UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

EXLLEY CLEMENTE DOS SANTOS

PROTOCOLO REMOTO MULTIDISCIPLINAR DE MONITORAMENTO PARA PREVENÇÃO E REABILITAÇÃO DA DISFAGIA PÓS-EXTUBAÇÃO

Mossoró-RN

2021

EXLLEY CLEMENTE DOS SANTOS

PROTOCOLO REMOTO MULTIDISCIPLINAR DE MONITORAMENTO PARA PREVENÇÃO E REABILITAÇÃO DA DISFAGIA PÓS-EXTUBAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação - associação ampla entre a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Profª Drª. Cicília Raquel Maia Leite
Coorientador: Profª Dr. Patrício de Alencar Silva

Mossoró-RN

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do(a) autor(a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu(a) respectivo(a) autor(a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

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

C626p Clemente dos Santos, Exlley
PROTOCOLO REMOTO MULTIDISCIPLINAR DE MONITORAMENTO PARA PREVENÇÃO E REABILITAÇÃO DA DISFAGIA PÓS-EXTUBAÇÃO. / Exlley Clemente dos Santos. - Mossoró - RN, 2021.
80p.

Orientador(a): Profa. Dra. Cicília Raquel Maia Leite.
Coorientador(a): Prof. Dr. Patrício DE ALENCAR SILVA.
Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

1. Disfagia. 2. Sistema de Monitoramento. 3. Pós-extubação. 4. Ontologia. I. Raquel Maia Leite, Cicília. II. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC´s) foi desenvolvido pela Diretoria de Informatização (DINF), sob orientação dos bibliotecários do SIB-UERN, para ser adaptado às necessidades da comunidade acadêmica UERN.

EXLLEY CLEMENTE DOS SANTOS

PROTOCOLO REMOTO MULTIDISCIPLINAR DE MONITORAMENTO PARA PREVENÇÃO E REABILITAÇÃO DA DISFAGIA PÓS-EXTUBAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

APROVADA EM:____ / ____ / _____.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Drª. Cicília Raquel Maia Leite
Orientadora (Presidente) - UERN

Prof. Dr. Patrício de Alencar Silva
Coorientador - UFERSA

Prof. Dr. Isaac de Lima Oliveira Filho
Avaliador Interno (UERN)

Prof. Dr. José Carlos Tatmatsu Rocha
Avaliador Externo (UFC)

À minha mãe

Agradecimentos

Agradeço a todos os que considero família, que estiveram presentes, e que deram palavras de apoio para a conclusão de mais essa etapa em minha vida acadêmica.

À minha mãe, a maior e mais forte motivação para a conlusão dessa etapa.

Aos meus irmãos, os quais amo muito.

À Júnior Moura, pessoa fundamental que tanto me apoiou nos momentos em que a desistência se evidenciava.

Agradeço à UERN e À UFERSA, Universidades públicas que mantêm a ciência viva, mesmo sob dificuldades e desmontes.

Aos meus amigos da Lil Pan, Luiz Moura, Victor Silva e Sadrak Morais, irmãos que colhi desde a graduação os quais, mesmo a distância estiveram ao meu lado.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram com o prosseguimento desta pesquisa.

À minha orientadora, Cicília Maia e meu coorientador Patrício Silva. Os seus ensinamentos permanecerão comigo. Obrigado por fazerem da ciência uma tarefa um pouco mais fácil.

”Revolução é fazer ciência em tempos de escuridão”

Exlley Clemente dos Santos

Resumo

Os avanços das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm favorecido o acelerado desenvolvimento em diversos setores da sociedade, dentre eles, o setor da saúde, no qual são notáveis os benefícios da aplicação das TICs no auxílio de diversas tarefas, dentre elas pode-se citar: maior agilidade na coleta de sinais vitais; o apoio às equipes médicas no tratamento, monitoramento e acompanhamento dos pacientes; e a capacidade de proporcionar fácil comunicação entre equipe médica e pacientes. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo apresentar um sistema capaz de auxiliar a equipe multidisciplinar responsável pela prevenção, monitoramento e reabilitação da disfagia pós-extubação, por meio do fornecimento de um protocolo remoto que dispõe de informações pertinentes a este processo. A disfagia é uma complicação que acarreta em dificuldades na deglutição, e pode ser ocasionada, dentre outros fatores, pelo processo de intubação por doenças respiratórias, desse modo, torna-se evidente a necessidade de um monitoramento remoto e contínuo dos indivíduos disfágicos, buscando reduzir complicações e evitar, inclusive, o retorno destes à terapia intensiva. O sistema proposto é dividido em uma plataforma web, direcionada à utilização pelos profissionais de saúde (enfermeiros, fonoaudiólogos e nutricionistas) e que possui uma ontologia para recomendação de condutas a serem tomadas de acordo com o nível de disfagia do paciente, enquanto a plataforma *mobile* é de utilização dos pacientes para acompanhamento do tratamento e visualização de informações e notificações. Para a condução desta pesquisa, utilizou-se da metodologia *Design Science*, que consiste em um artefato de software como objeto de pesquisa. O sistema foi validado por meio do método SUS, do inglês, *System Usability Scale*, junto aos profissionais de saúde.

