma da DP era tremor (o sintoma precoce da doença). Desta forma, um ótimo alvo aceito para o tremor era o Vim, com o pálido sendo abandonado. Ao mesmo tempo, Spigel e Wycs mudaram o seu alvo para tratamento da DP para o campo de Forel, procedimento denominado campotomia [65, 70].

Em 1961 o microregistro do encéfalo humano foi desenvolvido por Alber-Fessard, sendo adotado como ferramenta essencial, com vários autores utilizando o microregistro para confirmar o alvo no núcleo Vim. Foi estimado que, em 1965, aproximadamente 25.000 procedimentos estereotáticos foram realizados com o intuito de tratar DP. Porém, em 1968 isso mudou drasticamente, uma vez que, com a introdução da levodopa, tais procedimentos caíram em esquecimento e desuso [66, 71, 72].

Foi quando, somente em 1992, Laitinen ressurgiu com a ideia de cirurgia estereotática para tratamento de DP sob a forma de palidotomia. Baseado nos efeitos adversos do uso crônico da levodopa, tais como discinesia e flutuações motoras, a palidotomia tem novamente seu uso amplamente difundido e com resultados relevantes [73].

Ainda, em 1992, com os trabalhos de Benabid, criou-se o conceito e popularizou-se a utilização de estimulador cerebral profundo (DBS) subtalâmico como tratamento das complicações motoras da DP. Desta forma, o uso de DBS tornou-se cada vez mais popularizado, especificamente nas duas últimas décadas na Europa e, desde 2002 nos Estados Unidos, quando o seu uso foi aprovado. Desde então, diversos trabalhos provaram a eficácia de tal procedimento para o tratamento sintomático da DP [74-77].

8.4.2.1. Critérios e indicações do tratamento cirúrgico

Nem todos os pacientes com diagnóstico de distúrbios do movimento têm indicação de serem submetidos à técnica lesional (e.g., palidotomia) ou de estimulação (DBS). Existem alguns critérios e indicações que devem ser seguidos, objetivando minimizar procedimentos desnecessários e sem benefícios para os pacientes.

Desta forma, alguns conceitos devem ser levados em consideração. Em primeiro lugar, o procedimento cirúrgico, seja ele palidotomia ou DBS, visa melhorar a qualidade de vida dos pacientes e não levam à cura da doença, como há muito já sabido. Desta forma, em termos gerais, o tratamento cirúrgico da DP diminui a intensidade dos períodos OFF e, ao mesmo tempo, aumenta o período pelo qual o paciente fica em estado ON. Além disso, suprime os tremores, bem como as discinesias, contribuindo, desta forma, para uma melhor qualidade de vida do paciente [77, 78].

Como fator essencial na correta indicação do tratamento cirúrgico, deve-se destacar a importância da responsividade à levodopa. Salvo àqueles casos nos quais o tremor é o único ou preponderante sinal, a indicação do tratamento cirúrgico deve passar pela boa resposta prévia, dos sintomas motores à levodopa. Aqueles pacientes que não respondem ao tratamento com levodopa, não obterão melhora dos seus sintomas com o tratamento cirúrgico. Em outras palavras, resposta satisfatória à levodopa é bom preditor de sucesso do procedimento cirúrgico [77-79].

Objetivando-se testar a responsividade do paciente à levodopa, utiliza-se o teste da levodopa, que consiste na suspensão da última dose noturna da mesma e no dia seguinte (em fase OFF), avalia-se a parte III da escala de UPDRS. Em seguida, administra-se 200 mg de levodopa ou 150% do valor correspondente à dose da primeira dose da manhã. Uma melhoria de mais de 25% na parte motora do UPDRS, após a administração da levodopa, é considerada teste positivo à levodopa, podendo-se, portanto, considerar o tratamento cirúrgico [78].

De uma forma geral, são candidatos à cirurgia pacientes com flutuações motoras durante o tratamento, tais como fenômeno de wearing off, efeito “ON-OFF” e doses isoladas nas quais não se observa efeito, discinesias levodopa-dependentes e tremor refratário [77].

Como regra, o principal benefício do tratamento cirúrgico diz respeito a sintomas motores da DP. Logo, as discinesias, tremor, rigidez e bradicinesia são os sintomas que têm maior melhora. Não menos importante, o tremor também apresenta melhora significativa após o procedimento cirúrgico. A sua presença, mesmo que isolada, é considerada um bom critério de indicação cirúrgica. Além disso, a presença de distonia da fase OFF também apresenta melhora com o tratamento cirúrgico [78, 79].

No entanto, sinais axiais, tais como desequilíbrio, “freezing” (exceto “freezing” de período OFF), instabilidade postural e marcha costumam ter pouco benefício com o tratamento cirúrgico [78, 79].

Portanto, em que pese a escolha pela utilização do método de tratamento cirúrgico, optar-se-á pelo implante de DBS, por se tratar de um método reversível e, portanto, mais susceptível de mudanças em suas configurações quando quer que seja necessário.

Por outro lado, proceder-se-á à palidotomia quando da preponderância de sintomas unilaterais, quando da presença de doenças sistêmicas que aumentem o risco de infecção ou quando da indisponibilidade, pelo paciente, do retorno às consultas médicas periódicas para o ajuste do DBS. Além disso, a indisponibilidade do DBS, por questões de custo, é também um fator decisivo na escolha pela palidotomia, procedimento já demonstrado previamente, ser de baixo custo e efetivo. Ainda, a realização da palidotomia não contraindica a realização de DBS a posteriori [80].

Em termos de morbidade relacionada aos procedimentos, sabe-se que ela é baixa, porém digna de nota. Em uma série de 100 casos submetidos à DBS de subtalâmico, Goodman et al. relataram 7 % de infecção, 1% de infarto cerebral, 1% de hemorragia intracraniana e 1% de hematoma subdural. No entanto, nenhum óbito na casuística desse grupo ocorreu, nem tão pouco nenhum déficit neurológico definitivo relacionado ao procedimento foi relatado. Na mesma série, tais autores relataram uma mortalidade relacionada ao procedimento de 0,3% [81].

Em uma série de 512 pacientes submetidos à DBS bilateral de diversos núcleos, Benabid et al relataram infecção, na maior parte superficial, em 4,4% dos casos. Hematomas ocorreram em 8,4% dos casos, onde a maioria ocorreu no ponto de entrada ou superficial e raramente no alvo. Desses, 95,2% dos casos foram hematomas assintomáticos ou transitória-mente sintomáticos, com somente 6,8 dos casos sendo de sintomas permanentes [66].

Ainda segundo Benabid et al., os diferentes núcleos apresentam diferentes taxas de complicações relacionadas. Por exemplo, o núcleo subtalâmico apresentou 22,2% de efeitos adversos, comparado com 8,6% e 7,9% nos núcleos VIM e Gpi, respectivamente [76].

Em um estudo randomizado para tratamento cirúrgico da DP através de DBS de subtalâmico realizado por Deuschl et al., os autores encontraram maior número de eventos adversos sérios no grupo neuroestimulação (12,8%) do que no grupo tratamento clínico isolado (3,8%). No entanto, a incidência de eventos adversos gerais for maior no grupo tratamento clínico isolado (64% x 50%, com $P=0,08$) [76].

Em relação aos procedimentos lesionais, i.e., palidotomia unilateral, os trabalhos mostram mortalidade de 1,2% e morbidade de 13,8% [82].

Muito se comenta a respeito dos efeitos cognitivos do DBS na DP. No entanto, não há evidências de que o DBS provoque piora cognitiva global em pacientes com déficit cognitivo leve prévio, exceto pela piora da fluência verbal. No entanto, tal piora não representa geralmente um decremento na execução das atividades do dia a dia [83].

A relação de depressão e DBS deve ser sempre acompanhada, uma vez que até 25% dos pacientes podem piorar o humor após o procedimento, com aumento da incidência de ideação e suicídio pós implante de DBS [84].

Embora discutível, a idade deve ser um fator importante na tomada de decisão e indicação de tratamento cirúrgico. Como em outros tratamentos cirúrgicos, tanto para palidotomia, quanto para DBS, esse fator deve ser avaliado individualmente, levando-se em consideração principalmente, as comorbidades do paciente. Muitos estudos adotam como idade de corte 75 anos. Sabe-se que, pacientes mais jovens e com menos tempo de doença têm uma melhor resposta ao tratamento cirúrgico [85].

Além do fator idade e presença de comorbidades, a avaliação pré-operatória também deve consistir no estudo neuropsicológico e na avaliação psiquiátrica. Pacientes com alteração cognitiva grave têm maior probabilidade de desenvolverem demência no pós-operatório. Qualquer que seja o quadro psiquiátrico, deve estar controlado antes do procedimento. Depressão grave no momento da cirurgia exclui o procedimento, sob o risco de piora no pós-operatório. Da mesma forma, a presença de psicose na DP é considerada fator de risco para demência pós procedimento, com quadro não controlado contraindicando o procedimento. Contudo, psicose associada à medicação, com cognição inalterada, não apresenta contraindicação ao procedimento [85, 86].

Ainda, pacientes com parkinsonismo plus devem ser excluídos, bem como aqueles que apresentam preponderância de sintomas axiais, tais como freezing, instabilidade postural e marcha. Devido à indolência no aparecimento dos sinais e sintomas da DP, muitas das vezes apresentando-se como dúvida diagnóstica, convencionou-se indicar cirurgia somente se o tempo de doença for maior do que 5 anos, período pelo qual admite-se um diagnóstico da DP com maior clareza. Contudo, a presença de tremor refratário ao tratamento, medicamento e desabilitante deve ser incluído como exceção ao critério de exclusão previamente relatado [78].

Embora controverso, alterações pré-operatórias nos exames de imagem, tais como lesões estruturais, leucoaraiose e atrofia cerebral podem representar contraindicações ao procedimento cirúrgico, devido à possibilidade de se tratar de outra doença, que não a DP, como a responsável pela sintomatologia [87].

8.4.3. Terapia por reabilitação

Em associação ao tratamento médico são aconselhados aos indivíduos acometidos com a DP os cuidados fisioterapêuticos [88, 89]. A fisioterapia é empregada como tratamento paralelo aos medicamentos e/ou a cirurgia utilizada na DP [90]. Na terapia por reabilitação, o exercício terapêutico é um elemento fundamental na maioria das intervenções com os profissionais de fisioterapia, sendo coadjuvante com outros métodos, por exemplo a Estimulação Elétrica Funcional (FES - do inglês, Functional Electrical Stimulation), e o uso de órteses ativas para assistir o indivíduo [91], com a finalidade de aprimorar a função e reduzir uma incapacidade [92]. A reabilitação compreende diversas atividades e o tipo de atividade vai depender da incapacidade de cada indivíduo: (i) exercícios motores, (ii) treinamento de marcha, (iii) treinamento das atividades diárias, (iv) terapia de relaxamento e (v) exercícios respiratórios, além, de (vi) orientar e educar o paciente e a família sobre os benefícios da terapia por exercícios [88, 93]. Essas atividades contribuem para melhorar as alterações musculoesqueléticas secundárias a DP, tais como fraqueza muscular, diminuição da amplitude de movimento, redução da capacidade aeróbica [94], e a restrição de movimento em atividades específicas, tais como (i) levantar, (ii) andar, (iii) sentar, (iv) pegar objetos, preensão, e outras atividades manuais, para melhorar a destreza [91, 94], (v) postura, (vi) equilíbrio e (vii) marcha [95].

Um trabalho desenvolvido por Piemonte (1998) mostrou que as técnicas fisioterápicas tradicionais traziam benefícios discretos para os pacientes com DP, e então propôs um treinamento denominado “treinamento com apoio de sequência memorizada”, sendo utilizadas pistas visuais posteriormente memorizadas pelo paciente em treinamento. Este traz benefícios ao tratamento motor, minimizando a manifestação da bradicinesia, pois facilitam a iniciação e realização de movimentos sequenciais. Trabalhando a diminuição deste sintoma, melhora-se a motricidade voluntária. Visto que a redução da motricidade agrava a manifestação do tremor, da rigidez e da instabilidade postural, este trabalho melhora todos os sintomas descritos, melhorando o quadro motor geral [96].

Os exercícios também ajudam a reduzir: (i) bradicinesia, (ii) quedas, (iii) acinesia, (iv) rigidez, (v) congelamento, com o objetivo final de melhorar a qualidade de vida [95, 97]. Vários têm sido os estudos com distintos exercícios para confirmar a eficácia da fisioterapia como coadjuvante ao tratamento da DP [93, 98]. Nesse contexto a terapia por reabilitação pode se associar a dispositivos biomédicos, com o intuito de apoiar os profissionais da saúde, na caracterização do tremor humano e direcioná-los para um melhor tratamento e assim melhor qualidade de vida em indivíduos com tal disfunção.

Alguns autores relatam que o trabalho de reabilitação com uma carga adaptada em alguma parte do corpo influencia o tremor [8]. Devido ao efeito do próprio peso do membro, quando o peso do segmento do membro aumenta, a frequência de oscilação ressonante diminui, porém, quando a rigidez desse segmento aumenta a frequência também aumenta.

8.5. Avaliação Objetiva de Sinais Cardinais da DP

Para a quantificação dos sinais cardinais da DP, diversos sensores e algoritmos têm sido propostos a fim de tornar a avaliação da doença mais objetiva. Essa necessidade surge do fato de que a DP ainda não possui um mecanismo objetivo formalizado e padronizado para o seu diagnóstico, acompanhamento e tratamento. Diferentemente de outras patologias que podem, por exemplo, ser diagnosticadas e acompanhadas por um exame de sangue.

Devido ao fato de a DP ser uma doença neurodegenerativa, o seu diagnóstico, em grande parte dos casos, é feito somente quando a doença já avançou de forma a se manifestar fisicamente, por meio das desordens motoras. Dessa forma, os estudos científicos são conduzidos para avançar a fronteira do conhecimento tendo como um dos focos dessas pesquisas o diagnóstico (precoce) da doença.

A DP é caracterizada pela degeneração dos neurônios dopaminérgicos, especialmente da região dos núcleos da base. Nesse sentido, parte das pesquisas se destina a detectar e quantificar, de forma precoce, a degeneração (morte) desses neurônios por meio de neuroimagem, por exemplo. Contudo, essa é uma tarefa complexa e que ainda não foi atingida por completo [1,2].

Ademais, estudos demonstram que pacientes diagnosticados previamente têm a progressão da doença reduzida e o retardo de episódios de queda [99], fatores os quais proporcionam maior longevidade ao paciente.

Outra forma de diagnóstico também investigada é a detecção e quantificação dos sinais motores apresentados pelo indivíduo acometido pela DP. Esses sinais motores (também chamados de sinais cardinais) são bem característicos. Em razão disso, muitos estudos desenvolvem e avaliam técnicas e sensores com o intuito de aprimorar a detecção, o acompanhamento e o entendimento dessas manifestações físicas da doença.

Formas objetivas para mensurar os sinais da DP são amplamente discutidas e pesquisadas [100]. Trabalhos como os apresentados em [2,4,5] sintetizam o que tem sido pesquisado e indicam as perspectivas e as necessidades as quais envolvem tecnologias para a DP. Muitas das abordagens utilizam sensores inerciais, tais como o acelerômetro, o giroscópio e o magnetômetro.

A Figura 8.1 elenca e categoriza alguns dos sensores e das técnicas comumente utilizadas para a quantificação dos sinais da DP.

A escolha de qual sensor utilizar deve ser pautada em suas características, tais como: resolução, sensibilidade à gravidade, relação sinal ruído, largura de banda, tamanho e peso. Historicamente e por questões práticas (tamanho, preço e facilidade no uso), o acelerômetro tende a ser mais utilizado [101]; especialmente após os avanços no desenvolvimento da tecnologia microeletromecânica (MEMS – tecnologia baseada na integração de elementos mecânicos, sensores, atuadores e eletrônica em um único chip).

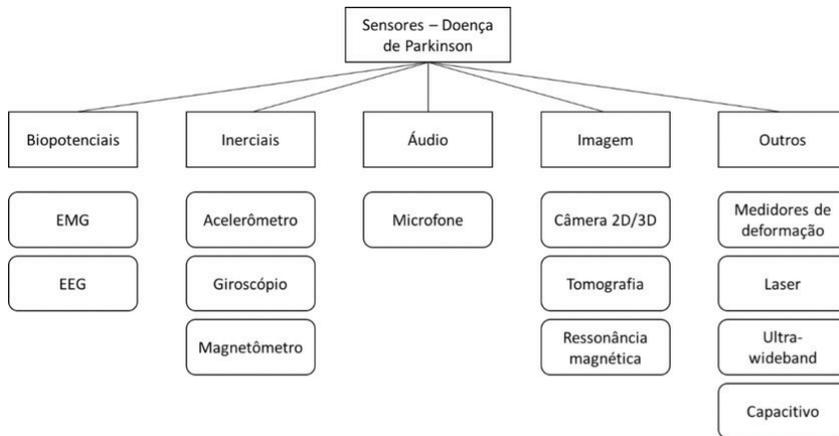


Figura 8.1: Relação de sensores normalmente utilizados na detecção e quantificação dos sinais e sintomas da DP.

Acerca das limitações no acompanhamento da progressão da DP quando são usadas ferramentas objetivas, duas delas podem ser ressaltadas. A primeira limitação reside na ausência de uma forma confiável e objetiva (“padrão ouro”) que possa, com exatidão, revelar as condições e suas alterações durante o curso da doença [100].

Outra importante limitação dos métodos objetivos é a carência de medidas representativas, como a maioria das medidas multidimensionais, que são apresentadas sob a forma de

parâmetros físicos separados [100]. Por exemplo, a análise da marcha que pode ser expressa em parâmetros separados, como a cadência, o comprimento da passada e o ciclo da marcha ao invés de todos esses parâmetros serem integrados em um índice de fácil entendimento.

Essas limitações indicam que o desenvolvimento de uma métrica a qual integre diversos parâmetros e seja compreensível é importante. Ademais, deve-se notar que as ferramentas objetivas para mensurar os sinais da DP nem sempre são superiores quando comparadas às tradicionais escalas de severidade. Alguns trabalhos [7,8] comparam o valor mínimo de tremor detectado entre sensores e as escalas de severidade.

Apesar dos avanços realizados na avaliação dos aspectos motores da DP, poucos estudos são conduzidos com o foco no monitoramento dos aspectos não motores da doença (depressão, ansiedade, fadiga, distúrbios no sono) [8]. Dessa forma, pesquisas envolvendo a análise computadorizada das funções cognitivas, da variabilidade cardíaca, da pressão sanguínea e do sono devem contribuir e são necessárias para o desenvolvimento de sistemas mais completos.

Por fim, o quesito usabilidade tanto no software quanto no hardware muitas vezes deixa a desejar quando se trata de sistemas que deverão ser manipulados pelo paciente ou pelo cuidador. Atualmente, o uso de sistemas vestíveis (sensores que podem ser utilizados como um acessório no dia a dia) e de tecnologia móvel pelos pacientes e cuidadores é modesto; conforme apresentado pelos estudos [9,10] 32% dos usuários param de usar sistemas vestíveis após 6 meses, e 50% após pouco mais de um ano. Nesse sentido, pesquisas são necessárias para determinar quais características os sistemas vestíveis, a serem utilizados para monitoramento dos sintomas da DP a longo-prazo, devem possuir e quais dessas características são desejáveis pelos pacientes.

A Tabela 8.1 apresenta os principais tipos de sensores utilizados para quantificar os sinais motores da DP, bem como uma relação de alguns estudos que têm empregado esses sensores.

Tabela 8.1: Informações sobre alguns dos sensores comumente utilizados para quantificar os sinais motores da DP.

Categoria	Sensor	Necessita de contato com o membro?	Funcionamento básico	Unidade de medição	Exemplo de uso
Inercial	Acelerômetro	Sim	Mensura a aceleração se baseando na segunda lei de Newton.	g (ou m/s^2)	[102, 103]
Inercial	Giroscópio	Sim	Mensura a velocidade angular se baseando na força de Coriolis.	$^\circ/s$	[102, 103]
Inercial	Magnetômetro	Sim	Mensura a alteração na rotação de um corpo em relação ao campo magnético da terra.	Gauss	[102, 104]
Biopotencial	Electromiográfico	Sim	Mensura a atividade elétrica das membranas excitáveis das células musculares.	mV	[105, 106]
Imagem	Câmera 3D (ou sensor de profundidade)	Não	Luz estruturada, Time of Flight e Visão estereó.	Coordenadas x, y e z	[107-109]
Outros	Potencial elétrico (capacitivo)	Não	Detecta a perturbação em um campo elétrico.	V	[106, 110]

8.6. Conclusão

Esperamos que as informações apresentadas nesse capítulo sejam úteis para aqueles que buscam informações atualizadas sobre a DP. O conteúdo apresentado é resultado de uma revisão da literatura e da experiência dos autores que atuam em pesquisas, na reabilitação e no tratamento da DP.