Keywords: Disfagia, Ontologias, Monitoramento Remoto, Pós-extubação.

Abstract

Advances in Information and Communication Technologies (ICTs) have favored the accelerated development in various sectors of society, including the health sector, in which the benefits of applying ICTs to help with various tasks are remarkable, among them. to mention: greater agility in collecting vital signs; support to medical teams in the treatment, monitoring and follow-up of patients; and the ability to provide easy communication between medical staff and patients. In this sense, this work aims to present a system capable of helping the multidisciplinary team responsible for prevention, monitoring and rehabilitation of post-extubation dysphagia, through the provision of a remote protocol that has information relevant to this process. Dysphagia is a complication that leads to difficulties in swallowing, and can be caused, among other factors, by the intubation process for respiratory diseases, thus making the need for remote and continuous monitoring of dysphagic individuals is evident, seeking to reduce complications and even avoid their return to intensive care. The proposed system is divided into a web platform, intended for use by health professionals (nurses, speech therapists and nutritionists) and which has an ontology for recommending actions to be taken according to the patient's level of dysphagia, while the *mobile* platform is used by patients to monitor the treatment and view information and notifications. To conduct this research, we used from the *Design Science* methodology, which consists of a software artifact as a research object. The system was validated using the SUS method, in English, *System Usability Scale*, with health professionals.

Keywords: Dysphagia, Ontologies, Remote Monitoring, Post-extubation

Lista de ilustrações

Figura 1 – Esquematização da Metodologia de Pesquisa de Acordo com *Design Science* 21
Figura 2 – Estrutura *Design Science* da Pesquisa 24
Figura 3 – *Design* Iterativo da Metodologia 101 31
Figura 4 – Formulário de Extração 37
Figura 5 – Resultados em porcentagens dos artigos encontrados em cada base de dados. 38
Figura 6 – Quantidade de Artigos Para Cada Base de Dados Após Seleção Preliminar. 38
Figura 7 – Comparativo entre os sistemas desenvolvidos 45
Figura 8 – Diagramas de Caso de Uso do Sistema 46
Figura 9 – Visão Geral do Sistema 47
Figura 10 – Representação em Camadas da API 48
Figura 11 – Diagrama Entidade Relacionamento do Banco de Dados 49
Figura 12 – Tela de Autenticação 50
Figura 13 – Caso de Uso dos profissionais de Enfermagem 51
Figura 14 – Tela de Anamnese dos Pacientes 51
Figura 15 – Tela de Visualização dos Pacientes 52
Figura 16 – Casos de Uso dos Profissionais de Fonoaudiologia 52
Figura 17 – Tela de Triagem de Risco de Disfagia 53
Figura 18 – Tela de Envio de Notificações 53
Figura 19 – Casos de Uso dos Profissionais de Nutrição 54
Figura 20 – Tela de Avaliação Nutricional Subjetiva 54
Figura 21 – Visualização da plataforma Web desenvolvida em dispositivo *mobile*. . 55
Figura 22 – Tela de Avaliação Nutricional Subjetiva 56
Figura 23 – Tela de Visualização de Notificações 57
Figura 24 – Visualização da Hierarquia de Classes 60
Figura 25 – Relação entre as classes *Disphagia_Levels* e *Indicated_Conducts* 60
Figura 26 – Relação entre as classes *Disphagia_Levels* e *Indicated_Conducts* 61
Figura 27 – Definição das Propriedades das Classes 61
Figura 28 – Lógica na Classe N2_N3 62
Figura 29 – Classe *Indicates_Conducts* criada e sua instância 62
Figura 30 – Visualização Parcial da Ontologia Completa no WebVOWL. 63
Figura 31 – Visualização da Ontologia Completa no WebVOWL. 63
Figura 32 – Comparação Entre a Ontologia Definida e a Ontologia Inferida. 64
Figura 33 – Resultados das inferências 65
Figura 34 – Classificação de Sistemas conforme o *System Usability Scale* 68

Lista de tabelas

Tabela 1 – Objetivos dos *Stakeholders* 20
Tabela 3 – Palavras-chave e seus sinônimos 34
Tabela 4 – Bases de dados com suas respectivas *strings* de buscas 35
Tabela 5 – Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia. 59
Tabela 6 – Versão em Português System Usability Scale 67
Tabela 7 – Resultados Questionário SUS aplicados a Especialistas 68