As informações disponibilizadas, pelo seu caráter abrangente e atual, podem ser utilizadas em diversos contextos: no desenvolvimento de tecnologias assistivas mais adequadas, no aprimoramento e estabelecimento de protocolos de reabilitação, no tratamento e gerenciamento da DP.

Sobre a DP a conclusão é que ainda precisamos de avanços de modo a possibilitar o diagnóstico da doença em estágio inicial. Ainda há muito diagnóstico errado acontecendo e o

número de casos da doença não para de aumentar. Esforços em pesquisas devem ser direcionados para que novas tecnologias sejam desenvolvidas em favor daqueles que têm a doença, com foco no diagnóstico, gerenciamento e tratamento.

Enquanto um tratamento plenamente eficaz não surge para a DP, ressalta-se o grande papel da união de profissionais de áreas como a de fisioterapia, fonoaudiologia, biomecânica, engenharia biomédica, neurocirurgia e neurologia. Em cada uma dessas áreas temos visto avanços com propósito comum de promover uma melhor qualidade de vida para o paciente com DP:

- A fisioterapia nos traz inovações em protocolos de avaliação e restabelecimento de funções motoras que podem ser utilizados como uma alternativa aos fármacos;
- A fonoaudiologia nos apresenta avaliações focadas no equilíbrio, fala e deglutição;
- A biomecânica apresenta novas formas de se avaliar os movimentos e de correlacioná-los com a evolução da DP;
- A engenharia biomédica apresenta o desenvolvimento de dispositivos, como órteses ativas, luvas instrumentas, e outros de modo que seja possível mensurarmos de forma mais objetiva os sinais cardinais da DP;
- A neurologia e neurocirurgia buscam pela aplicação de novos métodos de tratamento e gerenciamento da doença.

8.7. Agradecimentos

Os autores agradecem às agências de fomento nacionais (FAPEMIG, CAPES, CNPq, FAPEG) que não têm medido esforços para proverem o apoio financeiro às pesquisas realizadas no âmbito da Universidade Federal de Uberlândia, Universidade Federal de Goiás e da Universidade Federal Fluminense.

O Prof. Adriano O. Andrade agradece ainda a colaboração de todos os colegas (co-autores) que auxiliaram na redação desse documento, que só foi possível pela participação de profissionais das diversas áreas do conhecimento: fisioterapia, neurocirurgia, neurologia, engenharia biomédica, biomecânica, fonoaudiologia, educação física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. Goulart and L. X. Pereira, “Uso de escalas para avaliação da doença de Parkinson em fisioterapia,” 2005, vol. 11, p. 8, 2005-04-30 2005.
- [2] G. Christofolletti and E. Al., “Efeito de uma intervenção cognitivomotora sobre os sintomas depressivos de pacientes com doença de Parkinson,” *jornal Brasileiro de Psiquiatria*, vol. 61, pp. 78-83, 2012.
- [3] B. Rossi, G. Siciliano, M. C. Carboncini, M. L. Manca, R. Massetani, P. Viacava, et al., “Muscle modifications in Parkinson’s disease: Myoelectric manifestations,” *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology - Electromyography and Motor Control*, vol. 101, pp. 211-218, 1996.
- [4] C. R. d. Sant, S. G. d. Oliveir, E. L. d. Rosa, J. Sandri, M. Durante, and S. R. Posser, et al., “Abordagem fisioterapêutica na doença de Parkinson,” *Rev Bras Cien Envelh Hum*, vol. 5, pp. 80-9, 2008.
- [5] T. O. MORE and E. Al., “Qualitative Assessment of Levodopa-Induced Dyskinesia Using Automated Motion Sensing Technology,” in *34th Annual International Conference of the IEEE EMBS*, San Diego, California USA, ed, 2012.
- [6] D. J. Gelb, E. Oliver, and S. Gilman, “Diagnostic criteria for Parkinson disease,” *Archives of Neurology*, vol. 56, pp. 33-39, 1999.
- [7] J. M. Dickson and R. A. Grünewald, “Somatic symptom progression in idiopathic Parkinson’s disease,” *Parkinsonism and Related Disorders*, vol. 10, pp. 487-492, 2004.
- [8] M. Hallett, “Overview of Human Tremor Physiology,” *movement Disorders*, vol. 13, pp. 43-48, 1998.
- [9] B. Rossi, G. Siciliano, M. C. Carboncini, M. L. Manca, R. Massetani, P. Viacava, et al., “Muscle modifications in Parkinson’s disease: Myoelectric manifestations,” *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology - Electromyography and Motor Control*, vol. 101, pp. 211-218, 1996.
- [10] A. Galvan, A. Devergnas, and T. Wichmann, “Alterations in neuronal activity in basal ganglia-thalamocortical circuits in the parkinsonian state,” *Frontiers in Neuroanatomy*, vol. 9, 2015.
- [11] M. M. S.; H. A. G. Teive, and E. Al., “Doença de Parkinson,” pp. 80-90, 2003.

- [12] M. E. Morris and R. Ianssek, "Characteristics of motor disturbance in Parkinson's disease and strategies for movement rehabilitation," *Human Movement Science*, vol. 15, pp. 649-669, 1996.
- [13] R. R. Dmochowski, "Female voiding dysfunction and movement disorders," *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction*, vol. 10, pp. 144-151, 1999.
- [14] A. M. Miranda, C. M. G. Duarte, and R. C. O. Ângelo, "Doença de Parkinson - uma visão multidisciplinar," in *Fisioterapia na doença de Parkinson*, Pulso, Ed., ed. São Paulo, 2006, pp. 99-113.
- [15] B. S. Zeigelboim, K. F. Klagenberg, M. B. Muñoz, L. P. Gorski, H. A. G. Teive, and R. S. Santos, "Avaliação do processamento auditivo central em pacientes com doença de Parkinson," *Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia (Impresso)*, vol. 15, pp. 189-194, 2011.
- [16] V. A. RUBERT, D. C. REIS, and A. C. ESTEVES, "Doença de Parkinson e Exercício Físico," *Revista Neurociência*, vol. 15, pp. 141-146, 2007.
- [17] P. H. G. MANSUR, L. K. P. CURY, A. O. ANDRADE, P. A.A, M. G. A., A. B. SOARES, et al., "A Review on Techniques for Tremor Recording and Quantification," *Critical Reviews in Biomedical Engineering, Recording and Quantification*, vol. 35, pp. 343-62, 2007.
- [18] C. G. Goetz, B. C. Tilley, S. R. Shaftman, G. T. Stebbins, S. Fahn, P. Martinez-martin, et al., "Movement Disorder Society-Sponsored Revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): Scale Presentation and Clinimetric Testing Results," *Movement Disorder Society EXPEDITED*, pp. 2129-2170, 2008.
- [19] G. Christofoletti, E. R. Cândido, L. Olmedo, S. R. B. Miziara, and F. Beinotti, "Efeito de uma intervenção cognitivomotora sobre os sintomas depressivos de pacientes com doença de Parkinson," *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*, vol. 61, pp. 78-83, 2012.
- [20] J. Massano, "[Parkinson's disease: a clinical update]," *Acta Med Port*, vol. 24 Suppl 4, pp. 827-34, Dec 2011.
- [21] D. Alves and F. Santos, "O Impacto Da Doença De Parkinson Na Qualidade De Vida De Dois Grupos De Doentes," *Revista da Faculdade de Ciências da Saúde*, vol. 7, pp. 440-451, 2010.
- [22] A. Berardelli, J. C. Rothwell, P. D. Thompson, and M. Hallett, "Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease," *Brain*, vol. 124, pp. 2131-2146, 2001.
- [23] J. Jankovic, "Pathophysiology And Clinical Assessment Of Parkinsonian Symptoms And Signs," in *Handbook of Parkinson's Disease*, ed, 2003, pp. 71-107.

- [24] W. Birkmayer and O. Hornykiewicz, "The effect of 1 - 3 , 4-dihydroxyphenylalanine (= DOPA) on akinesia in parkinsonism," *Parkinsonism & Related Disorders*, vol. 4, pp. 59-60, 1998.
- [25] G. DngguoZhan and U. XiangyangZh, "Coupling of Central and Peripheral Mechanism of Tremor," in *Proceedings of the 4th International SaD1.25 IEEE EMBS Conference on Neural Engineering*, ed. Antalya, 2009, pp. 649-52.
- [26] G. DEUSCHL, J. RAETHJEN, M. LINDEMANN, and P. KRACK, "The pathophysiology of tremor," *Muscle Nerve*, vol. 24, pp. 716-735, 2001.
- [27] A. F. Andrade, W. S. Paiva, R. L. Amorim, E. G. Figueiredo, E. Rusafa Neto, and M. J. Teixeira, "The pathophysiological mechanisms following traumatic brain injury]," *Revista da Associacao Medica Brasileira*, vol. 55, pp. 75-81, Jan-Feb 2009.
- [28] W. C. Koller, "Diagnosis and treatment of tremors," *Neurologic clinics*, vol. 2, pp. 499-514, 1984.
- [29] J. P. DE MATTOS, "Differential diagnosis of tremors. Diagnóstico diferencial dos tremores," *Arquivo de Neuropsiquiatria*, vol. 56, pp. 320-323, 1998.
- [30] S. Smaga, "Tremor," *American Family Physician*, vol. 68, pp. 1545-1553, 2003.
- [31] V. BORGES and H. B. FERRAZ, "Tremores," *Revista Neurociência*, vol. 14, pp. 43-47, 2006.
- [32] F. ALBERT, G. DIEMAYR, T. L. MCISAAC, and M. G. ANDREW, "Coordination of grasping and walking in Parkinson's disease," *Exp Brain Res*, vol. 202, pp. 709-721, 2010.
- [33] R. BHIDAYASIRI, "Differential diagnosis of common tremor syndromes," *Postgraduate Medical Journal*, vol. 81, pp. 756-62, 2005.
- [34] M. M. Sturman, D. E. Vaillancourt, and D. M. Corcos, "Effects of aging on the regularity of physiological tremor," *Journal of Neurophysiology*, vol. 93, pp. 3064-3074, 2005.
- [35] J. Marshall, "The effect of ageing upon physiological tremor," *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, vol. 24, pp. 14-17, 1961.
- [36] C. D. Marsden, J. C. Meadows, G. W. Lange, and R. S. Watson, "The role of the ballistocardiac impulse in the genesis of physiological tremor," *Brain*, vol. 92, pp. 647-662, 1969.
- [37] R. R. YOUNG and K. E. HAGBARTH, "Physiological tremor enhanced by manouvers affecting the segmental stretch reflex," *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, vol. 43, pp. 248-56, 1980.

- [38] M. Almeida, G. Cavalheiro, A. Pereira, and A. Andrade, "Investigation of Age-Related Changes in Physiological Kinetic Tremor," *Annals of Biomedical Engineering*, vol. 38, pp. 3423-3439, 2010/11/01 2010.
- [39] K. T. Wyne, "A comprehensive review of tremor," *JAAPA*, vol. 18, pp. 43-50, 2005.
- [40] J. P. De Mattos, "Differential diagnosis of tremors," *Diagnóstico diferencial dos tremores*, vol. 56, pp. 320-323, 1998.
- [41] J. M. Bond and M. Morn's, "Goal-directed secondary motor tasks: Their effects on gait in subjects with Parkinson disease," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 81, pp. 110-116, 2000.
- [42] C. R., O. B.S., S. G., K. J.A., N. J.G., R. Camicioli, et al., "Verbal fluency task affects gait in Parkinson's disease with motor freezing," *Journal of geriatric psychiatry and neurology*, vol. 11, pp. 181-185, 1998.
- [43] M. E. Morris, R. Ianse, T. a. Matyas, and J. J. Summers, "Stride length regulation in Parkinson ' s disease Normalization strategies and underlying mechanisms," *Brain*, vol. 119, pp. 551-568, 1996.
- [44] M. E. Morris, F. Huxham, J. McGinley, K. Dodd, and R. Ianse, "The biomechanics and motor control of gait in Parkinson disease," in *Clinical Biomechanics* vol. 16, ed, 2001, pp. 459-470.
- [45] J. M. Hausdorff, "Gait dynamics in Parkinson's disease: Common and distinct behavior among stride length, gait variability, and fractal-like scaling," *Chaos*, vol. 19, 2009.
- [46] M. P. Murray, S. B. Sepic, G. M. Gardner, and W. J. Downs, "Walking patterns of men with parkinsonism.," *American journal of physical medicine*, vol. 57, pp. 278-94, 1978.
- [47] M. E. Morris, T. a. Matyas, R. Ianse, and J. J. Summers, "Temporal stability of gait in Parkinson's disease.," *Physical therapy*, vol. 76, pp. 763-777; discussion 778-780, 1996.
- [48] M. E. Morris, F. Huxham, J. McGinley, K. Dodd, and R. Ianse, "The biomechanics and motor control of gait in Parkinson disease.," *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, vol. 16, pp. 459-70, 2001.
- [49] a. Nieuwboer, W. De Weerdt, R. Dom, L. Peeraer, E. Lesaffre, F. Hilde, et al., "Plantar force distribution in Parkinsonian gait: a comparison between patients and age-matched control subjects.," *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*, vol. 31, pp. 185-92, 1999.
- [50] S. H. Koozekanani, M. T. Balmaseda, M. T. Fatehi, and E. D. Lowney, "Ground reaction forces during ambulation in parkinsonism: Pilot study," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 68, pp. 28-30, 1987.

- [51] J. D. Schaafsma, N. Giladi, Y. Balash, A. L. Bartels, T. Gurevich, and J. M. Hausdorff, "Gait dynamics in Parkinson's disease: Relationship to Parkinsonian features, falls and response to levodopa," *Journal of the Neurological Sciences*, vol. 212, pp. 47-53, 2003.
- [52] P. Crenna and C. Frigo, "A motor programme for the initiation of forward-oriented movements in humans.," *The Journal of physiology*, vol. 437, pp. 635-653, 1991.
- [53] R. T. Roemmich, J. R. Nocera, S. Vallabhajosula, S. Amano, K. M. Naugle, E. L. Stegemöller, et al., "Spatiotemporal variability during gait initiation in Parkinson's disease," *Gait and Posture*, vol. 36, pp. 340-343, 2012.
- [54] C. J. Hass, D. E. Waddell, R. P. Fleming, J. L. Juncos, and R. J. Gregor, "Gait initiation and dynamic balance control in Parkinson's disease," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 86, pp. 2172-2176, 2005.
- [55] Y. Okada, T. Fukumoto, K. Takatori, K. Nagino, and K. Hiraoka, "Abnormalities of the first three steps of gait initiation in patients with Parkinson's disease with freezing of gait.," *Parkinson's disease*, vol. 2011, p. 202937, 2011.
- [56] C. J. Hass, T. a. Buckley, C. Pitsikoulis, and E. J. Barthelemy, "Progressive resistance training improves gait initiation in individuals with Parkinson's disease," *Gait and Posture*, vol. 35, pp. 669-673, 2012.
- [57] G. Rizzo, M. Copetti, S. Arcuti, D. Martino, A. Fontana, and G. Logroscino, "Accuracy of clinical diagnosis of Parkinson disease: A systematic review and meta-analysis," *Neurology*, vol. 86, pp. 566-76, Feb 9 2016.
- [58] "The Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS): Status and recommendations," *Movement Disorders*, vol. 18, pp. 738-750, 2003.
- [59] M. Campos, "Tradução, Adaptação Cultural E Validação Do Parkinson's Disease Quality Of Life-questionnaire (pdql) Para O Português Falado No Brasil, O Pdql-br," *Mestrado, Ciências da Saúde Ciências da Saúde, Universidade Federal de Uberlândia*, 2010.
- [60] P. C. Bucy, "Cortical extirpation in the treatment of involuntary movements," *The American Journal of Surgery*, vol. 75, pp. 257-263, 1948.
- [61] R. Hayne and R. Meyers, "An improved model of a human stereotaxic instrument," *Journal of neurosurgery*, vol. 7, pp. 463-466, 1950.
- [62] R. Meyers, "Historical background and personal experiences in the surgical relief of hyperkinesia and hypertonus," *Pathogenesis and Treatment of Parkinsonism*. Charles C. Thomas, Springfield, pp. 229-270, 1958.

- [63] E. Spiegel, H. Wycis, E. Szekely, J. Adams, M. Flanagan, and H. Baird III, "Campotomy in Various Extrapryamidal Disorders*," *Journal of neurosurgery*, vol. 20, pp. 871-884, 1963.
- [64] I. S. Cooper, "Cryogenic surgery of the basal ganglia," *JAMA*, vol. 181, pp. 600-604, 1962.
- [65] R. Hassler, T. Riechert, F. Mundinger, W. Umbach, and J. Ganglberger, "Physiological observations in stereotaxic operations in extrapyramidal motor disturbances," *Brain*, vol. 83, pp. 337-350, 1960.
- [66] A. M. Lozano, P. L. Gildenberg, and R. R. Tasker, *Textbook of stereotactic and functional neurosurgery* vol. 1: Springer, 2009.
- [67] H. Narabayashi, T. Okuma, and S. Shikiba, "Procaine Oil Blocking of the Globus Pattidus," *AMA Archives of Neurology & Psychiatry*, vol. 75, pp. 36-48, 1956.
- [68] I. S. Cooper, "Ligation of the anterior choroidal artery for involuntary movements-parkinsonism," *The Psychiatric quarterly*, vol. 27, pp. 317-319, 1953.
- [69] R. Hassler and T. Riechert, "Indications and localization of stereotactic brain operations," *Der Nervenarzt*, vol. 25, p. 441, 1954.
- [70] R. Hassler, F. Mundinger, and T. Riechert, "Pathophysiology of tremor at rest derived from the correlation of anatomical and clinical data," *Stereotactic and Functional Neurosurgery*, vol. 32, pp. 79-87, 1970.
- [71] D. Albe-Fessard and E. Gillett, "Convergences d'afferences d'origines corticale et peripherique vers le centre median du chat anesthesie ou eveille," *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, vol. 13, pp. 257-269, 1961.
- [72] R. Naquet, M. Denavit, and D. Albe-Fessard, "Comparaison entre le rôle du subthalamus et celui des différentes structures bulbomésencéphaliques dans le maintien de la vigilance," *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, vol. 20, pp. 149-164, 1966.
- [73] L. V. Laitinen, A. T. Bergenheim, and M. I. Hariz, "Leksell's posteroventral pallidotomy in the treatment of Parkinson's disease," *Journal of neurosurgery*, vol. 76, pp. 53-61, 1992.
- [74] A. L. Benabid, P. Pollak, D. Hoffmann, C. Gervason, M. Hommel, J. Perret, et al., "Long-term suppression of tremor by chronic stimulation of the ventral intermediate thalamic nucleus," *The Lancet*, vol. 337, pp. 403-406, 1991.
- [75] A. Castrioto, A. M. Lozano, Y.-Y. Poon, A. E. Lang, M. Fallis, and E. Moro, "Ten-year outcome of subthalamic stimulation in Parkinson disease: a blinded evaluation," *Archives of neurology*, vol. 68, pp. 1550-1556, 2011.

- [76] G. Deuschl, C. Schade-Brittinger, P. Krack, J. Volkmann, H. Schäfer, K. Bötzel, et al., “A Randomized Trial of Deep-Brain Stimulation for Parkinson’s Disease,” *New England Journal of Medicine*, vol. 355, pp. 896-908, 2006.
- [77] H. Gervais-Bernard, J. Xie-Brustolin, P. Mertens, G. Polo, H. Klinger, D. Adamec, et al., “Bilateral subthalamic nucleus stimulation in advanced Parkinson’s disease: five year follow-up,” *Journal of neurology*, vol. 256, pp. 225-233, 2009.
- [78] E. Dias-Tosta, C. R. de Mello Rieder, V. Borges, and Y. C. Neto, “Parkinson.”
- [79] P. Krack, A. Batir, N. Van Blercom, S. Chabardes, V. Fraix, C. Ardouin, et al., “Five-year follow-up of bilateral stimulation of the subthalamic nucleus in advanced Parkinson’s disease,” *New England Journal of Medicine*, vol. 349, pp. 1925-1934, 2003.
- [80] R. de Bie, R. J. de Haan, P. C. Nijssen, A. W. F. Rutgers, G. N. Beute, D. A. Bosch, et al., “Unilateral pallidotomy in Parkinson’s disease: a randomised, single-blind, multicentre trial,” *The Lancet*, vol. 354, pp. 1665-1669, 1999.
- [81] R. Goodman and B. Kim, “McClelland 3rd, S. & Senatus, PB & Winfield, LM & Pullman, SL et al.” Operative techniques and morbidity with subthalamic nucleus deep brain stimulation in 100 consecutive patients with advanced Parkinson’s disease,” *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, vol. 77, p. 1, 2006.
- [82] R. De Bie, R. De Haan, P. Schuurman, R. Esselink, D. Bosch, and J. Speelman, “Morbidity and mortality following pallidotomy in Parkinson’s disease A systematic review,” *Neurology*, vol. 58, pp. 1008-1012, 2002.
- [83] M. I. Hariz, F. Johansson, P. Shamsgovara, E. Johansson, G. M. Hariz, and M. Fagerlund, “Bilateral subthalamic nucleus stimulation in a parkinsonian patient with preoperative deficits in speech and cognition: persistent improvement in mobility but increased dependency: a case study,” *Movement Disorders*, vol. 15, pp. 136-139, 2000.
- [84] V. Voon, P. Krack, A. E. Lang, A. M. Lozano, K. Dujardin, M. Schüpbach, et al., “A multi-centre study on suicide outcomes following subthalamic stimulation for Parkinson’s disease,” *Brain*, vol. 131, pp. 2720-2728, 2008.
- [85] A. E. Lang, J. L. Houeto, P. Krack, C. Kubu, K. E. Lyons, E. Moro, et al., “Deep brain stimulation: preoperative issues,” *Movement disorders*, vol. 21, pp. S171-S196, 2006.
- [86] J. A. Saint-Cyr and A. Albanese, “STN DBS in PD Selection criteria for surgery should include cognitive and psychiatric factors,” *Neurology*, vol. 66, pp. 1799-1800, 2006.

- [87] E. Dorsey, R. Constantinescu, J. Thompson, K. Biglan, R. Holloway, K. Kieburtz, et al., "Projected number of people with Parkinson disease in the most populous nations, 2005 through 2030," *Neurology*, vol. 68, pp. 384-386, 2007.
- [88] N. Pouratian, S. Thakkar, W. Kim, and J. M. Bronstein, "Deep brain stimulation for the treatment of Parkinson's disease: efficacy and safety," *Degenerative neurological and neuromuscular disease*, vol. 2012, p. 10.2147/DNND.S25750, 2012.
- [89] K. Zhang, S. Bhatia, M. Y. Oh, D. Cohen, C. Angle, and D. Whiting, "Long-term results of thalamic deep brain stimulation for essential tremor," *J Neurosurg*, vol. 112, pp. 1271-6, Jun 2010.
- [90] V. V. d. Santos, M. A. A. Leite, R. Silveira, R. Antonioli, O. J. Nascimento, and M. R. d. Freitas, "Fisioterapia na Doença de Parkinson: uma Breve Revisão," *Revista Brasileira de Neurologia*, vol. 46, pp. 17-25, 2010.
- [91] G. Rosati, S. Cenci, G. Boschetti, D. Zanotto, and M. S. Masiero, "Design of a single-dof active hand orthosis for neurorehabilitation," in *IEEE 11th International Conference on Rehabilitation Robotics*, ed. Kyoto Japan International Conference Center, 2009, pp. 23-26.
- [92] C. J. T. D. Goede, S. H. J. Keus, G. Kwakkel, and R. C. Wagenaar, "The effects of Physical Therapy in Parkinson's disease: a research synthesis," *Arch Phys Med Rehab*, vol. 82, pp. 509-14, 2001.
- [93] K. Zhang, S. Bhatia, Y. O. Michael, D. Cohen, R. N. C. Angle, and D. Whiting, "Long-term results of thalamic deep brain stimulation for essential tremor," *J Neurosurg*, vol. 112, pp. 1271-1276, 2010.
- [94] A. C. Vara, R. Medeiros, and V. L. W. Striebel, "O Tratamento Fisioterapêutico na Doença de Parkinson," *Rev Neurocienc*, vol. 20, pp. 266-272, 2012.
- [95] C. L. Comella, G. T. Stebbins, N. Brown-Toms, and C. G. Goetz, "Physical therapy and Parkinson's disease: a controlled clinical trial," *Neurology*, vol. 44, pp. 376-8, Mar 1994.
- [96] M. E. P. Piemont, "Uma Nova Proposta Fisioterápica Para Pacientes Com A Doença de Parkinson," *Mestrado em Neurociências e Comportamento, Instituto de Biociências, Departamento de Fisiologia, Universidade de São Paulo*, 1998.
- [97] M. E. Morris, "Movement disorders in people with Parkinson's disease: a model for physical therapy," *Phys Ther*, vol. 80, pp. 578-97, 2000.
- [98] M. E. Morris, "Movement Disorders in People With Parkinson Disease : A Model for Physical Therapy," *Physical Therapy*, pp. 578-597, 2000.

- [99] L. W. Ferguson, A. H. Rajput, and A. Rajput, “Early-onset vs. Late-onset Parkinson’s disease: A Clinical-pathological Study,” *Canadian Journal of Neurological Sciences / Journal Canadien des Sciences Neurologiques*, vol. 43, pp. 113-119, 2016.
- [100] K. Yang, W.-X. Xiong, F.-T. Liu, Y.-M. Sun, S. Luo, Z.-T. Ding, et al., “Objective and quantitative assessment of motor function in Parkinson’s disease—from the perspective of practical applications,” *Annals of Translational Medicine*, vol. 4, pp. 90-90, 2016.
- [101] M. Iosa, P. Picerno, S. Paolucci, and G. Morone, “Wearable inertial sensors for human movement analysis,” *Expert Review of Medical Devices*, vol. 13, pp. 641-659, 2016.
- [102] H. Dai, H. Lin, and T. C. Lueth, “Quantitative assessment of parkinsonian bradykinesia based on an inertial measurement unit,” *BioMedical Engineering OnLine*, pp. 1-13, 2015.
- [103] A. T. Tzallas, M. G. Tsipouras, G. Rigas, D. G. Tsalikakis, E. C. Karvounis, M. Chondrogiorgi, et al., “PERFORM: a system for monitoring, assessment and management of patients with Parkinson’s disease,” *Sensors (Basel, Switzerland)*, vol. 14, pp. 21329-21357, 2014.
- [104] P. Y. Chan and Z. M. Ripin, “Development of Wearable Inertial Sensors for Measurement of Hand Arm Tremors,” pp. 26-27, 2013.
- [105] S. M. Rissanen, M. Kankaanpää, M. P. Tarvainen, V. Novak, P. Novak, K. Hu, et al., “Analysis of EMG and acceleration signals for quantifying the effects of deep brain stimulation in Parkinson’s disease,” *IEEE Trans Biomed Eng*, vol. 58, pp. 2545-53, Sep 2011.
- [106] Y. Sun and X. B. Yu, “Capacitive Biopotential Measurement for Electrophysiological Signal Acquisition: A Review,” *IEEE Sensors Journal*, vol. 16, pp. 2832-2853, 2016.
- [107] B. Dror, E. Yanai, A. Frid, N. Peleg, N. Goldenthal, I. Schlesinger, et al., “Automatic assessment of Parkinson’s Disease from natural hands movements using 3D depth sensor,” in *2014 IEEE 28th Convention of Electrical & Electronics Engineers in Israel (IEEEI)*, ed: IEEE, 2014, pp. 1-5.
- [108] M. J. Johnson, “Detection of Parkinson Disease Rest Tremor,” ed: Washington University, 2014.
- [109] F. H. M. Oliveira, J. A. F. B. Júnior, A. R. P. Machado, and A. O. Andrade, “Quantificação de tremor de punho utilizando o sensor Leap Motion,” in *Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica*, ed. Uberlândia: XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 2014, pp. 2762-2765.
- [110] F. H. M. Oliveira, A. R. P. Machado, and A. O. Andrade, “Hand motion quantification using non-contact capacitive sensors,” in *Anais do XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica*, ed, 2016.

ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE A TAXA DE ALIMENTAÇÃO E VARIÁVEIS ASSOCIADAS AO DESVIO DE MASSA CORPORAL E À OBESIDADE

Josimar Laurentino Serafim ¹

Abstract

Obesity is considered a risk factor for diseases such as hypertension, cardiovascular disease, diabetes and even some types of cancer, so that there is a need to assess the various factors that lead to overweight and obesity. One of these factors studied extensively in the literature concerns the masticatory rhythm, also called feeding rate. Thus, the goal of this work was to make a descriptive correlational study, with the help of an intelligent fork in order to observe the interactions between the feeding rate and other. Therefore, in conclusion, this study suggests that there can be a significant relationship between the feeding rate and BMI, in the case of the studied population group (college students and adults up to 45 years). Moreover, for this same group, the study suggests significant dependence ($p = 0.001$) between the perception of the masticatory rhythm and BMI.

¹ - Mestre em Engenharia Biomédica, pesquisador do Laboratório de Engenharia e Biomaterial BioEngLab*, Faculdade do Gama – UnB - FGA, Brasília, Brazil; josimardf@gmail.com

Resumo

A obesidade é considerada fator de risco para doenças, tais como a hipertensão, doenças cardiovasculares, diabetes e até alguns tipos de câncer, de modo que surge a necessidade de avaliar os diversos fatores que levam ao sobrepeso e obesidade. Um desses fatores amplamente estudado na literatura diz respeito ao ritmo mastigatório, também chamado taxa de alimentação. Assim, a proposta deste trabalho é fazer um estudo correlacional descritivo, com o auxílio de um garfo inteligente, no intuito de observar as interações entre a taxa de alimentação e outras variáveis. Participaram do experimento 31 pessoas. Em conclusão, este estudo sugere que pode não haver uma relação significativa entre a taxa de alimentação e o IMC, no caso do grupo populacional estudado (estudantes universitários e adultos de até 45 anos). Por outro lado, para esse mesmo grupo, o estudo sugere dependência significativa ($p = 0,001$) entre a percepção do ritmo mastigatório e o IMC.

9.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a obesidade é um acúmulo excessivo ou anormal de substâncias nas células de gordura e é considerada fator de risco para doenças, tais como: hipertensão, doenças cardiovasculares, diabetes e até alguns tipos de câncer. A obesidade vem aumentando em nível mundial. Somente no ano de 2014, 39% dos adultos, no mundo todo, estavam com sobrepeso, ou seja, com índice de massa corporal (IMC) ≥ 25 kg/m² e 13% em estado de obesidade, com IMC ≥ 30 kg/m² (Who, 2015). No Brasil, em 2014, 17,9% dos membros da população eram obesos e 52,5% estavam com sobrepeso. De acordo com (Vigitel, 2014), a obesidade ficou estável, mas o número de pessoas com sobrepeso aumentou em 23% nos últimos nove anos. Este número é mais assustador ainda na faixa etária de 45 a 64 anos, onde o índice de pessoas com sobrepeso é de 61%.

A obesidade tem como principal causa o desequilíbrio energético entre as calorias ingeridas e as que são gastas (Barbieri e Mello, 2012; Duarte et al., 2014; Who, 2015). O tratamento da obesidade é um desafio, mas, quando bem sucedido, resulta em uma diminuição substancial das comorbidades e em um prolongamento da expectativa de vida do indivíduo. Medidas conservadoras, tais como dieta, mudança comportamental e inibidores de apetite, são boas alternativas, mas não têm reduzido o número de obesos (Who, 2015). Como outra medida, vários procedimentos cirúrgicos de combate à obesidade têm sido desenvolvidos. No entanto, embora alguns tenham trazido bons resultados ao paciente, os efeitos colaterais são muitos, incluindo doenças como a desnutrição, a anemia (Lima et al., 2013) a depressão (Tavares et al., 2010; Barbieri e Mello, 2012; Moraes et al., 2013) e concentram-se não na prevenção da doença, mas no seu tratamento em estágios avançados. Dessa forma, faz-se necessário um tratamento mais eficaz e menos agressivo para combater a obesidade.

Na tentativa de reduzir esse número, algumas intervenções não invasivas são utilizadas, tais como o incentivo e promoção de alimentação mais saudável e realização de atividades físicas regulares (Who, 2015). No entanto, tais ações nem sempre trazem os resultados esperados, principalmente devido à falta de comprometimento por parte das pessoas que necessitam perder peso. Além disso, mesmo algumas que se esforçam, muitas vezes desistem de seguir uma dieta e/ou fazer exercícios por falta de tempo. Este último fator tem influenciado muitos indivíduos a desenvolverem hábitos alimentares pouco saudáveis, por exemplo, se alimentarem de forma apressada, mastigando poucas vezes o alimento, prejudicando assim a qualidade da digestão do mesmo.

Nesse sentido, existem poucos estudos que correlacionam a taxa de alimentação com ganho ou perda de peso (Andrade et al., 2008; Maruyama et al., 2008; Kimura et al., 2011; Leong et al., 2011; Ekuni et al., 2013; Shah et al., 2014; Zhu e Hollis, 2014). Alguns desses pesquisadores testaram a hipótese de que comer mais devagar leva a um menor consumo de energia e à diminuição do peso (Andrade et al., 2008; Shah et al., 2014; Zhu e Hollis, 2014).

Um dos estudos relacionou diretamente a diminuição do ritmo mastigatório com o consumo de alimento e energia no grupo com peso normal, embora no grupo sobrepeso/obesidade a diferença não tenha sido estatisticamente significativa (Shah et al., 2014).

Em adição a isso, outro trabalho mostrou que mastigar bem o alimento antes de engolir contribui para aumentar o tempo dedicado à refeição e também o nível de saciedade, resultando na redução da quantidade de alimento ingerida. Para chegar a essa conclusão, foram realizados experimentos com três grupos: peso normal, sobrepeso e obesidade. Em todos os grupos, os testes comprovaram positivamente o efeito do maior número de ciclos mastigatórios (Zhu e Hollis, 2014).

Outros autores também concluíram que comer devagar pode ajudar a maximizar a saciedade e reduzir o consumo energético. O resultado veio por meio de um estudo controlado, onde os mesmos participantes se alimentaram nas duas condições: devagar, comendo com uma colher de chá e mastigando bem o alimento, e rápido, usando uma colher de sopa e mastigando o alimento rapidamente (Andrade et al., 2008).

Em outras pesquisas a investigação foi oposta, a saber, se o aumento da taxa de alimentação, ou seja, se comer rapidamente tem relação com obesidade/sobrepeso (Maruyama et al., 2008; Kimura et al., 2011; Leong et al., 2011; Ekuni et al., 2013). Uma dessas associou o hábito de comer rapidamente com sobrepeso, mas apenas nos participantes do sexo masculino. Os autores atribuem uma causa provável desse resultado ao fato de que a maioria dos homens no grupo de sobrepeso tinha uma dieta rica em gorduras e as mulheres não. Além disso, a maioria das mulheres que estavam no grupo sobrepeso praticavam atividades físicas regulares enquanto que nos homens era a minoria (Ekuni et al., 2013).

Ainda outro artigo relacionou comer rapidamente com sobrepeso, embora o estudo tenha sido feito apenas com participantes do sexo masculino (Kimura et al., 2011).

Também foi relacionado comer rápido, juntamente com o hábito de comer até sentir-se cheio, com o excesso de peso em homens e mulheres japoneses. Essa pesquisa foi realizada através de um estudo transversal (Maruyama et al., 2008).

Por último, um dos estudos associou o hábito de comer rapidamente ao aumento do IMC (Leong et al., 2011).

Percebe-se que, na maioria dos trabalhos recentes encontrados na literatura, existe a associação entre o ritmo mastigatório e a obesidade/sobrepeso. No entanto, alguns desses estudos foram baseados no relato do próprio participante da pesquisa, através de questionários (Maruyama et al., 2008; Kimura et al., 2011; Leong et al., 2011; Ekuni et al., 2013) e em outros casos os estudos foram controlados, sendo usado um cronômetro para medir o tempo de refeição (Andrade et al., 2008; Shah et al., 2014; Zhu e Hollis, 2014).

Diante disso, a proposta deste trabalho é fazer um estudo correlacional descritivo, no qual os participantes usarão um garfo inteligente capaz de medir a taxa de alimentação, a duração de cada refeição e o intervalo médio entre cada vez que o garfo é levado até a boca. Com esses dados será possível observar interações entre as variáveis de taxa de alimentação e outras variáveis como: IMC, sexo, idade, prática de exercícios físicos, renda familiar e ingestão de líquidos durante a refeição.

9.2 METODOLOGIA PARA A BUSCA BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica utilizada neste trabalho considerou a busca por livros, teses, monografias e artigos das principais fontes especializadas nas áreas das ciências da saúde, tais como: MEDLINE®, SciELO, PubMed, Web of Science, Portal de periódicos CAPES/MEC e portal de pesquisa da BVS-Bireme.

A Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE) é a base da Biblioteca Nacional de medicina dos Estados Unidos da América e contém mais de 22 milhões de referências com concentração especial na área de biomedicina. Conta com trabalhos publicados desde o ano de 1946 e o acréscimo diário de 2000 a 4000 referências. A busca nessa base pode ser guiada por palavras chaves contidas no Medical Subject Headings (MeSH) com o objetivo de proporcionar um retorno de informações mais preciso.

A Scientific Electronic Library Online (SciELO) foi criada através de uma parceria brasileira, por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP) com a Biblioteca Regional de Medicina (BIREME). Hoje conta com a parceria de diversos países de diferentes continentes e conta com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A Public Medline ou Publisher Medline (PubMed) é uma base de dados que permite a pesquisa bibliográfica de artigos publicados em revistas de grande circulação da área médica. Ela foi desenvolvida pelo National Center for Biotechnology Information (NCBI), sendo mantida pela National Library of Medicine (NLM).

O Portal de periódicos, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (CAPES/MEC) disponibiliza, às instituições de ensino e pesquisa vinculadas brasileiras, acesso às grandes revistas e bases de dados internacionais. O acervo conta com mais de 37000 periódicos com texto completo e 126 bases para referência.

A Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) consiste de um site composto por fontes de informação em ciências da saúde para atender às necessidades de informação técnico-científica de profissionais e estudantes da área.

A busca concentrou-se em trabalhos publicados nos últimos sete anos e foram utilizados os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) – edição 2015: Overweight e Obesity. Esses descritores foram combinados com palavras chaves, relacionadas à questão norteadora do estudo, através de operadores booleanos, e a busca incluiu ocorrências no título, resumo e assunto, conforme segue: (“overweight” OR “obesity”) AND (“eating Quickly” OR “slower eating” OR “eating slowly” OR “faster eating” OR “speed of eating” OR “eating speed”). Os critérios de inclusão foram: idioma (Português, Inglês ou Espanhol); disponibilidade (texto integral online); população (humanos adultos). Foram excluídos os estudos que abordavam o tema sobre a taxa de alimentação, mas que não relacionava com a condição de peso do indivíduo, e também os artigos de revisão. Os artigos duplicados foram contados somente uma vez.

As buscas resultaram em 66 artigos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, leitura de título e leitura do resumo, restaram sete artigos para análise. Todos os artigos encontrados foram da base de dados MEDLINE. No entanto, novas buscas foram feitas nas mesmas bases de dados para embasar o referencial teórico do estudo, utilizando outras palavras chaves, tais como: “mastigação” e “processo mastigatório”.

9.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta o conceito da obesidade, a classificação, as formas de diagnóstico, as principais causas, as formas de tratamento, bem como a relação dos aspectos sociais e culturais com a obesidade. Ademais, são apresentadas considerações a respeito do processo mastigatório e mostra-se a influência que ele exerce sobre a obesidade.

9.3.1 Obesidade

Nesta subseção é descrita o que é obesidade, incluindo-se os principais meios de diagnóstico. Também são apresentadas as principais causas da obesidade, bem como alguns dos tratamentos utilizados para combatê-la.

9.3.1.1. Conceito e classificação

Em termos simples, a obesidade é uma acumulação excessiva ou anormal de substâncias nas células de gordura tendo como principal causa o desequilíbrio energético entre o volume de alimento consumido e o eliminado. A obesidade está no grupo de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e se destaca entre elas (Duarte et al., 2014).