Lista de abreviaturas e siglas

AE	Array Express
ANSG	Avaliação Nutricional Subjetiva Global
API	Application Programming Interface
AVE	Acidente Vascular Encefálico
BD	Banco de Dados
DS	*DESIGN SCIENCE*
DEP	*Disfagia Pós-Extubação*
DER	Diagrama Entidade Relacionamentos
EAT-10	Eating Assessment Tool
EMA	Equipamento Médico Assistencial
HMM	*Hidden Markov Model*
HTTP	*Hypertext Transfer Protocol*
IA	Inteligência Artificial
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
JWT	JSON *Web Token*
KNN	*K-Nearest Neighbor*
OMS	Organização Mundial da Saúde
ORSD	*Ontology Requirements Specification Document*
QC	Questão de Conhecimento
QGP	Questão Geral de Pesquisa
QP	Questão Prática
REST	*Representational State Transfer*
RSL	Revisão Sistemática de Literatura

SARS	Síndrome Respiratória Aguda Grave
sEMG	Eletromiografia de Superfície
ŚVM	*Support Vector Machine*
SUS	*System Usability Scale*
SQL	*Structured Query Language*
UERN	Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-àrido
UI	*User Interface*
URI	*Uniform Resource Identifiers*
VOWL	*Visual Notation for OWL Ontologies*

Sumário

1 INTRODUÇÃO 15
1.1 OBJETIVOS 16
1.2 MOTIVAÇÃO 16
1.3 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO 17

2 PROJETO DE PESQUISA COM *DESIGN SCIENCE* 19
2.1 OBJETIVOS DE PESQUISA 19
2.1.1 Objetivo dos *Stakeholders* 19
2.1.2 Objetivos da Pesquisa 20
2.2 QUESTÕES DE PESQUISA 22
2.3 METODOLOGIA 23

3 REFERENCIAL TEÓRICO 27
3.1 DISFAGIA 27
3.1.1 Disfagia Pós-extubação 28
3.2 ONTOLOGIAS 29
3.2.1 Componentes de uma Ontologia 29
3.2.2 Diferentes Classificações de uma Ontologia 30
3.2.3 Metodologias de Desenvolvimento de Ontologias 30

4 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA 33
4.1 OBJETIVOS 33
4.2 QUESTÕES DE PESQUISA DA RSL 33
4.3 ESTRATÉGIAS DE BUSCA 34
4.4 BASES DE DADOS 35
4.5 ESTRATÉGIA DE SELEÇÃO DOS ESTUDOS 36
4.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE 36
4.7 PROCEDIMENTOS PARA SELEÇÃO DOS ESTUDOS 36
4.8 EXTRAÇÃO E SUMARIZAÇÃO 37
4.9 RESULTADOS DA REVISÃO 37

5 PROTOCOLO REMOTO MULTIDISCIPLINAR DE MONITORAMENTO PARA PREVENÇÃO E REABILITAÇÃO DA DISFAGIA PÓS-EXTUBAÇÃO 43
5.1 HISTÓRICO 43
5.2 VISÃO GERAL DO SISTEMA 45

5.3 ***APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE* - API** **47**
5.3.1 Ferramentas Utilizadas 49
5.4 **PLATAFORMA WEB** **50**
5.4.1 Ferramentas Utilizadas 55
5.5 **PLATAFORMA *MOBILE*** **56**
5.6 **UMA ONTOLOGIA PARA RECOMENDAÇÃO DE CONDUTAS DE ACORDO COM O NÍVEL DE DISFAGIA** **57**
5.6.1 Definição de Domínio e Escopo 58
5.6.2 Enumeração de termos 59
5.6.3 Hierarquia de Classes e definição de propriedades 59
5.6.4 Definição das Restrições e cardinalidades 61
5.6.5 Criação de Instâncias 62
5.6.6 Visualização da Ontologia 62
5.6.7 Avaliação da Ontologia 64
5.6.7.1 Consistência 64
5.6.7.2 Completude 65

6 **VALIDAÇÃO** **66**
6.1 **Descrição do experimento** **66**
6.2 **Resultados da Validação** **68**
6.3 **Discussão** **69**

7 **CONCLUSÕES** **70**
7.1 **Contribuições** **73**
7.2 **Limitações** **73**
7.3 **Perspectivas Futuras** **73**

REFERÊNCIAS **75**

1 INTRODUÇÃO

A deglutição é um processo natural e complexo do corpo humano que tem por objetivo a passagem segura de saliva, líquidos e sólidos da boca para o estômago (LOGEMANN; LARSEN, 2012). Quando existe a dificuldade para engolir, identifica-se um transtorno conhecido como disfagia. Esse transtorno pode se manifestar em decorrência de diversos fatores de saúde e tem impacto direto sobre a qualidade de vida. Isso porque a dificuldade para engolir pode acarretar, por exemplo, em refeições exaustivas e de longa duração e/ou na presença de secreções espessas, pegajosas e difíceis de limpar. Nessas condições, diminui-se a motivação para comer, podendo haver a sensação de isolamento social e pobreza na ingestão nutricional (LEOW *et al.*, 2010; REGNARD *et al.*, 2010).

Desde Março de 2020, o mundo lida com a pandemia da COVID-19, doença ligada ao desenvolvimento de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS), a qual os cuidados intensivos de pacientes em estado grave podem exigir algum suporte respiratório, incluindo intubação endotraqueal e/ou ventilação mecânica, que estão relacionadas ao risco de disfagia (FRAJKOVA *et al.*, 2020).