Um dos critérios utilizados para o diagnóstico de obesidade é o IMC, definido como o cálculo do peso corporal, em quilogramas (kg), dividido pela estatura, em metros (m), ao quadrado, e também pelo risco de mortalidade associada. Por esse critério, o indivíduo é considerado obeso quando possui IMC acima de 30 kg/m². Ademais, existem os graus de obesidade, conforme segue (Tavares et al., 2010):

- Grau I: IMC entre 30 e 34,9 kg/m²;
- Grau II: IMC entre 35 e 39,9 kg/m²;
- Grau III: IMC superior a 40 kg/m².

Todavia, o IMC, embora seja aceito internacionalmente para definir a obesidade, não pode ser o único critério para definir se o indivíduo está obeso (Magalhães et al., 2014; Previato et al., 2014). Isso porque, por exemplo, com o aumento da idade, a estatura tende a decrescer, ocorre o acúmulo de tecido adiposo e a redução da massa magra, bem como da quantidade de

água corporal do organismo (Previato et al., 2014). Além disso, o aumento de massa muscular pode influenciar no resultado, causando, inclusive, variação entre homens e mulheres (Soares e Barreto, 2014).

Assim, outro aspecto importante associado à obesidade é a distribuição da gordura corporal. A verificação da distribuição da gordura corporal pode ser feita por meio de diversos meios. No entanto, uma técnica simples e de baixo custo é a medida da circunferência da cintura que tem sido um bom indicador de adiposidade central em ambos os sexos (Magalhães et al., 2014; Previato et al., 2014; Soares e Barreto, 2014).

9.3.1.2 Causas

Na literatura, de forma consensual, a principal causa da obesidade é descrita como sendo o desequilíbrio energético entre calorias consumidas e calorias gastas, ou seja, a pessoa ingere energia além do que precisa, pois não consegue gastá-la. Dessa forma, a energia acumulada, por ação da insulina, é convertida em gordura. Porém, há também o entendimento de que a obesidade resulta de diversos fatores que atuam, na maioria dos casos, de forma combinada. Dentre esses, destacam-se os seguintes: o sedentarismo, a alimentação inadequada, fatores genéticos, nível socioeconômico, fatores psicológicos e estresse (Barbieri e Mello, 2012; Duarte et al., 2014; Who, 2015).

Segundo (Barbieri e Mello, 2012) e (Who, 2015), em relação ao sedentarismo e a má alimentação, as pessoas estão reduzindo a prática de atividade física e, ao mesmo tempo, dedicando-se às atividades de baixa intensidade, tais como assistir televisão, uso de computadores e jogos em videogames. Além disso, a inatividade física tem aumentado devido aos tipos de trabalho, que exigem menos esforços físicos, muitas vezes em escritórios, ou até mesmo devido à vida agitada, não sobrando tempo nem disposição para a prática de atividades físicas.

Somando-se a isso aumenta, a cada dia, o número de pessoas que, por necessidade ou preferência, consomem alimentos industrializados que têm combinações de gordura, açúcar e sal, com sabores agradáveis, mas pouco saudáveis. Ainda outros trocam as refeições por fast-food, ou lanches rápidos, geralmente ricos em gorduras. Em países em desenvolvimento, a classe com poder aquisitivo maior tende mais à obesidade, pois podem ter disponíveis mais alimento com uma alta densidade energética e, devido à vida agitada, menos tempo de praticar exercícios físicos (Barbieri e Mello, 2012).

Dentre os fatores psicológicos destacam-se: a baixa autoestima, a ansiedade e a depressão, muitas vezes sendo resultado da dificuldade de alcançar padrões de beleza impostos pela mídia (Barbieri e Mello, 2012).

9.3.1.3 Formas de tratamento e riscos

A obesidade não é uma simples doença com tratamento rápido e com resultados imediatos. Ela está ligada a múltiplos fatores, de modo que o tratamento da obesidade é complexo e geralmente é orientado por vários profissionais de diversas áreas disciplinares, com o objetivo, não apenas de redução de peso, mas visando alterações no estilo de vida, com efeitos duradouros (Bueno et al., 2011).

Nesse sentido, diversos procedimentos cirúrgicos têm sido desenvolvidos para tratar a obesidade, embora alguns, incluindo a cirurgia de bypass jejunoileal, tenham sido abandonados devido às complicações graves, tais como insuficiência renal, infecção hepática e morte (Adórno Filho et al., 2014). Outros procedimentos, como a gastroplastia vertical, o bypass gástrico e a inserção da banda gástrica ajustável, são muito usados, mas ainda estão associados à morbidade e à morte (Palermo et al., 2015).

Isso tem impulsionado o desenvolvimento de procedimentos minimamente agressivos e seguros, como os Balões Intragástricos (BIG). Estes foram desenvolvidos como soluções temporárias, pois podem permanecer no estômago por no máximo seis meses e, em muitos casos, a maioria dos que fizeram uso do BIG volta a ganhar peso. Basicamente o BIG é uma prótese de silicone, que se transforma em formato esférico após ser insuflado, utilizando soro fisiológico e azul de metileno, dentro do estômago do paciente. Trata-se de um procedimento, de certa forma, simples e é utilizado na tentativa de induzir saciedade precoce, o que, em conjunto com um programa regular de exercício efetivo e alteração da dieta, resultaria na diminuição de peso que, teoricamente, deveria ser mantido com a mudança de comportamento. No entanto, embora a colocação do BIG seja relativamente simples, esse método ainda está relacionado a complicações, desde leves até outras mais graves e, em alguns casos, pode levar até ao óbito do paciente (Rosa et al., 2010; Carvalho et al., 2011; Lima et al., 2013).

9.3.1.4. Aspectos sociais e culturais

De acordo com (Cardoso e Costa, 2013; Moraes et al., 2013), além de ser um problema individual, a obesidade é também um problema social, visto que a sociedade imprime a ideia de que o corpo ideal deve ser magro, belo e saudável. Dessa forma, tais padrões de beleza dificultam a inserção social dos obesos, que se sentem excluídos e passam a nutrir sentimentos negativos e de inferioridade. Essa discriminação sociocultural é chamada de estigma, assim os obesos mostram-se incapazes de satisfazer os padrões impostos pela sociedade e tornam-se diferentes e depreciados. Infelizmente, a desvalorização social também ocorre por parte da fa-

mília e amigos do obeso, que, em geral, os considera como pessoas preguiçosas e gulosas e, por isso, passam a tratá-los com comentários e apelidos depreciativos. Isso os leva cada vez mais ao isolamento social, principalmente quando eles também sofrem de depressão, uma vez que há uma ligação entre as duas doenças, no que diz respeito ao aspecto social e psíquico.

Esse conceito sobre o corpo ideal tem motivado muitos obesos a buscarem tratamentos que trazem resultados rápidos, como a cirurgia bariátrica. Tais pessoas entendem que, ao retirar o excesso de peso, podem também ficar livres da discriminação social imposta pela sociedade (Cardoso e Costa, 2013). Ao mesmo tempo, em algumas culturas, a obesidade feminina é vista de modo diferente. Por exemplo, em algumas comunidades sul-africanas a obesidade é considerada sinal de boa saúde, felicidade e até beleza (Micklesfield et al., 2013).

No caso específico do Brasil, também encontramos situações similares, principalmente na região nordeste do país, onde a obesidade prevalece entre pessoas de baixa renda e com pouca escolaridade, sendo a maioria delas do sexo feminino. De modo geral, é notada uma preocupação com o corpo por parte das mulheres que possuem uma hierarquia social maior, maior renda e escolaridade. Isso explica a falta de preocupação com o corpo por parte das mulheres com nível social mais baixo (Ferreira e Magalhães, 2011). Muitas vezes, não é por sua própria vontade, mas a pobreza lhes impõe pesadas responsabilidades, como ter que criar os filhos sem a ajuda de um companheiro, a falta de apoio social, entre outros fatores, além da falta de estímulo e motivação. Isso torna difícil cuidar de seu próprio corpo (Ferreira e Magalhães, 2011; Micklesfield et al., 2013).

Diante do exposto, este estudo se mostra de extrema importância, pois acredita-se que a educação alimentar traz grandes benefícios à saúde, bem como auxilia no combate à obesidade, proporcionando uma significativa alteração na autoestima. E a mudança nos hábitos alimentares é possível, independentemente da classe social, sexo ou raça.

9.4 PROCESSO MASTIGATÓRIO

Nesta seção é apresentado o conceito da mastigação e a importância dela no processo digestivo. Também é explicada a relação que existe entre a mastigação e o ganho de peso.

9.4.1. Definição

A mastigação, considerada a função mais importante do sistema estomatognático, é a primeira fase do processo digestivo e consiste na trituração do alimento, proporcionando a

redução do tamanho e fragmentação deste, formando o bolo alimentar, com a ajuda da saliva, tendo como objetivo facilitar a deglutição (Gonçalves e Chehter, 2012; Mory et al., 2013; De Lucena et al., 2014). Em contraste com outras funções, tais como a respiração e a deglutição, a mastigação é aprendida, a partir do surgimento dos primeiros dentes, e seu aperfeiçoamento ocorre ao longo do crescimento (Nascimento et al., 2012).

O processo mastigatório envolve três fases: 1) incisão ou mordida, onde ocorre a apreensão do alimento e o corte, na região dos dentes incisivos; 2) trituração, executada pelos dentes pré-molares, a qual reduz os alimentos em partículas menores; e 3) pulverização ou moagem, feita pelos molares, tornando as partículas de alimento ainda menores e prontas para serem deglutidas (Santos e Silva, 2013).

O processo mastigatório é controlado pelo sistema nervoso central, junto com as articulações temporomandibulares (ATM) e envolve a movimentação adequada da mandíbula, da boa saúde dos dentes e da ação de músculos e ligamentos (Gonçalves e Chehter, 2012; Nascimento et al., 2012; Santos e Silva, 2013).

Os músculos masseter, temporal anterior e pterigoideo medial, são responsáveis pela movimentação da mandíbula inferior, que realiza os movimentos da mastigação, sendo que o masseter é o principal deles e exerce grande influência na eficiência da mastigação (Nascimento et al., 2012).

9.4.2 Relação com a obesidade

A mastigação adequada ajuda a discernir o quanto de alimento o indivíduo deve ingerir, uma vez que, durante o processo mastigatório o corpo recebe avisos e se prepara quimicamente para absorver os nutrientes, até o instante em que emite os sinais de saciedade para o cérebro. Por isso, os obesos tendem a mastigar mais rápido do que os indivíduos com peso normal. Tal hábito faz com que os obesos se alimentem com mais voracidade, uma vez que os sinais de saciedade transmitidos ao cérebro, pelo estômago, não são enviados imediatamente após a ingestão do alimento (Gonçalves e Chehter, 2012).

No entanto, essa análise deve ser feita com cautela, pois o número de ciclos mastigatórios e, em consequência disso, o tempo de mastigação, está diretamente relacionado ao tipo de alimento mastigado (De Lucena et al., 2014).

A análise do processo mastigatório é de extrema importância para este estudo, uma vez que a taxa de alimentação é medida através do número de ciclos mastigatórios realizados

durante uma refeição. Assim, a taxa de alimentação está diretamente relacionada ao número de ciclos mastigatórios, ou seja, quanto mais bem mastigados os alimentos, maior será o tempo de alimentação.

9.5 DELINEAMENTO E AMOSTRA DO ESTUDO

Trata-se de um estudo correlacional descritivo, pois busca avaliar o grau de relações entre variáveis sem inferência de conexões casuais (Polit e Hungler, 2011). Para a realização da pesquisa, contou-se com uma amostra de 31 participantes que foram selecionados por meio de questionário enviado por e-mail. A coleta dos dados foi efetuada durante um período médio de 7 dias com cada participante. Os participantes não alteraram sua rotina, nem tampouco seguiram uma dieta específica.

Os participantes foram divididos por idade: primeiro grupo com idade de 18 e 25 anos, segundo grupo com idade acima de 30 anos. Esses dois grupos foram subdivididos em homens e mulheres com IMC normal e obesidade em grau I e II. A ideia inicial era de formar 8 grupos com 4 participantes cada. No entanto, devido à baixa resposta ao questionário enviado, bem como ao fato de que 3 participantes não alcançaram o número mínimo de utilizações e se recusaram a continuar o uso, o número foi reduzido. Além disso, alguns grupos ficaram menores ou maiores do que o esperado, de acordo com a disponibilidade dos participantes. Assim, foram obtidos 8 grupos compostos, na maioria deles, por 4 participantes cada, conforme a Tabela 9.1.

Tabela 9.1. Grupos de participantes

Grupos	Participantes	Faixa de Idade (anos)	Sexo	IMC (kg/m ²)
Grupo 1	4	18 a 25	Feminino	Entre 18,5 e 24,9
Grupo 2	4	18 a 25	Masculino	Entre 18,5 e 24,9
Grupo 3	2	18 a 25	Feminino	Entre 30 e 39,9
Grupo 4	4	18 a 25	Masculino	Entre 30 e 39,9
Grupo 5	5	Acima de 30	Feminino	Entre 18,5 e 24,9
Grupo 6	3	Acima de 30	Masculino	Entre 18,5 e 24,9
Grupo 7	5	Acima de 30	Feminino	Entre 30 e 39,9
Grupo 8	4	Acima de 30	Masculino	Entre 30 e 39,9

Optou-se por não selecionar participantes com sobrepeso devido à possibilidade de serem encontradas pessoas com IMC muito próximo do peso normal ou no outro extremo, com valores que se aproximam da obesidade.

O estudo foi submetido ao comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Saúde da Universidade de Brasília (UNB) que aprovou a realização do mesmo e o registrou sob o parecer nº 1458781/15. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando com os termos e riscos da pesquisa. Ademais, foi deixado claro que todas as informações coletadas seriam mantidas em sigilo e o anonimato seria preservado.

9.6 COLETA DOS DADOS

Para a coleta de dados foi utilizado, inicialmente, um questionário, enviado por e-mail, que também serviu como base para a seleção dos participantes. Depois disso, foi inserido na pesquisa um garfo inteligente, que monitorou a taxa de alimentação, o intervalo entre cada vez que o usuário levou o garfo até a boca, bem como a duração total da refeição.

Esta seção mostra as principais informações contidas no questionário. Também apresenta o garfo e suas características técnicas, explica como se deu a escolha dele para a coleta de dados e também mostra o modo de uso para obter os melhores resultados.

9.6.1 Questionário

Além dos dados pessoais, tais como idade, sexo, peso e altura, o questionário incluiu informações sobre: a cor da pele, renda familiar, nível de escolaridade, ser ou não portador de doença metabólica e/ou gástrica, número e intervalo de refeições diárias, ingestão de líquidos durante refeição, percepção² do ritmo mastigatório (lento, médio ou rápido), principal meio de transporte, prática de exercícios físicos e aderência à dieta nutricional.

9.6.2 Características básicas do garfo

O garfo inteligente foi lançado em outubro de 2013 e é vendido por duas empresas, a Slow Control e HAPILABS Ltd. Foi criado pelo francês Jacques Lépine com o objetivo de

2 - Ato, efeito ou faculdade de perceber; percepção, pelos centros nervosos, de impressões colhidas pelos sentidos.

ajudar ao usuário a desenvolver hábitos saudáveis de alimentação. Basicamente ele é capaz de medir três coisas: a duração da refeição, a quantidade de vezes que o garfo é levado até a boca, por minuto, e os intervalos entre cada garfada. Esse intervalo, que irá indicar se o usuário está ou não se alimentando na velocidade adequada, pode ser configurado e de fábrica está definido para 10 segundos (Lepine, 2009).

A Slow Control é uma empresa francesa que tem como diretor executivo o próprio criador do garfo inteligente, Jacques Lépine. Ela vende o garfo com o nome comercial de 10SFork. O nome foi sugerido por causa dos 10 segundos, configurados de fábrica, como sendo o tempo médio para mastigar bem o alimento, antes da próxima porção. O kit vendido acompanha um cabo de conexão Universal Serial Bus (USB), estojo para guardar o garfo, manual de instruções e uma faca isolada, que não conduz eletricidade, característica importante que será explicada mais adiante.

A empresa HAPILABS Ltd. distribui o garfo tendo como nome comercial de HAPIfork. Ela é independente da Slow Control, mas vende o garfo sob licença. No entanto, o kit vendido não acompanha a faca isolada.

Para a coleta de dados deste experimento utilizamos o garfo vendido pela HAPILABS. A Figura 9.1 mostra o garfo, junto com o estojo de proteção.



Figura 9.1. Garfo inteligente (foto real do garfo)

Os dados coletados pelo garfo são armazenados e posteriormente podem ser transmitidos para um computador ou um dispositivo móvel, via USB ou bluetooth. Além disso, existe a possibilidade de utilizar um aplicativo para dispositivos móveis, via bluetooth, de modo que o usuário possa acompanhar, em tempo real, o seu comportamento alimentar (Lepine, 2009).

9.6.3 Descrição técnica

O dispositivo contém uma chave eletrônica que é ligada aos dentes do garfo, que é feito em metal, através do corpo do mesmo, confeccionado também com material condutivo. Quando é colocado na boca, ele fecha o circuito eletrônico, conforme demonstrado na Figura 9.2. Assim, o dispositivo é capaz de contar a quantidade de vezes que o garfo é levado até a boca durante a refeição, pois interage somente com duas partes do corpo: a boca e a mão. O usuário não precisa se preocupar com relação à autonomia da bateria, pois é possível utilizar o garfo por até duas semanas com apenas uma carga completa.

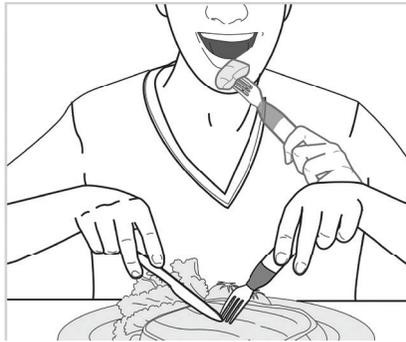


Figura 9.2. Funcionamento do garfo (www.hapi.com)

A Figura 9.3 mostra as três partes do garfo, todas removíveis facilmente para higienização: a cabeça (Figura 9.3-a), que inclui os dentes do garfo, é feita de aço inoxidável e plástico, o corpo (Figura 9.3-b), também feito de aço inoxidável, e a chave eletrônica (Figura 9.3-c), incluindo a bateria, o módulo bluetooth e a porta USB, que está alojada em um invólucro de plástico. Dentre essas, apenas a parte eletrônica não pode ser lavada.

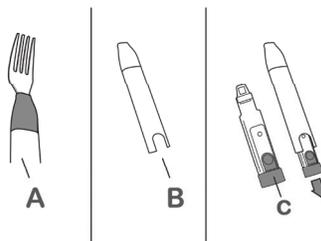


Figura 9.3. Funcionamento do garfo (www.hapi.com)

9.6.4 Modos de uso

O garfo está configurado para vibrar e acender uma luz vermelha quando o usuário come rápido, ou seja, quando leva o garfo à boca duas vezes seguidas no intervalo menor do que o que foi configurado (10 segundos de fábrica). Ele pode ser configurado para ser usado em três perfis diferentes: Data Lover, Picking e Scooping.

O perfil Data Lover é o mais recomendado pelo fabricante, pois é o mais preciso na captação dos dados e o usuário pode usar o garfo como está habituado. No entanto, o perfil Data Lover permite usar faca apenas em material não condutivo. No perfil Picking o usuário deve utilizar o garfo como se come petiscos, ou seja, usando os dentes do garfo para espetar o alimento e levá-lo até a boca com os dentes do garfo apontando para cima. Já no perfil Scooping o usuário pode utilizar uma faca feita em material condutivo, mas deve evitar tocar o garfo na faca para evitar falso alarme. Esse perfil é para usuários que costumam comer recolhendo o alimento, como se estivessem comendo usando uma colher. Além disso, para cada um desses perfis, existe a possibilidade de três modos diferentes de uso: alarm (alarme), mute (silencioso) e coaching (treinamento).

No modo alarme o garfo vibra e acende a luz vermelha, caso o usuário coloque-o na boca duas vezes seguidas, antes do intervalo definido. No modo silencioso ele funciona de acordo com as configurações escolhidas pelo usuário, mas não emite nenhum alerta visual ou vibratório. Fica apenas com a luz verde, que indica que o garfo está ligado, piscando. Mas nesse modo ele registra todos os dados normalmente. Já no modo de treinamento, o garfo funciona como no modo alarme, mas no intervalo entre cada garfada ele fica com uma luz laranja acesa. Quando esta apaga, a luz verde acende, indicando que é o momento certo para levar o garfo até a boca, ou seja, treinando o usuário para comer de forma correta, de acordo com a configuração do intervalo entre cada garfada. Caso o usuário leve o garfo à boca antes do sinal verde para a próxima garfada, o garfo emite sinais de vibração e acende a luz vermelha, similar ao uso no modo alarme. As luzes indicativas são fáceis de visualizar, uma delas fica instalada na parte frontal do corpo do garfo.