Apesar de ainda não existirem dados sobre a incidência e os riscos de disfagia associados ao COVID-19, a necessidade de cuidados intensivos em pacientes com SARS, mesmo sem COVID-19 pode variar de 3 a 32%, conforme trabalhos encontrados na literatura (HUANG *et al.*, 2020; GRASSELLI *et al.*, 2020) e a prevalência de disfagia é estimada em 56% dos pacientes após 48h de intubação orotraqueal (FRAJKOVA *et al.*, 2020).

Frajkova *et al.* (2020), realizaram uma revisão contemporânea na qual sintetizam as informações disponíveis sobre mecanismos causadores da disfagia pós-extubação em pacientes com COVID-19, e dentre as recomendações sobre o diagnóstico e tratamento da disfagia os autores ressaltam a importância da detecção precoce da disfagia para reduzir a incidência de complicações (RASSAMEEHIRAN *et al.*, 2015) e ainda aconselham a utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na obtenção de informações para o monitoramento dos pacientes.

O monitoramento de pacientes fora do ambiente hospitalar pode-se destacar diante das atividades favorecidas pelos avanços no que diz respeito as tecnologias e serviços na área da saúde, sendo esta, uma atividade que oferece benefícios em diferentes contextos tais como: capacidade de monitorar continuamente os pacientes, prevenção do agravamento de doenças e mortes súbitas, permitir atividades habituais diárias para os pacientes, melhora da eficiência dos serviços de saúde e atendimento para pacientes com problemas de mobilidade (MALASINGHE; RAMZAN; DAHAL, 2019).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar um sistema capaz de auxiliar a equipe multidisciplinar responsável pela prevenção, monitoramento e reabilitação da disfagia pós-extubação, por meio do fornecimento de um protocolo remoto que dispõe de informações pertinentes a este processo, condicionando assim o rastreamento e a percepção da progressão do estado dos pacientes.

O sistema integra quatro tipos de usuários, que incluem o paciente e a equipe multidisciplinar composta por enfermeiros, nutricionistas e fonoaudiólogos. Dentre as suas finalidades, pode-se destacar: pré-triagem dos pacientes, na qual obtêm-se dados relevantes ao seu estado de saúde e seu histórico hospitalar; automatização na realização de avaliações de risco de disfagia e/ou nutricional; acompanhamento do histórico hospitalar do paciente; e a comunicação assíncrona com o paciente em forma de notificações, lembretes e/ou alertas.

Para a condução desta pesquisa, foi empregada a metodologia *Design Science* (DS) conforme Wieringa (2014). Essa metodologia possui um artefato de *software* como objeto de pesquisa e consiste no projeto e na investigação deste artefato no contexto em que ele está inserido, de modo que a interação deste artefato no contexto possa contribuir para a solução de um problema prático do mundo real.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é o desenvolver um protocolo remoto de monitoramento para prevenção e reabilitação da disfagia pós-extubação. Os objetivos específicos envolvem:

- Estabelecer os requisitos do sistema por meio do mapeamento do conhecimento dos profissionais de domínio;
- Implementar módulos ao sistema que permitam o rastreamento, a prevenção e a reabilitação da disfagia;
- Auxiliar a equipe multidisciplinar no monitoramento da disfagia pós-extubação;
- Auxiliar pacientes no tratamento da disfagia;
- Verificar a aplicabilidade do sistema ao fazer a verificação da sua eficiência e eficácia por meio da opinião de especialistas de domínio.

1.2 MOTIVAÇÃO

A disfagia é um transtorno da deglutição caracterizado pela dificuldade para engolir, e está associada a um risco aumentado de aspiração e pneumonia aspirativa, retardo da alimentação oral, desnutrição e diminuição da qualidade de vida (GARCIA; IV, 2010).

A manifestação da disfagia é comum em idosos (RODEN; ALTMAN, 2013), mas também pode ocorrer sob diversos aspectos de saúde. Além dos mais de 51% dos idosos acima de 65 anos, estima-se que a disfagia pode atingir cerca de 50% dos pacientes com a doença de Parkinson, e entre 40 e 70% dos pacientes decorrentes de Acidente Vascular Encefálico (AVE) (LIN *et al.*, 2002; TURLEY; COHEN, 2009; MALAGELADA *et al.*, 2014).

A COVID-19, uma doença que surgiu na cidade de Wuhan, na China, em Dezembro de 2019 e foi declarada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como pandêmica em Março de 2020, está associada ao desenvolvimento da SARS, que pode exigir a intubação e a utilização de ventilação mecânica (ZAREIFOPOULOS *et al.*, 2020). A intubação endotraqueal prolongada, que consiste em 48h ou mais é um dos fatores que estão associadas ao risco de disfagia orofaríngea (AJEMIAN *et al.*, 2001; BARKER *et al.*, 2009; BORDON *et al.*, 2011; FRAJKOVA *et al.*, 2020).

Brodsky *et al.* (2017) estimam que um terço dos pacientes entubados após a SARS tem disfagia na alta hospitalar. Outras evidências da literatura apontam que a disfagia moderada e grave após extubação está associada à necessidade de reintubação, aumento de internações hospitalares, desnutrição, pneumonia e risco de morte (PALMER; DRENNAN; BABA, 2000; MACHT *et al.*, 2011).

A reabilitação em disfagia orofaríngea consiste em estabilizar o aspecto nutricional, eliminar os riscos de aspiração e complicações associadas (DEPIPPO *et al.*, 1994), ou seja, a reabilitação pode ser evidenciada quando o paciente consegue se alimentar via oral, ganhar peso ou tem-se a redução da ocorrência de pneumonia aspirativa (SILVA, 2007). Desse modo, esforços multidisciplinares são importantes na abordagem das complicações da disfagia em pacientes pós-extubação (DONOVAN *et al.*, 2018).

Considerando esses aspectos, nota-se uma crescente necessidade e demanda por novas tecnologias para o monitoramento, prevenção e reabilitação da disfagia, que permitam o acompanhamento remoto dos pacientes, de modo a diminuir os riscos associados a este processo. Nesse sentido, a motivação desse trabalho é o desenvolver uma tecnologia para auxílio remoto ao processo multidisciplinar de monitoramento para prevenção e reabilitação da disfagia pós-extubação, automatizando a avaliação risco de disfagia e do risco nutricional, a comunicação entre equipe e paciente, e também auxiliando os profissionais com recomendações de tomada de condutas de acordo com o nível de disfagia do paciente.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Para melhor compreensão, este documentos divide-se da seguinte forma:

- Capitulo 2: apresenta-se a o detalhamento da metodologia de *Design Science*, adotada nesta pesquisa;
- Capitulo 3: contém um referencial teórico, no qual buscou-se abarcar os principais conceitos pertinentes ao escopo desta pesquisa;
- Capitulo 4: apresenta-se uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) na qual buscou identificar, interpretar e avaliar os recentes trabalhos de pesquisa presentes na literatura relacionadas ao contexto de sistemas de monitoramento remoto de pacientes com disfagia.
- Capitulo 5: apresenta o artefato de *software* desenvolvido neste trabalho;
- Capitulo 6: explica o processo e expõe os resultado da validação deste trabalho;
- Capítulo 7: sumariza as conclusões que podem ser dispostas com este trabalho.

2 PROJETO DE PESQUISA COM *DESIGN SCIENCE*

Ao construir um projeto baseado na metodologia do *Design Science* (DS) faz-se necessário compreender o seu objeto de estudo, que trata-se de um artefato em um contexto, e o seu fluxo de atividades, que consiste em projetar e investigar a ação deste artefato no contexto, considerando os *stakeholders*, ou seja, o grupo a quem se destina o projeto, e o conhecimento utilizado no projeto, buscando-se contribuir também com ele (WIERINGA, 2014). Desse modo, esse capítulo é dividido da seguinte maneira:

- Na Seção 2.1 descreve-se os objetivos dos *stakeholders* e os objetivos da pesquisa;
- A Seção 2.2 expõe as questões de pesquisa as quais busca-se responder com o projeto;
- A Seção 2.3 descreve o fluxo de métodos utilizados para alcançar os objetivos.

2.1 OBJETIVOS DE PESQUISA

Na DS, ao projetar um artefato faz-se necessário conhecer o contexto social dos *stakeholders* e o contexto do conhecimento, que ajudarão na condução da pesquisa. O contexto social envolve os *stakeholders*, que são as partes interessadas ou diretamente afetadas pelo artefato a ser projetado, enquanto o contexto de conhecimento reflete as principais teorias, fatos úteis e experiências anteriores de pesquisadores. Nesse sentido, é conveniente discriminar os objetivos dos *stakeholders* e da pesquisa (WIERINGA, 2014).

2.1.1 Objetivo dos *Stakeholders*

A compreensão dos objetivos dos *stakeholders* é útil no delineamento dos objetivos. Esses objetivos podem ser compreendidos junto aos próprios *stakeholders* ou a partir de lacunas deixadas por outras experiências de pesquisa no contexto social. Na **Tabela 1** é possível encontrar alguns dos objetivos definidos junto aos principais *stakeholders*, que um sistema neste contexto deve alcançar.

Nesta pesquisa, além de algumas lacunas evidenciadas por Maia (2020) como trabalhos futuros, utilizou-se de evidências da literatura e o conhecimento dos profissionais de domínio, buscando sumarizar informações pertinentes quanto aos cuidados de pacientes com disfagia pós-intubação.

Do ponto de vista dos profissionais de enfermagem, evidências da literatura ressaltam sua importância no processo de triagem de pacientes pós-extubação, e recomendam que

esta seja realizada por um enfermeiro experiente, a fim de evitar expor outros profissionais de saúde ao risco de infecção (MACHT; WHITE; MOSS, 2014).