Para esta pesquisa, foi utilizado o perfil Data Lover, por ser mais preciso na captação dos dados, e o modo silencioso, já que o objetivo foi apenas monitorar a taxa de alimentação do participante, sem nenhuma interferência ou alteração na sua rotina alimentar.

9.6.5 Escolha do garfo

A proposta inicial deste estudo foi o desenvolvimento de um garfo similar ao descrito. No entanto, ao iniciar a busca na literatura sobre o assunto abordado, foram encontradas as informações sobre o lançamento do garfo. De modo que optou-se por usá-lo, uma vez que facilitaria a pesquisa. Nos trabalhos citados, na busca bibliográfica, a coleta se deu através de questionário e dispositivos manuais para marcar a duração de cada refeição. Sendo assim, o presente estudo focou em usar um dispositivo inteligente e fácil de usar.

A opção pelo garfo fornecido pela hapilabs, e também pela Slow Control, se deu por ser o único disponível no mercado e que atendeu à proposta da pesquisa.

9.6.6 Limitações do garfo

Embora o garfo seja suficientemente útil para a coleta dos dados, tendo em vista os objetivos deste estudo, existem algumas limitações impostas, tais como o alto valor para aquisição, bem como a dificuldade de importação, já que não é vendido no Brasil.

Além disso, os perfis de uso são limitados, por exemplo, os perfis Picking e Scooping não são precisos, pois, dependendo de como o usuário usa o garfo para levar a comida até a boca, pode haver falha na detecção dos movimentos. No perfil Data Lover, usado na pesquisa, a coleta de dados é mais exata, mas, ao mesmo tempo, exige o uso de uma faca feita em material não condutivo. O garfo também não é capaz de distinguir o tipo de alimento ingerido.

9.7 PROTOCOLO DE TESTES

Os participantes selecionados foram orientados a usarem o garfo durante as principais refeições, a saber, no almoço e jantar, da mesma forma que o habitual, ou seja, não deveriam mudar seu ritmo de mastigação, nem tampouco a quantidade média de alimento ingerido. Além disso, todas as informações adquiridas foram relatadas pelo próprio participante, através do questionário, com exceção dos dados coletados por meio do garfo.

9.7.1 Descrição do experimento

Após as instruções de uso e de higienização do garfo, bem como a assinatura do TCLE, cada participante foi orientado a usar o garfo durante pelo menos 7 dias consecutivos. Esse tempo foi definido levando em conta a limitação do número de garfos disponíveis, 7 no total, bem como a disposição dos participantes envolvidos.

Para as informações serem coletadas de modo preciso, cada participante precisou ligar o garfo no início da refeição, usar uma faca com cabo feito em material isolante (fornecida no kit), desligar o garfo ao final de cada refeição e higienizar o mesmo após o uso. Além disso, foi imprescindível o participante lembrar-se de usar o garfo, mesmo que a refeição tenha sido feita em restaurante ou outro local diferente da sua residência.

9.7.2 Hipóteses de contorno

Para avaliar a média da taxa de alimentação é importante considerar algumas situações que podem influenciar no ritmo mastigatório durante a refeição. Como o objetivo principal do estudo é verificar se existe correlação entre a taxa de alimentação e o IMC, as seguintes hipóteses de contorno precisam ser consideradas:

- Transtornos de saúde (portador de doença metabólica, gástrica ou intestinal);
- Ingestão de líquido durante as refeições;
- Estar seguindo dieta nutricional.

O questionário elaborado auxiliou na obtenção dessas informações e a análise dos dados mostrará se essas hipóteses são válidas ou não.

9.8 ANÁLISE DOS DADOS

Com o objetivo de organizar e analisar os dados brutos coletados através do questionário e do garfo inteligente, procedimentos de estatística foram utilizados no processamento das variáveis.

Para examinar a associação entre as diversas variáveis, foi usado o coeficiente de correlação de Pearson (r), para as variáveis quantitativas contínuas e com distribuição normal, e o coeficiente de correlação de Spearman (ρ), para as que não apresentaram uma distribuição normal, bem como para as variáveis ordinais. Ambos os testes apresentaram uma medida padronizada mostrando a intensidade, ou força, do relacionamento entre duas variáveis. O valor do coeficiente pode variar de -1 a $+1$, sendo que o resultado negativo indica uma relação inversamente proporcional, ou seja, à medida que uma variável muda, a outra muda no sentido contrário e o resultado positivo indica uma relação diretamente proporcional (Field, 2009).

A normalidade das variáveis foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk e comparada com o teste de Kolmogorov-Smirnov, com a correção da significância de Lilliefors. Para os dados com distribuição normal, foi usado o teste t de Student, para amostras independentes, e comparadas as diferenças das médias das variáveis entre os grupos. Para as variáveis que apresentaram distribuição não paramétrica, foi usado o teste de Mann-Whitney, que tem a estatística teste representada por U e o teste das somas dos postos de Wilcoxon (Wilcoxon rank-sum test), estatística teste (W_s), que são bastante semelhantes. Neste caso, ambos procuram as diferenças entre as duas amostras independentes através da soma de postos, isto é, ele testa se as populações das quais duas amostras foram retiradas têm a mesma localização. O nível de significância para todos os testes foi de 5%, ou seja, $p < 0,05$ (Field, 2009).

Para as análises estatísticas foram utilizados os softwares MATrix LABoratory (MATLAB), versão R2013a e software Statistical Package for the Social Sciences (IBM SPSS), versão 22.0 para Windows. A Figura 9.4 apresenta um exemplo do roteiro usado para os testes no MATLAB.

```
clear all; close all; clc

% Testes de hipóteses
% H0 => indivíduos de IMC maior ou igual a 28,06 kg/m² comem, na média, com a mesma taxa média medida pelo garfo)
% H1 => indivíduos de IMC maior ou igual a 28,06 kg/m² comem, na média, mais rápido que os demais.
taxa_para_individuos_com_imc_maior = ...
    [6.05; 3.84; 8.18; 5.02; 3.3; 4.5; 5.53; 5.52; 7.8; 5.22; 7.52; 8.26; 8.4; 4.15; 2.88];
taxa_para_individuos_com_imc_menor = ...
    [6.04; 5.8; 8.36; 5.18; 6.91; 5.23; 6.19; 5.37; 6.94; 3.3; 3.04; 3.29; 7.93; 6.46; 3.74; 4.94];
% Teste de normalidade (Lilliefors):
[hn1, pn1] = lillietest(taxa_para_individuos_com_imc_maior);
[hn2, pn2] = lillietest(taxa_para_individuos_com_imc_menor);
% Teste de normalidade (Shapiro-Wilk):
[hn3, pn3] = swtest(taxa_para_individuos_com_imc_maior);
[hn4, pn4] = swtest(taxa_para_individuos_com_imc_menor);
% Teste de t-Student (teste paramétrico - se as 2 variáveis forem normais):
[h_ttest, p_ttest] = ttest2(taxa_para_individuos_com_imc_maior, ...
    taxa_para_individuos_com_imc_menor, 'tail', 'right');
% Teste de Wilcoxon (teste não paramétrico):
[p_wil, h_wil] = ranksum(taxa_para_individuos_com_imc_maior, ...
    taxa_para_individuos_com_imc_menor, 'tail', 'right');
```

Figura 9.4. Roteiro de teste de hipótese no MatLab

9.9 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados da revisão bibliográfica, com o resumo dos artigos selecionados. Além disso, são apresentados e discutidos os resultados baseados na análise dos dados provenientes do questionário, bem como dos dados coletados por meio do garfo. Ainda são exibidos e discutidos os resultados da análise estatística e comparados com o que já existe na literatura. Por último, são apresentadas as publicações científicas produzidas com base neste estudo.

9.9.1 Síntese dos artigos encontrados

A Tabela 9.2 mostra os artigos encontrados que foram comparados com os resultados obtidos nesta pesquisa.

Tabela 9.2. Síntese dos artigos selecionados

Título	Ano/Periódico/ Participantes	Hipóteses	Principais Resultados
Slower eating speed lowers energy intake in normal-weight but not overweight/obese subjects.	2014 / Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics / 70 Adultos dos EUA com idade entre 19 e 65 anos.	Se o efeito da taxa de alimentação sobre o consumo de energia é o mesmo em adultos com peso normal e com sobrepeso/ obesidade.	Constatou-se uma redução significativa no consumo de energia no grupo com peso normal quando consumiram a refeição lentamente. No entanto, isso não foi observado no grupo com sobrepeso/obesidade.
Increasing the number of chews before swallowing reduces meal size in normal-weight, overweight, and obese adults. 2014	2014 / Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics / 45 Adultos com idade entre 18 e 45 anos	Analisou se o aumento no número de mastigações reduz a taxa de alimentação e reduz a ingestão de alimento.	O estudo constatou que o aumento do número de ciclos mastigatórios, antes da deglutição, reduz a quantidade de alimento ingerida tanto para os indivíduos com peso normal como para os que estão com sobrepeso/ obesidade.

Título	Ano/Periódico/ Participantes	Hipóteses	Principais Resultados
Effects of eating behaviors on being overweight in Japanese university students: a cross-sectional survey at the Okayama University.	2013 / Asia-Pacific journal of public health / 1918 estudantes universitários Japoneses com idade entre 18 e 19 anos.	Se comer rapidamente e/ou comer até sentir-se cheio está relacionado com sobrepeso/ obesidade em estudantes universitários.	Comer rapidamente foi associado com o sobrepeso apenas em estudantes do sexo masculino. Comer até sentir-se cheio não foi associado com o sobrepeso em homens ou mulheres.
Eating behavior in relation to prevalence of overweight among Japanese men.	2011 / Asia Pacific journal of clinical nutrition / 290 Homens Japoneses de meia-idade	Se há associação entre comportamentos alimentares (comer rápido, comer alimentos gordurosos e até sentir-se cheio) e a prevalência de sobrepeso em homens japoneses.	Foram encontradas associações significativas entre os comportamentos alimentares e o sobrepeso.
Faster self-reported speed of eating is related to higher body mass index in a nationwide survey of middle-aged women.	2011 / Journal of the American Dietetic Association / 1601 Mulheres com idade entre 40 e 49 anos da Nova Zelândia.	Se existe relação entre a taxa de alimentação, auto-relatada, e o índice de massa corporal (IMC) em mulheres de meia-idade.	Na amostra da Nova Zelândia constatou-se que comer rápido aumenta o IMC em mulheres de meia-idade.
Eating slowly led to decreases in energy intake within meals in healthy women.	2008 / Journal of the American Dietetic Association / 30 Mulheres Saudáveis	Que comer devagar pode maximizar a saciedade e reduzir o a quantidade de alimento ingerido em mulheres.	Conclui-se que diminuir a velocidade de alimentação pode resultar em saciedade antes de ingerir grande quantidade de alimento que, por sua vez, ajuda a controlar o peso.
The joint impact on being overweight of self reported behaviours of eating quickly and eating until full: cross sectional survey.	2008 / BMJ : British Medical Journal / 3287 Adultos Japoneses com idades entre 30 e 69 anos	Comer até sentir-se cheio e comer rapidamente podem levar ao sobrepeso em adultos japoneses.	O estudo conclui que comer até sentir-se cheio e comer rapidamente estão associados com o sobrepeso em homens e mulheres japoneses. Ainda mostrou que os dois comportamentos associados podem ter um impacto substancial sobre o sobrepeso.

9.9.2 Análise estatística

O garfo foi usado por 31 participantes, por um período total de aproximadamente três meses, sendo que a média do número de vezes de uso do garfo foi de 9,87 vezes e o uso mínimo e máximo foi de 5 e 18 vezes, respectivamente. Cada participante ficou com o garfo, em média, durante uma semana, sendo que alguns se esqueceram de usar o mesmo por um ou mais dias, havendo a necessidade de aumentar o tempo de utilização para completar o número mínimo de vezes aceitável de uso.

Após testar a normalidade dos dados das variáveis de interesse, os testes estatísticos foram divididos em duas etapas: testes de correlações e testes de hipóteses, analisando as diferenças entre as médias das variáveis.

9.9.2.1 Correlações

A Tabela 9.3 mostra a distribuição dos dados segundo o número de participantes que relataram estar com peso normal e com obesidade. Nela são apresentados os principais dados coletados através do questionário e do garfo inteligente.

Tabela 9.3. Distribuição dos dados – participantes obesos e não obesos

Características	Obesos (n=15)	Não obesos (n=16)
Sexo	n (%)	n (%)
Feminino	7 (46,7)	9 (56,25)
Masculino	8 (53,3)	7 (43,75)
Cor da pele	n (%)	n (%)
Branca	3 (20)	5 (31,3)
Parda	8 (53,3)	9 (56,3)
Negra	4 (26,7)	2 (12,5)
Hipóteses de contorno	n (%)	n (%)
Portador de doença metabólica	1 (6,7)	-
Portador de doença Gástrica	4 (26,7)	2 (12,5)
Seguindo dieta	2 (13,3)	4 (25)

Características	Obesos (n=15)	Não obesos (n=16)
	Média ± desvio padrão	Média ± desvio padrão
Idade (anos)	32,2 ± 10,05	31,31 ± 10,5
IMC (kg/m ²)	34,02 ± 2,3	22,46 ± 1,49
Taxa de alimentação	5,88 ± 1,97	5,54 ± 1,61
Percepção do ritmo mastigatório	2,73 ± 0,46	2,06 ± 0,68

A amostra foi composta, na maioria, por alunos dos cursos de graduação e pós-graduação da Faculdade do Gama (FGA). A idade dos participantes variou entre 19 e 55 anos, sendo 16 participantes do sexo feminino e 15 do sexo masculino, 51,6% e 48,4%, respectivamente. Percebe-se, na Tabela 2, que a característica da cor da pele, parda, informada, foi maior que 50% para ambos os grupos. Apenas 1 participante declarou ser portador de doença metabólica, estando no grupo de obesos. Além disso, 6 pessoas declararam serem portadoras de doença gástrica, 2 pertencendo ao grupo dos que estão com peso normal e 4 com obesidade. Somente 6 participantes estão seguindo dieta, 2 com obesidade.

Ao fazer uma verificação visual na tabela, percebe-se que há pouca diferença entre a média na taxa de alimentação, medida pelo garfo, entre os grupos. No entanto, observa-se uma variação, que parece significativa, entre a média da percepção do ritmo mastigatório, declarada pelos participantes.

Assim, a fim de verificar as correlações entre as variáveis, bem como testar as diferenças entre as médias das variáveis de interesse, os testes estatísticos foram aplicados. De todas as variáveis, somente 3 são variáveis quantitativas contínuas: 'taxa de alimentação', 'IMC' e 'idade'. Dessa forma, os testes de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors foram aplicados, mas apenas a variável 'taxa de alimentação' apresentou uma distribuição normal dos dados.

O teste de correlação de coeficiente de Spearman foi usado para verificar as correlações entre as variáveis, uma vez que nem todas elas atendem aos requisitos de testes paramétricos (Field, 2009).

Como o objetivo principal do estudo foi verificar se existe correlação entre a taxa de alimentação e o IMC, o teste de correlação foi aplicado para ver a relação entre essas duas variáveis. No entanto, o resultado mostrou uma relação nula, com o coeficiente próximo de zero, embora sendo positivo ($\rho = 0,054$ com $p = 0,386$). A Figura 9.5 mostra o gráfico de dispersão, desse modo pode-se observar que os dados parecem não seguir nenhuma tendência.

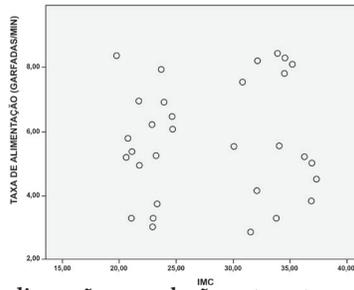


Figura 9.5. Gráfico de dispersão: correlação entre a taxa de alimentação e o IMC

Não obstante, ao testar a correlação entre a percepção do ritmo mastigatório, relatado pelos participantes, e o IMC, constatou-se uma relação positiva, moderada, mas com significância estatística ($\rho = 0,535$ com $p = 0,001$), ou seja, os testes revelaram que, segundo relatado pelos participantes, quanto maior o IMC maior será a taxa de alimentação. A Tabela 9.4 apresenta os resultados da análise. Vale destacar que a correlação não significa, necessariamente, causalidade, nem tampouco se pode tirar conclusão da causa, neste caso, da obesidade, a partir do teste de correlação (Field, 2009).

Tabela 9.4. Correlação entre IMC e percepção do ritmo mastigatório

		Percepção do ritmo mastigatório	
rô de Spearman	IMC	Coefficiente de Correlação	0,535**
		Sig. (1 extremidade)	0,001
		N	31

** A correlação é significativa no nível 0,01 (1 extremidade).

Esse resultado está de acordo com as pesquisas citadas anteriormente, essas mostram que há relação entre comer rápido e a obesidade. Assim como se deu neste caso, em todos esses estudos, a coleta de dados foi através de questionário, ou seja, a pesquisa foi baseada no relato do participante que informou sua percepção, ou intuição pessoal sobre o ritmo mastigatório (Maruyama et al., 2008; Kimura et al., 2011; Leong et al., 2011; Ekuni et al., 2013). Além disso, nos experimentos controlados, foram usados dispositivos manuais para aferição do tempo de alimentação, como o cronômetro (Andrade et al., 2008; Shah et al., 2014; Zhu e Hollis, 2014).

Assim, com base apenas na percepção dos participantes desta pesquisa, informada no questionário, a taxa de alimentação correlaciona-se com o IMC, uma vez que as pessoas obesas declararam comer mais rapidamente do que as que estão com peso normal.

Ao mesmo tempo, porém, esses dados contradizem os estudos citados, pois nota-se que, ao ser usado um instrumento para mensurar o comportamento alimentar, neste caso o garfo inteligente, os testes estatísticos não mostram associação entre a taxa de alimentação e o IMC. Talvez os resultados com o garfo não tenham sido similares aos relatados pelos participantes pelo fato de que alguns destes, mesmo que involuntariamente, tiveram a tendência de corrigir o comportamento alimentar durante os testes. Em adição a isso, alguns participantes fizeram uso do garfo somente o número de vezes mínimo aceitável para as análises. De modo que se entende que, se o número de participantes e também o tempo de uso do garfo fosse maior, os resultados talvez tivessem sido diferentes, ou seja, haveria relação entre a taxa de alimentação e o IMC.

Em busca de novas correlações, foi aplicado o teste nas diversas variáveis possíveis, mas os resultados retornados mostraram apenas mais uma variável que parece ter associação com a taxa de alimentação: a quantidade de refeições feitas pelos participantes por dia. O coeficiente de Spearman correlacionou as duas variáveis negativamente, com intensidade fraca, mas com significância estatística, ou seja, os testes mostram que, quanto mais refeições diárias a pessoa faz, menor tende ser a taxa de alimentação ($\rho = -0,353$ com $p = 0,026$). Isso pode ser explicado pelo fato de que a pessoa que faz 5 ou mais refeições ao dia está mais preocupada com a saúde e pode ter adquirido o hábito de parar para se alimentar sem pressa.

9.9.2.2 Testes de hipóteses

A fim de verificar se existe diferença entre os grupos criados, foram usados os testes t de student, para testes paramétricos e Mann-Whitney, para testes não paramétricos. Todos os testes não paramétricos foram comparados com o teste das somas dos postos de Wilcoxon (Wilcoxon rank-sum test), usando o MATLAB, que retornaram resultados similares.

Na maioria das hipóteses levantadas, os resultados dos testes não apresentaram diferenças significativas entre os grupos analisados. Mas três testes mostraram diferença entre as variáveis, com significância estatística. A primeira hipótese levantada foi a de maior interesse da pesquisa: hipótese nula (H_0) de que os participantes obesos ($n=15$) comem, na média, na mesma taxa que os não obesos ($n=16$). Neste caso, a hipótese alternativa (H_1) foi de que esses participantes comem mais rápido que os demais. A Tabela 9.5 mostra o resumo estatístico dos resultados do teste t de student.

Tabela 9.5. Resumo estatístico das diferenças das médias entre obesos e não obesos

	Obesos e não obesos	N	Média	Desvio Padrão	Erro padrão da média
Taxa de alimentação	Não obesos	16	5,5450	1,61807	0,40452
	Obesos	15	5,8800	1,97599	0,51020

Ao visualizar a média dos que se declararam obesos e comparar, visualmente, com os não obesos, já se percebe que essas se mostram pequenas. Isso foi comprovado pelo teste t, o qual apontou para uma diferença nas médias das taxas de alimentação de -0,355 garfadas/min e sem significância estatística ($p = 0,304$), ou seja, a hipótese nula não foi rejeitada.

Dois testes t revelaram diferenças nas médias. Em um deles foi testada a hipótese nula de que os participantes que fazem cinco ou mais refeições ($n=15$) comem com a mesma taxa de alimentação dos demais ($n=16$). A hipótese alternativa foi de que esses participantes comem mais devagar que os demais. O resultado mostrou a diferença de 1,07 garfadas/min a mais, em relação à média, para os participantes que fazem até quatro refeições diárias, com uma significância de 0,0473, ou seja, $p < 0,05$. Dessa forma, a hipótese nula foi rejeitada, mostrando a tendência de que, os que fazem mais refeições diárias, tendem a comer mais devagar, segundo os resultados desta pesquisa. A Figura 9.6 apresenta o gráfico boxplot, nele é possível visualizar essa tendência.

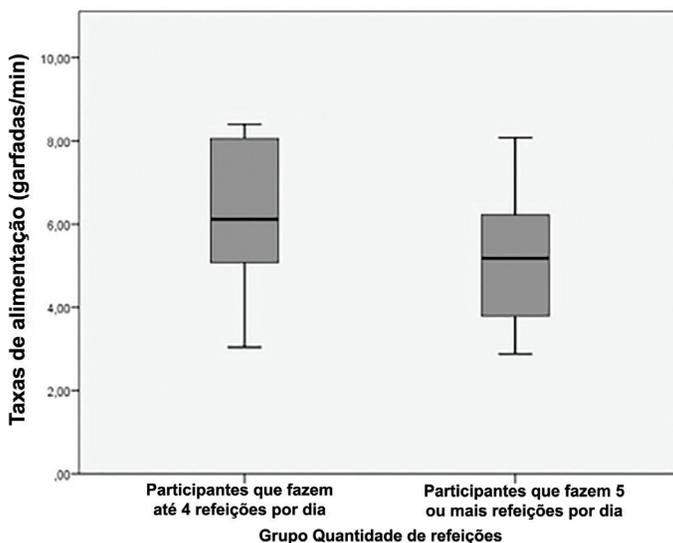


Figura 9.6 – Gráfico boxplot: diferenças das taxas de alimentação entre os participantes que fazem mais e menos refeições diárias

Em outra análise, H0: participantes que tomam 7 ou mais copos de água por dia (n=16) comem, em média, com a mesma taxa que os demais (n=15). H1: os mesmos participantes comem, em média, mais devagar que os demais. Assim, os resultados mostraram uma diferença expressiva na média da taxa de alimentação, de 1,24 garfadas/min a menos, em relação à média, para os participantes que consomem mais de 7 copos de água por dia, com $p = 0,025$. De modo que, neste estudo, os que bebem mais água tendem a comer mais devagar do que os demais.

Testes não paramétricos foram rodados, com o objetivo, também, de encontrar as diferenças entre as variáveis, neste caso, nas que não atenderam aos requisitos dos testes paramétricos. Os testes de Mann-Whitney e o teste das somas dos postos de Wilcoxon (Wilcoxon rank-sum test) foram usados para as análises.

Dentre os testes rodados, apenas dois apresentaram diferenças significativas. Um deles testou a hipótese nula de que os participantes que se declararam brancos e pardos (n=25) comem, em média, com a mesma taxa dos que se declararam negros (n=6). A hipótese alternativa foi a de que os brancos e pardos comem mais devagar que os negros. Os resultados são apresentados nas Tabelas 9.6 e 9.7.

Tabela 9.6 - Médias dos postos da variável taxa de alimentação em relação à cor da pele

	Grupo cor da pele	N	Postos de média	Soma de Classificações	Erro padrão da média
Taxa de alimentação	Branca e parda	25	14,16	354,00	0,40452
	Negra	6	23,67	142,00	0,51020
	Total	31			

A Tabela 9.6 mostra as médias dos postos da variável taxa de alimentação, bem como a soma dos postos. Nela observa-se que postos de média referente aos que se declararam negros têm um valor maior. Isso significa que a taxa média de alimentação foi maior para os que se declararam negros, em relação aos brancos e pardos (Field, 2009).

Tabela 9.7. Estatísticas dos testes da variável taxa de alimentação de acordo com a cor da pele

	Taxa de alimentação
U de Mann-Whitney	29,000
Wilcoxon W	354,000
Z	-2,300
Significância Sig. (2 extremidades)	0,021
Sig exata [2*(Sig. de 1 extremidade)]	0,020b
Sig exata (2 extremidades)	0,019
Sig exata (1 extremidade)	0,010
Probabilidade de ponto	0,001

a. Variável de Agrupamento: Grupo cor da pele.

b. Não corrigido para vínculos.

Já a Tabela 9.7 apresenta as estatísticas dos dados. A parte mais importante a ser destacada é o valor de significância do teste, nesse caso a significância exata em 1 extremidade (hipótese alternativa direcional), foi de 0,01. Ou seja, rejeita-se H_0 , e pode-se afirmar que a taxa de alimentação média para os declarados brancos e pardos foi estatisticamente menor do que a dos que se declararam negros.

Por fim, a hipótese nula de que participantes que declaram ser obesos ($n=15$) comem, na média, no mesmo ritmo dos que estão com peso normal ($n=16$), foi testada. A hipótese nula foi de que os obesos comem mais rápido que os demais. Os testes foram rodados como o anterior. Os resultados mostraram os valores dos postos de média na categoria obesos de 20,27 e para os não obesos de 12, com nível de significância de 0,004, ou seja, um resultado com extrema significância de rejeição da hipótese nula. Isso mostra que houve uma diferença das médias na taxa de alimentação entre os grupos, isto é, neste estudo, os obesos declararam comer mais rápido do que os que estão com peso normal. Além disso, esse resultado corrobora com os resultados de outros autores que relacionaram a taxa de alimentação com o IMC, sendo que, os estudos foram realizados coletando os dados através de questionários, ou seja, a declaração de percepção do participante a respeito do seu ritmo de mastigação (Maruyama et al., 2008; Kimura et al., 2011; Leong et al., 2011; Ekuni et al., 2013).

Assim, a análise dos dados coletados foi finalizada e, embora não tenha tido os resultados esperados com respeito à correlação da taxa de alimentação com o IMC, foram encontrados resultados interessantes que ajudaram a enriquecer as discussões deste estudo.

9.10 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Esta seção apresenta a conclusão do presente estudo, bem como sugere o que pode ser feito em trabalhos futuros, a fim de fazer uma pesquisa mais abrangente dentro desse tema proposto.

Este trabalho foi um estudo inicial realizado no Laboratório de Engenharia e Biomaterial (BioEngLab) voltado para o tema abordado, visa buscar a relação entre o comportamento alimentar e o ganho de peso.

A presente pesquisa possibilitou avaliar a relação entre a taxa de alimentação e o IMC, bem como outros dados coletados através do questionário e do garfo inteligente. Também proporcionou a busca de informações relacionadas com o tema proposto, resultando em uma sólida revisão bibliográfica, na qual foram apresentados os principais estudos que abordam o assunto em questão, sendo possível a comparação com o que já se sabia a respeito do tema. Ajudou ainda na observação de outras informações a respeito deste, tais como a necessidade de uma educação alimentar, mostrando os benefícios que esta traz, através dos métodos alternativos de intervenção, como o garfo inteligente.

Outras conclusões obtidas, baseadas nas informações coletadas através do questionário e do garfo inteligente, foram de suma importância para a análise estatística, a qual possibilitou buscar a relação da taxa de alimentação com as diversas variáveis disponíveis, tais como: IMC, sexo, idade, prática de exercícios físicos, renda familiar e ingestão de líquidos durante a refeição. Essas análises mostraram uma relação da taxa de alimentação com a quantidade de refeições diárias e com o consumo diário de água. Também apresentou uma relação entre o perfil racial, o qual mostrou que os participantes que se declararam negros tendem a se alimentar mais rápido do que os autodeclarados brancos e pardos.

Embora o objetivo principal da pesquisa tenha sido observar a relação entre a taxa de alimentação, medida pelo garfo inteligente, e as variáveis, já citadas, a relação da percepção do ritmo mastigatório, declarada pelos participantes, com outras variáveis, também foi testada. Os testes estatísticos apresentaram uma forte relação entre a percepção do ritmo mastigatório do participante com o IMC.

Assim, foi possível perceber claramente uma nítida diferença entre a declaração do participante e os dados coletados pelo garfo. Esses resultados, com o uso do garfo, contradizem o que existe na literatura, ou seja, quando usado um instrumento para aferir a taxa de alimen-

tação, os resultados são diferentes daquilo que cada participante percebe. Isso pode ocorrer porque o próprio participante não tem referência sobre o que declarou, isto é, pode afirmar que come rápido, quando na verdade se alimenta com uma taxa adequada.

Apesar de os resultados mostrarem pouca relação entre a taxa de alimentação e o IMC, acredita-se não ser seguro tirar conclusões apenas com base na pequena amostra analisada aqui. Ressaltamos que a amostra foi pequena devido à limitação do número de garfos, apenas 7, e a baixa adesão de uso pelos que reponderam ao questionário. Outro ponto foi o tempo de uso do garfo, que não se mostrou suficientemente adequado para saber se interferiu ou não no comportamento alimentar de cada participante.

No entanto, a experiência com este trabalho mostrou que as pessoas demonstram resistência para inserir um novo instrumento na sua rotina diária, como o garfo inteligente. A título de exemplo, alguns dos que concordaram em usar o garfo ficaram com ele em seu poder por mais de 30 dias para conseguir usá-lo em 6 ou 7 refeições e, em um dos casos, o uso foi em apenas 2 refeições. Ainda outros 3 participantes ficaram com o garfo 15 dias e fizeram uso do mesmo 1 e 2 vezes, respectivamente. Em todos esses casos, os dados foram desprezados, ou seja, a pesquisa poderia ter tido um número maior de participantes, pelo tempo de execução.

Dessa forma, este estudo sugere que pode não haver uma relação significativa entre a taxa de alimentação e o IMC, no caso do grupo populacional estudado. No entanto, para uma conclusão mais precisa, a respeito da relação entre as duas principais variáveis analisadas, a taxa de alimentação e o IMC, é necessário um estudo com um número maior de participantes e também que cada um use o garfo por mais tempo. Ademais, o estudo pode ser estendido para outros grupos populacionais.

Portanto, para que isso ocorra, como trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de um garfo mais simples, apenas para coletar e armazenar os dados relacionados ao número de vezes que o garfo é levado até a boca, com isso extraindo a taxa de alimentação. Dessa forma, será possível fazer os experimentos com um número maior de participantes, de forma simultânea, e com custos relativamente baixos. Ademais, para que a adesão seja maior, sugere-se aderir a uma forma de incentivo para aqueles que conseguirem usar o garfo durante o tempo necessário, sem ferir as regras legais do nosso país sobre o assunto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÔRNO FILHO, E. T.; VELOSO, A. R.; DO AMARAL, N. M.; FRANCHIN, A. T.; DE CASTRO MELO, B.; MELO, R.; CAPOROSSI, C. Complicação tardia de bypass jejunoileal. *REVISTA COORTE*, n. 02, 2014. ISSN 2358-3622.

ANDRADE, A. M.; GREENE, G. W.; MELANSON, K. J. Eating slowly led to decreases in energy intake within meals in healthy women. *Journal of the American Dietetic Association*, v. 108, n. 7, p. 1186-91, Jul 2008. ISSN 0002-8223.

BARBIERI, A. F.; MELLO, R. A. As causas da obesidade: Uma análise sob a perspectiva materialista histórica. *Conexões: Revista da Faculdade de Educação Física da UNICAMP*, v. 10, n. 1, p. 133-153, 2012. ISSN: 1983-9030.

BUENO, J. M.; LEAL, F. S.; SAQUY, L. P. L.; SANTOS, C. B. D.; RIBEIRO, R. P. P. Educação alimentar na obesidade: adesão e resultados antropométricos. *Revista de Nutrição*, v. 24, p. 575-584, 2011. ISSN 1415-5273.

CARDOSO, C. D. M. C.; COSTA, A. L. R. C. D. O peso de viver em um corpo obeso. *Revista Mineira de Enfermagem*, v. 17, n. 4, p. 806-822, 2013. ISSN 1415-2762.

CARVALHO, M. R.; JORGE, Z.; NOBRE, E.; DIAS, T.; CORTEZ-PINTO, H.; MACHADO, M. V.; CAMOLAS, J.; NEVES, S.; GUERRA, A.; VIEIRA, J.; FAGUNDES, M. J.; BRITO, M. J.; NUNES, P. A.; DO CARMO, I. Balão intra-gástrico no tratamento da obesidade mórbida. *Revista de Exemplo*, v. 24, n. 4, p. 489-98, 2011.

DE LUCENA, C. V.; DA CUNHA, D. A.; DE OLIVEIRA, J. H. P.; DA SILVA, H. J. Caracterização da mastigação segundo tempo, predominância de lateralidade e número de ciclos mastigatórios em adultos jovens. *Distúrbios da Comunicação*. ISSN 2176-2724, v. 26, n. 2, 2014. ISSN 2176-2724.

DUARTE, J. L. G.; PRETTO, A. P. D. B.; NÖRNBERG, F. R.; CONTER, L. F. A relação entre o consumo de chá verde e a obesidade: Revisão. *RBONE-Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, v. 8, n. 43, 2014. ISSN 1981-9919.

EKUNI, D.; FURUTA, M.; TOMOFUJI, T.; IRIE, K.; AZUMA, T.; IWASAKI, Y.; MORITA, M. Effects of eating behaviors on being overweight in japanese university students: a cross-sectional survey at the Okayama University. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, v. 25, n. 4, p. 326-34, Jul 2013. ISSN 1941-2479.

FERREIRA, V. A.; MAGALHÃES, R. Obesidade entre os pobres no Brasil: a vulnerabilidade feminina. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 16, p. 2279-2287, 2011. ISSN 1413-8123.

FIELD, A. Descobrimdo a estatística usando o SPSS-2. Bookman Editora, 2009. ISBN 8536320184.

GONÇALVES, R. D. F. M.; CHEHTER, E. Z. Perfil mastigatório de obesos mórbidos submetidos à gastroplastia. Revista CEFAC, v. 14, p. 489-497, 2012. ISSN 1516-1846.

KIMURA, Y.; NANRI, A.; MATSUSHITA, Y.; SASAKI, S.; MIZOUE, T. Eating behavior in relation to prevalence of overweight among Japanese men. Asia Pacific journal of clinical nutrition, v. 20, n. 1, p. 29-34, 2011. ISSN 0964-7058.

LEONG, S. L.; MADDEN, C.; GRAY, A.; WATERS, D.; HORWATH, C. Faster self-reported speed of eating is related to higher body mass index in a nationwide survey of middle-aged women. Journal of the American Dietetic Association, v. 111, n. 8, p. 1192-7, Aug 2011. ISSN 1878-3570.

LEPINE, J. Device for regulating eating by measuring potential: Google Patents 2009.

LIMA, K. V. G. D.; COSTA, M. J. D. C.; GONÇALVES, M. D. C. R.; SOUSA, B. S. D. Deficiências de micronutrientes no pré-operatório de cirurgia bariátrica. ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo), v. 26, p. 63-66, 2013. ISSN 0102-6720.

MAGALHÃES, E. I. S.; SANTANA, L. F. R.; PRIORE, S. E.; FRANCESCHINI, S. C. C. Perímetro da cintura, relação cintura/estatura e perímetro do pescoço como parâmetros na avaliação da obesidade central em crianças. Revista Paulista de Pediatria, v. 32, p. 273-281, 2014. ISSN 0103-0582.

MARUYAMA, K.; SATO, S.; OHIRA, T.; MAEDA, K.; NODA, H.; KUBOTA, Y.; NISHIMURA, S.; KITAMURA, A.; KIYAMA, M.; OKADA, T.; IMANO, H.; NAKAMURA, M.; ISHIKAWA, Y.; KUROKAWA, M.; SASAKI, S.; ISO, H. The joint impact on being overweight of self reported behaviours of eating quickly and eating until full: cross sectional survey. BMJ, v. 337, p. a2002, 2008. ISSN 1756-1833.

MICKLESFIELD, L. K.; LAMBERT E. V.; HUME D. J., CHANTLER S; PIENAAR P. R.; DICKIE K.; PUOANE T.; GOEDECKE J. H. Socio-cultural, environmental and behavioural determinants of obesity in black South African women. Cardiovascular Journal of Africa, v. 24, n. 9-10, p. 369-75, 2013 Oct-Nov 2013. ISSN 1680-0745.

MORAES, A. L.; ALMEIDA, E. C.; SOUZA, L. B. Percepções de obesos deprimidos sobre os fatores envolvidos na manutenção da sua obesidade: investigação numa unidade do Programa Saúde da Família no município do Rio de Janeiro. Physis: Revista de Saúde Coletiva, v. 23, p. 553-572, 2013. ISSN 0103-7331.

MORY, M. R.; TESSITORE, A.; PFEILSTICKER, L. N.; COUTO JUNIOR, E. D. B.; PASCHOAL, J. R. Mastigação, deglutição e suas adaptações na paralisia facial periférica. *Revista CEFAC*, v. 15, n. 2, p. 402-410, 2013. ISSN 1516-1846.

NASCIMENTO, G. K. B. O.; DA CUNHA, D. A.; DE LIMA, L. M.; MORAES, K. J. R. D.; PERNAMBUCO, L. D. A.; RÉGIS, R. M. F. L.; DA SILVA, H. J. Eletromiografia de superfície do músculo masseter durante a mastigação: uma revisão sistemática. *Revista CEFAC*, v. 14, p. 725-731, 2012. ISSN 1516-1846.

PALERMO, M.; ACQUAFRESCA, P. A.; ROGULA, T.; DUZA, G. E.; SERRA, E. Late surgical complications after gastric by-pass: a literature review. *ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*, v. 28, p. 139-143, 2015. ISSN 0102-6720.

POLIT, D. F.; HUNGLER, B. P. Fundamentos de pesquisa em enfermagem: avaliação de evidências para a prática da enfermagem. 7. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2011.

PREVIATO, H.; DIAS, A. P. V.; NEMER, A. S. A.; NIMER, M. Associação entre índice de massa corporal e circunferência da cintura em idosos, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, v. 34, n. 1, p. 25-30, 2014. ISSN 0211-6057.

ROSA, S. D. S. R. F.; Rocha, A. F. D.; Brasil, L. M.; Oliveira, E. C.; Paula, P. M. C. D.; Carvalho, J. D. C. Prótese para controle de fluxo esofágico como nova técnica para o tratamento da obesidade. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, v. 26, n. 1, p. 49-54, 2010. ISSN 1517-3151.

SANTOS, A. C. D.; SILVA, C. A. B. D. Força de mordida em pacientes candidatos à gastroplastia. *ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*, v. 26, p. 315-318, 2013. ISSN 0102-6720.

SHAH, M. COPELAND, J; DART, L; ADAMS-HUET, B; JAMES, A; RHEA, D. Slower Eating Speed Lowers Energy Intake in Normal-Weight but not Overweight/Obese Subjects. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, v. 114, n. 3, p. 393-402, 2014. ISSN 2212-2672.

SOARES, D. A.; BARRETO, S. M. Sobrepeso e obesidade abdominal em adultos quilombolas, Bahia, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 30, n. 2, p. 341-354, 2014. ISSN 1678-4464.

TAVARES, T. B.; NUNES, S. M.; SANTOS, M. D. O. Obesidade e qualidade de vida: revisão da literatura. *Revista Médica de Minas Gerais*, v. 20, n. 3, p. 359-366, 2010. ISSN 2238-3182.

VIGITEL, B. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa. Brasília DF: Ministério da Saúde, 2014. Acesso em: 5 ago de 2015.

WHO. Obesity and overweight. p. World Health Organization, 2015. Disponível em: < <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> >. Acesso em: 23/ 04/ 2015.