Em relação aos fonoaudiólogos, Maia (2020) já havia destacado o processo de atendimento, no qual realiza-se a triagem, na qual coletam dados de identificação do paciente, realizam perguntas em relação ao processo de mastigação, e posteriormente, realizam a avaliação do nível de disfagia. Ainda destaca-se a falta de comunicação fora do ambiente hospitalar.

A respeito dos profissionais de nutrição, uma conversa com o profissional de domínio serviu para esclarecer os procedimentos realizados, bem como os protocolos utilizados nas triagens, avaliações de risco de desnutrição e também na orientação alimentar dos pacientes com disfagia.

Notou-se que a presença de algumas informações são comuns a todos os procedimentos adotados pelos profissionais. Além disso, foi possível verificar a dificuldade em monitorar os pacientes fora do contexto hospitalar.

Por fim, do ponto de vista do paciente, é possível considerar a importância da centralização de informações recebidas e do monitoramento remoto, uma vez que a maioria destes pacientes apresentam um estado clínico crítico, o que acarreta em dificuldade de locomoção e/ou dependência de terceiros, que pode dificultar a sua reabilitação. A Tabela 1 sumariza os objetivos dos *stakeholders*.

Tabela 1 – Objetivos dos *Stakeholders*

Stakeholders	**Objetivos**
Enfermeiros	Obter informações da condição clínica do indivíduo com disfagia, realizar anamnese, e acompanhar, de forma remota, o paciente.
Fonoaudiólogos	Obter informações da condição clínica do paciente, realizar triagem de risco de disfagia, acompanhá-lo forma remota e enviá-lo notificações.
Nutricionistas	Obter informações da condição clínica, avaliar o risco nutricional do paciente, acompanhá-lo, de forma remota e enviá-lo notificações.
Pacientes	Obter informações adequadas das condutas alimentares de acordo com a sua condição clínica e receber notificações dos profissionais de saúde.

Fonte: Adaptado de Maia (2020)

2.1.2 Objetivos da Pesquisa

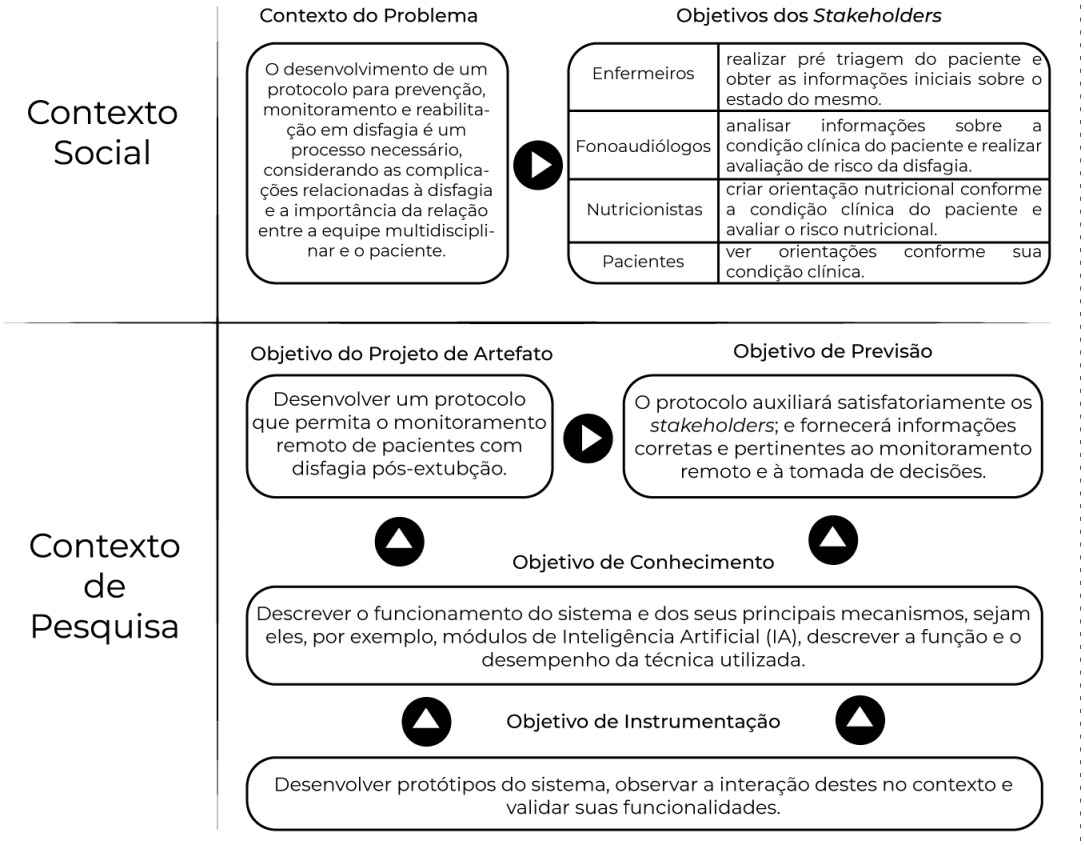
Todos os projetos de pesquisa que utilizam a DS têm uma hierarquia de objetivos, os quais cada um possui uma contribuição característica. Estes objetivos são divididos em quatro tipos: objetivo de previsão, ou seja, uma perspectiva do que acontecerá no futuro; objetivo de conhecimento, que consiste em descrever e explicar a interação de