ZHU, Y.; HOLLIS, J. H. Increasing the number of chews before swallowing reduces meal size in normal-weight, overweight, and obese adults. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, v. 114, n. 6, p. 926-31, Jun 2014. ISSN 2212-2672.

Análise do deslocamento do bolo alimentar: comparação entre o esôfago saudável e o modelo de Megaesôfago Chagásico

Adson da Rocha¹, Suélia Siqueira Rodrigues Fleury Rosa¹, Diego Colón²,
Célia Aparecida dos Reis³, Marina Pinheiro Marques¹,
Letícia Gonçalves Nunes Coelho⁴ e Mirela Altoe¹

Abstract

This work aimed at studying the dynamic of the human esophagus behavior when affected by Chagas' disease. A mass-spring-damper model was proposed to model the food through the esophagus during peristaltic action. After that, parameters were recalculated to simulate a chagasic megaesophagus. It was analyzed the velocity and displacement curves from both models and identified the dynamic differences between the healthy organ and the ill one. According to the results obtained, the food displacement in a chagasic megaesophagus type II (3 centimeters dilated) is just 11.84% of the displacement in a healthy esophagus. A virtually zero velocity and a high damping constant due to aperistalses imply a displacement output that cannot return to its initial state, which proves the food bolus retention.

Keywords: Esophageal Achalasia, Chagas Disease, Esophagus.

1 - Universidade de Brasília, UnB, Laboratório de Engenharia Biomédica, Brasília, DF, Brasil.

2 - Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP, Brasil.

3 - Universidade Estadual Paulista, Unesp, Faculdade de Ciências, Bauru, SP, Brasil.

4 - Universidade de Brasília, UnB, Instituto de Física, Brasília, DF, Brasil

Resumo

Estudar a dinâmica do comportamento do esôfago humano quando afetado por doença de Chagas. Um modelo de massa, mola e amortecedor foi proposto para modelar o alimento através do esôfago durante a ação peristáltica. Depois disso, os parâmetros foram recalculados para simular um megaesôfago chagásico. Foram analisadas as curvas de velocidade e deslocamento de ambos os modelos e identificou-se as diferenças dinâmicas entre o órgão saudável e um doente. O deslocamento de alimentos em um tipo de Chagas megaesôfago II (3 centímetros de dilatação) é apenas 11,84% do deslocamento num esôfago saudável. A velocidade zero praticamente é um alto amortecimento constante devido ao peristaltismo, implica uma saída de deslocamento que não pode retornar ao seu estado inicial, o que comprova a retenção do bolo alimentar.

Palavras-chave: Acalasia Esofágica, Doença de Chagas, Esôfago.

10.1. Introdução

O deslocamento do bolo alimentar através do esôfago resulta das estimulações neurais e das respostas de contração da parede muscular do esôfago, gerando forças peristálticas que são responsáveis por transportar o bolo até o fim do órgão [Nicosia e Brasseur 2002]. A doença de Chagas no esôfago é caracterizada por lesões inflamatórias no sistema nervoso entérico, associadas com a redução drástica no número de nervos ativos. Como resultado da desnervação intrínseca, verifica-se incoordenação motora, retenção de alimentos, hipertrofia muscular e, finalmente, dilatação esofágica, levando à formação do megaesôfago chagásico [Sanchez, Dick, Sala e Fontes 2007], [Côbo, Silveirinha, Micheletti, Crema e Adad 2012], [Dias e Coura 1997].

Os estudos sobre os aspectos gastrointestinais da doença de Chagas são importantes por permitirem o desenvolvimento de um modelo natural para compreensão das consequências da destruição do sistema nervoso entérico em humanos [De Oliveira, Troncon, Dantas and Meneghelli 1998]. No Brasil, estima-se que há entre 8 milhões a 10 milhões de portadores da doença de Chagas, o que a enquadra entre as 4 principais endemias no país. Os gastos globais e anuais com a doença chegam a aproximadamente US\$ 627 mil, e segundo Sherwood (2007): “Não existe tratamento efetivo para a doença. As drogas disponíveis apenas matam os parasitas extracelulares e as lesões nervosas causadas são irreversíveis”.

O megaesôfago pode ser classificado em 4 graus distintos, de acordo com o diâmetro transversal da imagem do esôfago e pelo tempo de estase (estado no qual o fluxo normal deixa de fluir). A seguir, é apresentada a classificação proposta por [Lee, Bacon, Bottazzi e Hotez 2013].

- **Grau I** – Dilatação moderada, até 4cm de diâmetro transversal. Estase pequena aos 5 minutos;
- **Grau II** – Dilatação até 7cm de diâmetro transversal. Estase aos 30 minutos;
- **Grau III** – Dilatação até 10cm de diâmetro transversal, alongamento sigmoide do esôfago (dolico megaesôfago). Estase pronunciada aos 30 minutos. Resíduo alimentar, causado pela estase, dando o contraste imagem;
- **Grau IV** – Dilatação maior que 10cm de diâmetro transversal. Imagem sem contraste, mostrando a dilatação ocorrida apenas pelo resíduo alimentar parado no esôfago.

Atualmente, não há um tratamento definitivo para o megaesôfago. É uma doença na qual as alterações funcionais são permanentes e progressivas. Todas as propostas terapêuticas apenas aliviam os sintomas. O tratamento cirúrgico, indicado em casos não avançados, não corrigem a desordem funcional do órgão, e os principais sintomas são recorrentes [Figueiredo et al. 2002].

Dessa forma, a análise do comportamento mecânico do esôfago adoecido se justifica, no sentido de obtenção de recursos que propiciem além de uma melhor qualidade de vida para pacientes que apresentam tal problemática, mas também como auxílio na apresentação de possibilidades de formas de tratamento e uma melhor compreensão do problema em questão.

Sendo assim, propõe-se a análise do comportamento mecânico do esôfago como sendo um sistema cuja entrada é a força. O comportamento mecânico do esôfago humano pode ser considerado como um sistema cuja entrada é a força devido às alterações de pressão entre a parte inferior da faringe e o esfíncter esofágico superior, estimuladas pela passagem do alimento. Já a saída desse sistema pode ser considerada como sendo o deslocamento do alimento pelo esôfago até o estômago. Sabe-se que há dois tipos de modelagem: “entrada –saída e espaço de estados”[Cólon et al. 2015]. A opção neste trabalho é efetuar uma modelagem fenomenológica (isto é, baseada nas leis da Física) e por espaço de estados, de modo que a saída é ainda função dessas variáveis de estado.

Uma importante característica dos sistemas biológicos, tal como o processo da passagem do bolo alimentar pelo esôfago, é a sua alta complexidade, de modo que ao se propor formas de alterar as suas dinâmicas através de controladores com realimentação (tal como se faz em engenharia de sistemas de controle), esses devem ser capazes de realizar suas funções mesmo na presença de ruídos, flutuações ou mudanças bruscas e imprevisíveis, que são características inerentes ao corpo humano. Muitas vezes também é impossível ou indesejável tentar modificar diretamente a dinâmica dos sistemas orgânicos, por questões tecnológicas.

Para estes sistemas biocomplexos (neste caso específico o tratamento esofágico), deve-se utilizar uma arquitetura de controle tal que a ação deste controle aplique-se de forma paralela. Além disso, devido à alta complexidade dos sistemas orgânicos humanos, que provavelmente envolve várias malhas de controle naturais (ligadas ao sistema nervoso), os modelos matemáticos da planta a ser controlada serão de alta ordem e bastante não-lineares, com influência de ruídos e perturbações.

O conceito de Controle Orgânico, que vem sendo desenvolvido pelos autores, procura se adequar a esta realidade, com objetivos de ajuste e reforço das alterações da dinâmica da planta de um sistema biológico, tal como o da passagem do bolo alimentar pelo esôfago. Essa

intervenção dá-se por razões biomédicas, apresentando-se como a contribuição da engenharia biomédica para tratamento de uma patologia específica. Propõe-se neste trabalho projetar um controlador orgânico, que seria responsável por propagar ondas artificiais peristálticas pelo órgão doente, dessa forma, permitindo que as atividades dinâmicas sejam restauradas ou reforçadas, e para que o alimento possa ser deslocado até o estômago. Dessa forma, a intervenção de um controlador orgânico tem o objetivo de atingir um desempenho padrão do esôfago, como o uso de biomaterial (látex) e/ou por sensoriamento [Ljung 1987]. O controlador orgânico a ser projetado atua em paralelo à planta e recebe a mesma entrada. Sua saída é adicionada à saída do sistema, e pode ser monitorada via sensoriamento, o que permitirá automatização e melhores correções do sinal de saída.

Os pacientes com doença de Chagas têm alterações da motilidade do esôfago, caracterizadas por I) menor amplitude de contração; II) maior velocidade das contrações na parte média do esôfago e III) menor pressão do esfíncter inferior. Como proposta de atuar nesses três parâmetros, propomos um sistema de controle orgânico bioinspirado. A atuação deste controle se dá via uma manta esofagiana, derivada de látex natural (biotecnológico), cuja proposta é ajustar tais parâmetros na expectativa de contribuir com o tratamento do acometido do esôfago chagásico. O desenvolvimento de um modelo matemático, que represente o funcionamento do esôfago humano com a moléstia chagásica é muito complexo (quadro típico de sistemas fisiológicos). Desta forma, propõe-se neste trabalho um modelo matemático baseado em um sistema mecânico massa-mola-amortecedor. Esta proposta baseia-se no fato de que o corpo humano pode ser modelado por componentes mecânicos.

Neste trabalho propõe-se um modelo matemático para o esôfago chagásico, representado por um modelo massa-mola-amortecedor, conforme descrito na Figura 10.1. A proposta de modelo matemático é representar o sistema fisiológico em questão por um modelo mecânico massa-mola-amortecedor, conforme mostrado na Figura 10.1, em que (a) mostra toda extensão do esôfago e o que representa cada ponto P1 a P4. Em (b) apresenta-se a distribuição dos valores de pressão nos pontos P1, P2, P3 e P4 no órgão esôfago, contendo valores com chagas e sem chagas.

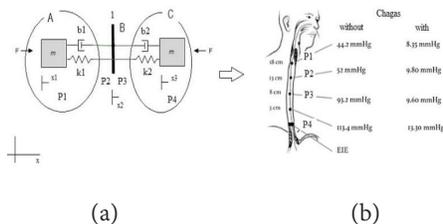


Figure 10.1. Diagrama do sistema massa-mola equivalente ao esôfago.

Fonte: Adaptada de Andrade et al. (2006).

Nesta, o primeiro conjunto massa, mola e amortecedor, observado da esquerda para a direita, deve modelar a redução da amplitude do esfôfago. A parte esquerda do modelo representa a parte superior do esfôfago, e a direita representa a parte inferior. As forças externas $F1$ e $F2$, representam a contração peristáltica, sendo que uma força do lado esquerdo $F2$ é nula em geral. Já a força $F1$ é nula durante o repouso, mas deve ser um pulso durante a passagem do bolo. As massas (m) representam a massa das paredes do esfôfago (que são muito pequenas) dão conta do armazenamento de energia cinética. Os elementos mola ($k1$) e amortecedor ($b1$) dão conta, na região 2, de modelar a redução da amplitude e velocidade, e os elementos mola ($k2$) e amortecedor ($b2$) dão conta, na região 3, da perda de pressão do esfíncter inferior.

De fato, a perda de energia nos elementos amortecedores, vai implicar nesta redução da pressão. O bolo alimentar, representado por uma barra (1), não se movimentava por gravidade nesse estudo, e o ponto onde se mede a maior velocidade das contrações em parte média do esfôfago (representada pela velocidade da barra). A força externa $F1$ e $F2$ são forças que atuam na parede do esfôfago em pontos distintos – sendo a primeira no esfíncter superior e a segunda no esfíncter inferior. Na literatura afirma-se que são 7 segundos a média de tempo para a onda peristáltica chegar ao fim do esfôfago humano padrão, em um homem, 1.60 m, IMC normal e esfôfago normal [Andrade et al. 2006], [Rodrigues et al. 2015].

Os valores para a constante da mola (k) e do amortecedor (b) são calculados a partir dos diferentes valores de pressão na extensão do esfôfago, o diâmetro do órgão e da velocidade da onda peristáltica. A partir dos estudos de manometria, descritos na literatura [Nicosia e Brasseur 2002], [Sanchez, Dick, Salas e Fontes 2007], [Côbo, Silveirinha, Micheletti, Crema e Adad 2012], [Dias e Coura 1997], [De Oliveira, Troncon, Dantas e Meneghelli 1998], [Sherrwood 2007], é possível obter os valores de pressão no esfôfago durante a peristalse, devido à ingestão de 5ml de água. Na Figura 10.1, são apresentados os valores de pressão em quatro pontos de estudo no esfôfago. A região A é a que reflete a redução da amplitude para esfôfago chagásico em comparação com esfôfago sem chagas, a região B representa o acréscimo de velocidade do bolo na parte média do esfôfago, e a região C representa a diminuição da pressão do esfíncter, o que reflete no esvaziamento do esfôfago. Note que na imagem apresentamos os valores de pressão com e sem chagas.

Para o cálculo das constantes da mola (k_i) e do amortecedor (b_i) são adotadas a equação (1), sendo $i = 1, 2, 3, 4$ o índice da pressão na região indicada [Nicosia e Brasseur 2002], [Sanchez, Dick, Salas e Fontes 2007], [Côbo, Silveirinha, Micheletti, Crema e Adad 2012], [Dias e Coura 1997], [De Oliveira, Troncon, Dantas e Meneghelli 1998] .

$$k_i = \frac{\text{pressão} \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right] \times \text{área} \left[\text{m}^2 \right]}{\text{posição} \left[\text{m} \right]} \quad b_i = \frac{\text{pressão} \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right] \times \text{área} \left[\text{m}^2 \right]}{\text{velocidade} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]} \quad (1)$$

10.1.1 Parâmetros do sistema esôfago saudável

Para o cálculo das constantes da mola e do amortecedor, foram adotados os valores de 2cm/s para velocidade da onda peristáltica e 3cm para diâmetro do esôfago [Nicosia e Brasseur 2002], [De Oliveira, Troncon, Dantas e Meneghelli 1998]. Por tomografia computadorizada (TC), observa-se que a parede esofágica de um esôfago normal possui espessura média de $0,35\text{cm}$, com 28cm de comprimento e um raio $3,0\text{ cm}$ [Côbo, Silveirinha, Micheletti, Crema e Adad 2012], [Dias e Coura 1997]. Pode-se, assim, obter o volume aproximado de um cilindro oco que, para o caso em estudo, adotou-se um valor médio do Volume ($V = 173,95\text{cm}^3$). Pela pressão média obtida da literatura na parede do esôfago normal, tem-se uma densidade esofagiana da parede calculada da forma clássica, onde a pressão é determinada pelo produto da densidade gravidade e da altura, sendo P a pressão média da parede do esôfago normal e ρ a densidade esofagiana da parede dada em g/cm^3 . Para $g = 980\text{cm/s}^2$ e com $P = 102,9\text{gf/cm}^2$ ($75,7\text{mmHg}$), tem-se que $\rho = 3,75 \cdot 10^{-3}\text{g/cm}^3$. A massa (m) é dada por $m = 0,65\text{ g}$ para esôfago sem chagas [Dias e Coura 1997].

10.1.2. Parâmetros do sistema megaesôfago chagásico

Os valores de pressão e diâmetro do megaesôfago foram obtidos em Sherwood (2007). Esse estudo manométrico também foi avaliado em quatro pontos espaçados de 5cm ao longo da extensão do órgão quando acometido pela Doença de Chagas. Com o valor do diâmetro interno do órgão de $6,0\text{ cm}$ e a letra M no índice indicando presença de megaesôfago chagásico. Aplicando o mesmo procedimento para megaesôfago chagásico, por tomografia computadorizada (TC), a parede esofágica de um esôfago chagásico é de espessura média de $0,5\text{cm}$, com 28cm de comprimento, raio de 6cm e Volume ($V = 505,79\text{cm}^3$). Onde P é a pressão média da parede do esôfago chagásico; ρ é a densidade esofagiana da parede dada em g/cm^3 , $g = 980\text{ cm/s}^2$, tem-se para $P = 13,9\text{ gf/cm}^2$, assim $\rho = 5,06 \cdot 10^{-4}\text{g/cm}^3$, logo a massa (m) é dada $m = 0,25\text{g}$ para esôfago com chagas.

As seguintes hipóteses adicionais foram consideradas: a) a parede do esôfago é suposta uniforme ao longo do comprimento; b) as massas calculadas são consideradas uniformes ao longo do comprimento do esôfago – seja com ou sem chagas; c) o movimento analisado é translacional em x na direção do esôfago – sem deflexões, vibrações; d) a influência dos órgãos circundantes é desprezada. Para obtenção do modelo matemático, tem-se adotado nos estudos realizados pelo grupo de pesquisa a ferramenta Bond Graph e Equações de Movimento [Lopes et al. 2011], [Ljung 1987].

10.2. Método

As entradas do sistema são as forças externas denominadas F , podendo ser diferentes em outros estudos. Tomando as equações de equilíbrio do sistema (balanço das forças) e aplicando as relações constitutivas, têm-se as seguintes equações de movimento para sistema mecânico translacional apresentado na Figura 10.1(a). A seguir, apresentamos o modelo matemático I, que representa o esôfago completo, conforme nossa proposta.

$$m\ddot{x}_1 = -b_1(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) - k_1(x_1 - x_2) + F \quad (2)$$

$$k_1(x_1 - x_2) - k_2(x_2 - x_3) + b_1(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + b_2(\dot{x}_2 - \dot{x}_3) = 0 \quad (3)$$

$$m\ddot{x}_3 = b_1(\dot{x}_2 - \dot{x}_3) + b_2(\dot{x}_2 - \dot{x}_3) + k_1(x_2 - x_3) - k_2(x_2 - x_3) - F \quad (4)$$

Aplicamos Bond Graph e obtivemos um Sistema com espaço de estados de maior ordem, porém com a dinâmica similar, por isso optamos por usar esse modelo para aplicação da técnica de linearização exata.

A aplicação da linearização exata por realimentação é um procedimento que permite transformar a dinâmica de um sistema não linear, em uma dinâmica linear, mediante uma saída escolhida previamente. O resultado da Linearização exata do sistema das equações (2), (3) e (4) para $k_j = \frac{P_j A_j}{x_j}$, $b_j = \frac{P_j A_j}{x_j}$, $i = 1, 2, 3$. Na descrição no espaço de estados, devemos reescrever o sistema assim:

$$\ddot{x}_1 = -\frac{b_1}{m}(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) - \frac{k_1}{m}(x_1 - x_2) + \frac{1}{m}F \quad (5)$$

$$\ddot{x}_3 = -\left[\frac{b_1(b_1+b_2)}{b_2 m}\right](\dot{x}_1 - \dot{x}_2) - \left[\frac{k_1(b_1+b_2)}{b_2 m}\right](x_1 - x_2) + \left[\left(\frac{k_2 b_1 + k_1 b_2}{m b_2}\right)\right](x_2 - x_3) - \frac{1}{m}F \quad (6)$$

Em (6), tomando $(k_i = \frac{P_i A_i}{x_i}), (b_i = \frac{P_i A_i}{x_i}), i = 1, 2, 3$ e fazendo:

$$\begin{aligned}
 A &= -\frac{b_1}{m}; \\
 B &= -\frac{k_1}{m}; \\
 C &= -\left[\frac{b_1(b_1+b_2)}{b_2 m}\right] \\
 D &= -\left[\frac{k_1(b_1+b_2)}{b_2 m}\right] \\
 E &= \left[\left(\frac{k_2 b_1 + k_1 b_2}{m b_2}\right)\right]
 \end{aligned} \quad (7)$$

O sistema (6) se escreve como:

$$= y_1; y_2 = y_3; \psi_3 = y_4; \psi_4 = y_2 \quad (8)$$

Como $u(t) = F(t)$, no espaço de estados, tomando: $y_1 = x_1, y_3 = x_2, y_5 = x_3$, o sistema (8) se escreve:

$$\begin{bmatrix} \dot{y}_1 \\ \dot{y}_2 \\ \dot{y}_3 \\ \dot{y}_4 \\ \dot{y}_5 \\ \dot{y}_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_2 \\ B y_1 + A y_2 - B y_3 - A y_4 \\ y_4 \\ 0 \\ y_6 \\ D y_1 + C y_2 - (D - E) y_3 - C y_4 - E y_5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{m} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -\frac{1}{m} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Em (9), derivando a saída, obtém-se que o grau do sistema é $r = 2$. Para a construção do difeomorfismo $\phi(\chi) = (\mu, \psi)$, basta tomar: $y = h(x) = y_3 - y_5$.

$$\begin{aligned}
 \phi &= [y \quad \dot{y} \quad \psi_1 \quad \psi_2 \quad \psi_3 \quad \psi_4] = [y_3 - y_5, \quad y_4 - y_6, \quad \psi_2, \psi_3, \psi_4] \quad (10) \\
 &= [\mu_1 \quad \mu_2 \quad \psi_1 \quad \psi_2 \quad \psi_3 \quad \psi_4]
 \end{aligned}$$

sendo $\psi_j, j = 1, 2, 3, 4$ uma solução do conjunto de EDP:

$$\nabla \psi_j g = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{1}{m} \left[\frac{\partial \psi_j(x)}{\partial y_2} - \frac{\partial \psi_j(x)}{\partial y_6} \right] = 0. \quad (11)$$

Uma solução para a EDP dada pela Eq. (11), é:

$$\psi_1 = y_1; \psi_2 = y_3; \psi_3 = y_4; \psi_4 = y_2 + y_6 \quad (12)$$

Assim, a função $\phi(x)$ é dada por:

$$\phi = [\mu_1, \mu_2, \psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4] = [y_3 - y_5, y_4 - y_6, y_1, y_3, y_4, y_2 + y_6] \quad (13)$$

Da Eq. (13), nota-se que $\phi(x)$ é um difeomorfismo global. Das Equações (10) e (11)

tem-se:

$$y_1 = \psi_1; \quad y_5 = \mu_2 - \psi_3 + \psi_4; \quad y_3 = \psi_2; \quad y_4 = \psi_3; \quad y_5 = -\mu_1 + \psi_2; \quad y_6 = -\mu_2 + \psi_3 \quad (14)$$

é o difeomorfismo inverso. A forma normal da dinâmica (9) é dada por:

$$\begin{bmatrix} \dot{\mu}_1 \\ \dot{\mu}_2 \\ \dot{\psi}_1 \\ \dot{\psi}_2 \\ \dot{\psi}_3 \\ \dot{\psi}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_2 \\ -E\mu_1 - C\mu_2 - D\psi_1 + D\psi_2 + 2C\psi_3 - C\psi_4 + \frac{1}{m}u(t) \\ \mu_2 - \psi_3 + \psi_4 \\ \psi_3 \\ 0 \\ -E\mu_1 + (A+C)\mu_2 + (B+D)\psi_1 - (B+D)\psi_2 - 2(A+C)\psi_3 + (A+C)\psi_4 \end{bmatrix} \quad (15)$$

De (15), a dinâmica interna é a dinâmica não linear:

$$\begin{bmatrix} \dot{\psi}_1 \\ \dot{\psi}_2 \\ \dot{\psi}_3 \\ \dot{\psi}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_2 - \psi_3 + \psi_4 \\ \psi_3 \\ 0 \\ E\mu_1 + (A+C)\mu_2 + (B+D)\psi_1 - (B+D)\psi_2 - 2(A+C)\psi_3 + (A+C)\psi_4 \end{bmatrix} \quad (16)$$

sendo:

$$A + C = -\left(\frac{P_1 A_1}{m}\right) \frac{1}{(\mu_2 - \psi_3 + \psi_4)} \cdot \left[2 + \left(\frac{P_1 A_1}{P_2 A_2}\right) \cdot \frac{\psi_3}{(\mu_2 - \psi_3 + \psi_4)}\right] e$$

$$B + D = -\left(\frac{P_1 A_1}{m}\right) \frac{1}{\psi_1} \left[2 + \left(\frac{P_1 A_1}{P_2 A_2}\right) \cdot \frac{\psi_3}{(\mu_2 - \psi_3 + \psi_4)}\right]$$

A dinâmica zero é obtida da dinâmica (16) quando a saída $\mathbf{y} \equiv \mathbf{0}$. Portanto, $\mu_1 = \mu_2 = 0$. Esta dinâmica tem equações:

$$\begin{bmatrix} \dot{\psi}_1 \\ \dot{\psi}_2 \\ \dot{\psi}_3 \\ \dot{\psi}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\psi_3 + \psi_4 \\ \psi_3 \\ 0 \\ (B+D)\psi_1 - (B+D)\psi_2 - 2(A+C)\psi_3 + (A+C)\psi_4 \end{bmatrix} \quad (17)$$

sendo, nessas condições:

$$A + C = -\left(\frac{P_1 A_1}{m}\right) \frac{1}{(-\psi_3 + \psi_4)} \left[2 + \left(\frac{P_1 A_1}{P_2 A_2}\right) \cdot \frac{\psi_3}{(-\psi_3 + \psi_4)}\right];$$

$$B + D = -\left(\frac{P_1 A_1}{m}\right) \frac{1}{\psi_1} \left[2 + \left(\frac{P_1 A_1}{P_2 A_2}\right) \cdot \frac{\psi_3}{(-\psi_3 + \psi_4)}\right]$$

Para o cálculo dos pontos críticos de (17) mostra-se que e é livre. Portanto, $(0, 0, 0, 0)$ é um ponto crítico desta dinâmica. A matriz A da contraparte linear da dinâmica (17) é

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Além disso, sua equação característica é dada por $\lambda^4 = 0$.

10.3. Resultados

A partir da proposta simplificadora do modelo massa-mola-amortecedor para o esôfago humano foi possível dar continuidade ao estudo da dinâmica do comportamento do órgão em função da velocidade e deslocamento do bolo alimentar. Assim, quando o sistema em malha aberta do esôfago saudável, usando o programa Simscape do Matlab, a resposta do sistema apresenta a posição da massa em função do tempo. Dessa forma, para 1N de força de entrada o deslocamento da massa é 8cm em 25 segundos. Contudo, para a mesma entrada, o sistema do megaesôfago chagásico tem um deslocamento bem inferior para a mesma escala de tempo.

De acordo com a resposta do sistema megaesôfago chagásico, o deslocamento é equivalente apenas 6,25% do deslocamento quando o órgão é saudável. O resultado é coerente com a literatura, visto que quando o esôfago é acometido pela doença de Chagas o grau de desnervação dos plexos intramurais é de aproximadamente 90% [Tanowitz et al. 1992], o que resulta em hipertrofia muscular e incoordenação motora e implica na redução da pressão de contração do corpo do esôfago para valores inferiores a 20mmHg.

A partir das simulações realizadas no Simscape™ é possível analisar e comparar a dinâmica para ambos os modelos. Para o esôfago saudável a curva de velocidade, Figura 10.2, foram obtidas quando o sistema foi excitado por um pulso de 5N e 7 segundos, equivalente ao tempo necessário para a onda peristáltica chegar até o fim do esôfago. Assim, será possível avaliar em termos da velocidade da onda (que foi considerada nos cálculos de k e b) e do seu tempo de duração, qual será a velocidade do alimento e o seu deslocamento. Para a curva da velocidade, no início a massa está em repouso. Então, em 2 segundos, devido ao sinal de entrada mudar abruptamente, a velocidade da massa dá um pico na direção positiva e gradualmente retorna a zero.

O deslocamento ao mesmo tempo muda mais gradualmente, devido à inércia e ao amortecimento chega ao seu valor máximo no fim da atuação da força. Aos 9 segundos, quando o sinal de entrada retorna a zero, a velocidade tem um pico inverso e a massa retorna gradualmente a sua posição inicial. Como é possível observar, a massa se desloca aproximadamente 25cm , o que corresponde aproximadamente à extensão entre os esfíncteres superiores e inferiores esofágicos.

O gráfico da Figura 10.2 mostra a saída do sistema do esôfago saudável do modelo da Figura 10.1 e a resposta do megaesôfago chagásico, quando excitados por uma entrada degrau unitário.

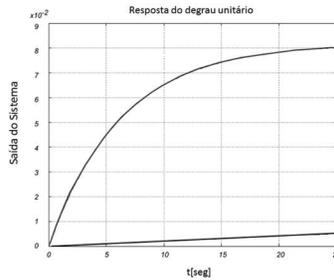


Figura 10.2. Respostas do esôfago saudável e do megaesôfago chagásico quando excitado por uma entrada degrau

A mesma análise aplica-se para a compreensão da dinâmica do megaesôfago chagásico. Já analisando a curva de velocidade, conforme a Figura 10.3, uma velocidade praticamente nula (aproximadamente 1.2 mm/s) ocorre durante os 7 segundos que a força é aplicada e o deslocamento.

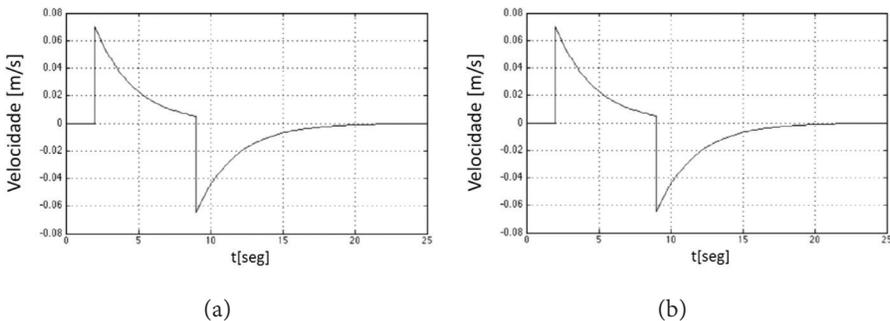


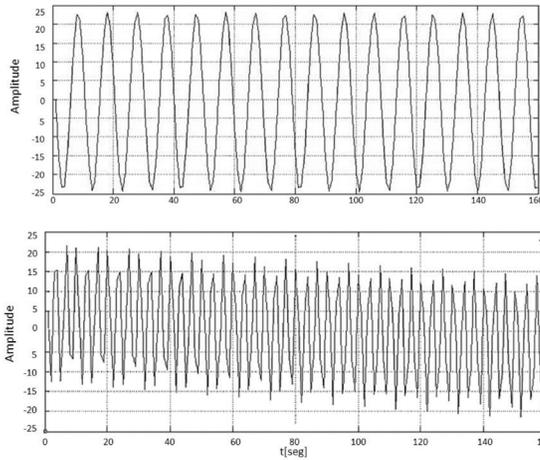
Figura 10.3. (a) Curva de velocidade para o sistema esôfago saudável. (b) Curva de velocidade para o sistema megaesôfago chagásico

10.4. Discussão

Considerando a curva de resposta dos dois sistemas sob estudo, o esôfago saudável e o megaesôfago chagásico foi possível a partir das suas resposta em malha aberta, projetar um controlador de ganho capaz de aproximar a curva do esôfago doente à curva do esôfago quando saudável. O projeto do controlador considera inicialmente a função de transferência do sistema saudável. Ou seja, se caso o órgão estivesse sem nenhuma funcionalidade, o controlador desempenharia por completo as funcionalidades biológicas competentes. Mas, considerando como exemplo o modelo proposto para um caso de Megaesôfago Chagásico Tipo II com dilatação de 6 cm de diâmetro transverso do esôfago, o órgão ainda apresenta uma resposta equivalente a 6,25% de desempenho no deslocamento do alimento. Dessa forma, substituindo os valores obtemos a função de transferência proposta para o Controlador Orgânico que deverá ter uma taxa de desempenho de 93.75% em relação a F.T. do esôfago saudável, já que a diferença é compensada pela saída obtida pelo órgão doente. Logo a função de transferência do Controlador Orgânico será dada pela equação (22).

$$FT = (0.9375)x \frac{1}{0,005s^2 + 76.739s + 12.246} \quad (22)$$

A saída obtida pelo controlador orgânico caracterizado pela Função de Transferência descrita acima somado com a saída natural do megaesôfago chagásico fornecerá uma saída final mais próxima do ideal e com uma performance dinâmica equivalente ao órgão saudável. Para a análise do sistema dinâmico proposto pelo modelo Figura 10.4 e identificação do seu desempenho, o sistema foi excitado por meio de um sinal padronizado. A partir da simulação, a resposta do sistema quando excitada pela entrada degrau permitiu definir as suas características de desempenho. O comportamento dinâmico foi alterado comparado com o esôfago normal, conforme os gráficos da Figura 10.4, em que y é a amplitude adimensional e x , o tempo em segundos.



(a)

(b)

Figura 10.4. (a) Resposta do sistema esôfago saudável para uma entrada degrau;
 (b) simulado no MatLAB Student

O megaesôfago chagásico também apresentou dinâmica alterada quando comparado com o esôfago saudável. De acordo com os resultados mostrados na Figura 10.5, a resposta do sistema para o esôfago doente é altamente oscilatória, implicando em resposta mais lenta.

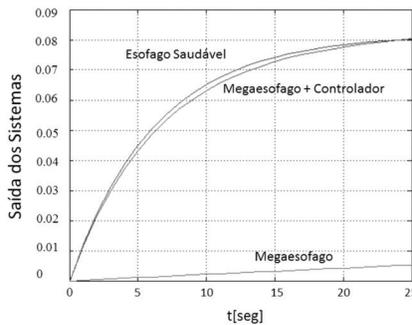


Figura 10.5. Resposta do sistema, curva inferior, devido à atuação do controlador orgânico no megaesôfago chagásico quando excitado por uma entrada degrau – 2015.

Além disso, o decaimento progressivo da amplitude quando o sistema é excitado por uma entrada degrau reflete a ineficiência de manter uma dinâmica capaz de deslocar o alimento ingerido.

1.5. Conclusão

Para a análise do sistema dinâmico proposto e identificação do seu desempenho, o sistema foi excitado por meio de um sinal padronizado. A partir da simulação do sistema de equações de sexta ordem, a resposta do sistema, quando excitada pela entrada degrau, permitiu definir as suas características de desempenho. A análise dos sistemas do esôfago saudável quando excitado pela entrada (degrau) com raízes características do sistema, mostrou que todas as raízes do sistema, distintas ou com repetição, estão no semiplano esquerdo, desse modo, conferindo estabilidade ao sistema.

A definição de controle orgânico foi explorada e uma proposta de controlador foi introduzida ao sistema do megaesôfago chagásico para reverter o quadro de aperistaltismo no órgão quando acometido pela doença de chagas. A proposta matemática para o controlador foi aplicada e obtiveram-se resultados satisfatórios na aproximação da curva de desempenho de um megaesôfago de grau II, somado com o auxílio do controlador orgânico em relação à curva do órgão saudável.

Foi apresentada a primeira versão do estado da arte do controlador orgânico concebido como uma manta esofágica derivada de látex natural. A essência deste estudo é, sob o enfoque etiológico mecânico, possibilitar a intercessão de um elemento externo, que será uma manta derivada de látex que ocasionará uma alteração nas variáveis principais, tais como massa e força de contato.

A investigação apresentada nesse estudo será preparo intelectual para o surgimento de um novo conceito dentro da linha engenharia biomédica - controle orgânico. O entendimento do sistema primário – esôfago – é o foco a ser controlado, baseado em estudos anteriores, a estratégia deste estudo é dar suporte através da mudança qualitativa e quantitativa das cargas aplicadas do esôfago, por meio da interação controlada pela malha manta. Esta denominação tem como base duas grandes áreas: controle, que propõe em sua essência simples realizar a regulação de algum elemento; e orgânico, relativo a órgão figurado como emblema profundamente. Dessa forma, podem-se realçar as regiões de maior concentração de força, deixando as de menor, com a carga mais acentuada que o normal.

O uso de um atuador como controlador derivado de um biomaterial realiza a sincronização e a interferência dinâmica no sistema não o modificando, mas sim o moldando ao sistema de maneira que a saída seja estável e sem sua inclusão ficaria instável.

Referências Bibliográficas

Andrade, C. G., Cecconello, I., Nasi, A., et al. (2006) “Lower esophageal sphincter analysis using computerized manometry in patients with chagasic megaesophagus”, *Diseases of the Esophagus*, v.19, p. 31-35.

Côbo, E. C., Silveira, T. P.; Micheletti, A. M.; Crema, E. and Adad, S.J. (2012) “Research on *Trypanosoma cruzi* and Analysis of Inflammatory Infiltrate in Esophagus and Colon from Chronic Chagasic Patients with and without Mega”, Hindawi Publishing Corporation *J Trop Med*.

Colón, D., Rosa, S. S. R. F., Oliveira, D. S., Balthazar, J. M. R., Célia, A. (2015) “Skin Model and Some Processing Properties of a Drilling Simulation in the Abdominal”, *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, v. 2, p. 50-55.

De Oliveira, R. B., Troncon, L. E. A., Dantas, R. O. and Meneghelli, U. G. (1998) “Gastrointestinal manifestations of Chagas’ disease”. *The American Journal of gastroenterology*, 93(6), p.884-889.

Dias, J. C. P. e Coura, J. R. (Org.). (1997) “Clínica e terapêutica da doença de Chagas: uma abordagem prática para o clínico geral”. Rio de Janeiro, FIOCRUZ, p. 133-176.

Figueiredo, S. D. S., Carvalho, T. B., Nóbrega, B. B., Ribeiro, F. S., Teixeira, K. S., Ximenes, C. A. (2002) “Caracterização radiográfica das manifestações esôfago gastrointestinais da doença de Chagas”, *Radiologia Brasileira*, v. 35, n. 5, p. 293-297.

Lee, B. Y., Bacon, K. M., Bottazzi, M. E. and Hotez, P.J. (2013) “Global economic burden of Chagas disease: A computational simulation model”, *The Lancet infectious diseases*, 13(4), 342-348.

Ljung, L. (1987) “System Identification - Theory for the User”, Prentice Hall.

Lopes, L. R., Braga, N. D. S., Oliveira, G. C. D., Neto, J. S. C., Camargo, M. A., Andreollo, N. A., et al. (2011) “Results of the surgical treatment of non-advanced megaesophagus using Heller-Pinotti’s surgery: Laparotomy vs. Laparoscopy”. *Clinics*, 66(1), p. 41-46.

Nicosia, M. A. e Brasseur, J. G. A. (2002) “Mathematical Model for Estimating Muscle Tension in vivo during Esophageal Bolus Transport”, *Journal of Theoretical Biology*, 219(2), p. 235-255.

Rodrigues, S. S. F. R., Reis, M.C., Rosa, M. F. F., Colón, D., Reis, C. A., Balthazar, J. M. (2015) “Use of Natural Latex as a Biomaterial for the Treatment of Diabetic Foot: A New Approach to Treating Symptoms of Diabetes Mellitus”, In: David Claborn. (Org.). Topics in Public Health. 1ed. Rijeka: In Tech books, v. 1, p. 213-248.

Sanchez-Lermen, R. L. P., Dick, E., Salas, J. A. P. e Fontes, C. J. F. (2007) “Sintomas do trato digestivo superior e distúrbios motores do esôfago em pacientes portadores da forma indeterminada da doença de Chagas crônica”, Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 2nd ed., v. 40, p. 197-203.

Sherwood, L. (2007) “Human physiology: from cells to systems” 6. ed. [S.l.]: Brooks/Cole Cengage Learning.

Tanowitz, H. B., Kirchoff, L. W., Simon, D., Morris, S. A., Weiss, L. M., Wittner M. (1992) “Chagas’ disease”, Clinical Microbiology Reviews, v. 5, n. 4, pp. 400-419.

Assistimos em praticamente todas as áreas da vida moderna a influência de novas tecnologias reformando práticas antigas, no sentido de proporcionar atendimentos sociais mais efetivos e universalizantes.

Na área de saúde, em particular, a efetiva aplicação de novas tecnologias tem proporcionado avanços no sentido de mudanças de conduta e de protocolos clínicos capitaneados pela Engenharia Biomédica e suas áreas interdisciplinares.

Nesse contexto, esse livro aborda inicialmente o contexto histórico do setor de saúde no Brasil para que nos passos da evolução possam ser compreendidas as benesses e as favoráveis consequências do advento dessas novas tecnologias no domínio da saúde.

Após a contextualização histórico-cronológica, o presente texto aborda no contexto de saúde assistiva e social, a evolução da tecnologia assistiva e a rede social voltada aos pacientes diabéticos.

Em seguida, as novas tecnologias relacionadas à forma moderna de comunicação, via internet e smartphones, é extensamente abordada, sob a forma de mHealth.

E por fim, tecnologias específicas em recente desenvolvimento são apresentadas em seções referentes à ablação hepática, doença de Parkinson, taxa de alimentação e análise do bolo alimentar.

Em suma, procura-se apresentar nesse livro uma coleção de tópicos de saúde em contínuo avanço, influenciado pelo advento de novas tecnologias.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7621-164-8



9 788576 211648