um artefato em um contexto; objetivo de instrumentação, que podem ser simulações do artefato a ser produzido; e objetivo do projeto do artefato, que compreende-se, por exemplo, como melhorar um artefato em um contexto (WIERINGA, 2014). Desse modo, podem ser descritos os seguintes objetivos para este trabalho de pesquisa:

- Objetivo de projeto de artefato: desenvolver um protocolo que permita o monitoramento remoto de pacientes com disfagia pós-extubação.
- Objetivo de previsão: o protocolo irá auxiliar os *stakeholders* ao fornecer informações corretas para o monitoramento remoto dos pacientes e tomada de decisões clínicas.
- Objetivo de conhecimento: conhecer e descrever o funcionamento do sistema e os seus principais mecanismos, por exemplo, de Inteligência Artificial (IA).
- Objetivo de instrumentação: desenvolver protótipos do sistema para observar como se dará a sua interação no contexto; e validar as funcionalidades.

A **Figura 1** ilustra a relação entre os contextos, social e de pesquisa.

Figura 1 – Esquematização da Metodologia de Pesquisa de Acordo com *Design Science*



Fonte: Autoria Própria (2021).

2.2 QUESTÕES DE PESQUISA

Como supracitado na Seção 2.1.2, um projeto de DS possui objetivo de conhecimento, que pode ser fragmentado em questões de conhecimento. Essas são questões que buscam compreensão sobre o mundo, entretanto, não buscam uma mudança propriamente dita no mundo. Dentre as questões de conhecimento, estão as questões empíricas, que, como o próprio nome sugere, baseiam-se em dados coletados sobre o mundo real para obter respostas (WIERINGA, 2014). Essas questões empíricas podem ser classificadas como segue:

- Questões descritivas: remetem ao fenômeno sem solicitar explicações sobre ele.
- Questões explanatórias: responde ao porquê de algum fenômeno ter acontecido, bem como quem (ou o quê) o causou, e por que o causou.
- Questões empíricas:
  - Questões de Trade-Off: reflete sobre os efeitos de diferentes artefatos no contexto.
  - Questões de Sensitividade: pergunta qual é a diferença entre os efeitos do mesmo artefato em diferentes contextos.
  - Questões de Satisfação de Requisitos: reflete se os efeitos satisfazem os requisitos.
  - Questões de Efeito: pergunta sobre qual o efeito geral de um artefato sobre um contexto.

Esse trabalho baseia-se na metodologia de *Design Science*. Desse modo, foi definida a seguinte Questão Geral de Pesquisa (QGP):

Como um protocolo de monitoramento remoto pode auxiliar profissionais de saúde no acompanhamento de pacientes com disfagia pós-extubação?

Considerando o problema da pesquisa, a QGP pode ser decomposta em outros três subconjuntos de perguntas: Questões Conceituais (QC), Questões Tecnológicas (QT) e Questões Práticas (QP), no qual as QC apontam sobre os conhecimentos necessários à compreensão do problemas; as QT abordam os recursos técnicos do problema; e as QP procuram empregar no contexto o que foi produzido. Esse conjunto de questões é apresentado a seguir:

- **QC 1 - Quais os requisitos necessários para o desenvolvimento de um sistema que possibilite o monitoramento remoto de pacientes com disfagia pós-extubação?**
  - QC 1.1 (Descritiva) - Quais as características de um sistema de monitoramento remoto da disfagia?

  - QC 1.2 (Descritiva) - Quais os protocolos existentes para acompanhamento de pacientes com disfagia pós-extubação?
  - QC 1.3 (Descritiva) - No contexto da reabilitação, quais informações são relevantes no monitoramento remoto de pacientes com disfagia pós-extubação?
  - QC 1.4 (Descritiva) - Quais as características dos sistemas de monitoramento da disfagia que estão presentes na literatura recente?

- **QT 1 - Quais as ferramentas computacionais são utilizados no projeto e implementação do sistema de monitoramento da disfagia pós-extubação?**
  - QT 1.1 (Descritiva) - Quais são os requisitos funcionais do sistema?
  - QT 1.2 (Descritiva) - Considerando que o sistema possua módulos de Inteligência Artificial, como desenvolvê-lo?
  - QT 1.3 (Descritiva) - Quais conceitos de Inteligência Artificial podem ser utilizados no desenvolvimento do sistema?

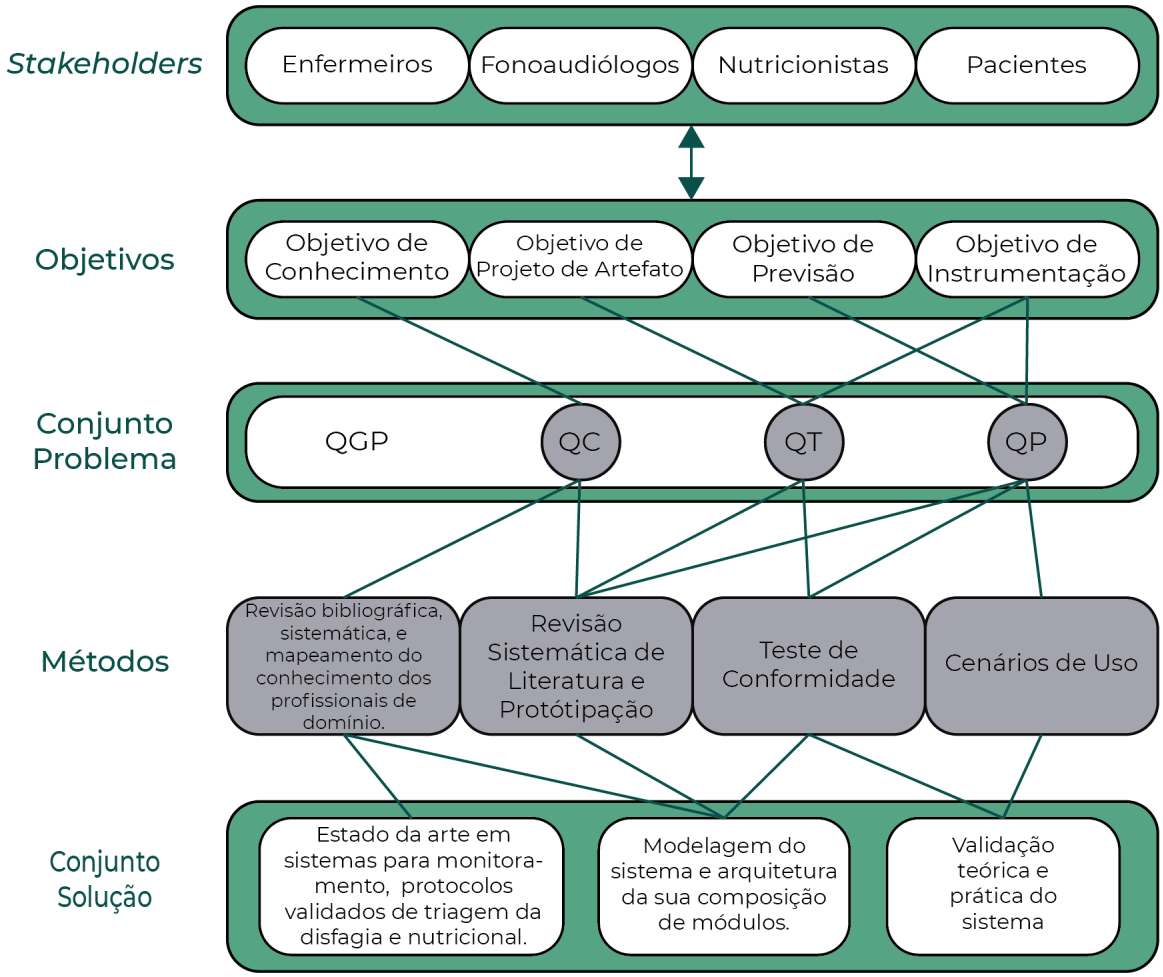
- **QP1 - Como o sistema poderia auxiliar a equipe médica no monitoramento da disfagia pós-extubação?**
  - QP 1.1 (Descritiva) - De que maneira é possível avaliar as soluções promovidas pelo sistema?
  - QP 1.2 - Qual a opinião dos *Stakeholders* sobre o sistema?
  - QP 1.3 (Explanatória) - Por quais motivos o sistema gerou satisfação ou insatisfação por parte dos *stakeholders*?
  - QP 1.4 (Satisfação de requisitos) - A aplicação do sistema atende às necessidades dos *stakeholders* por meio de suas funcionalidades?
  - QP 1.5 (Satisfação de requisitos) - Aplicado em um contexto social, o sistema de monitoramento atinge as expectativas?
  - QP 1.6 (Efeito) - Como um sistema para monitoramento remoto auxilia na relação entre os profissionais de saúde interessados e os pacientes com disfagia pós-extubação?

2.3 METODOLOGIA

A metodologia DS consiste em, a partir de um conjunto de problemas, configurados aqui pelas questões de conhecimentos apresentadas na Seção 2.2, utilizar de uma composição de métodos específicos de pesquisa para alcançar o conjunto solução, que é o artefato concebido (WIERINGA, 2014).

A Figura 2 ilustra a estrutura da pesquisa conforme a metodologia DS. Pode-se observar que o subconjunto problema e o subconjunto solução estão relacionados por métodos específicos de pesquisa. Os métodos empregados nesta pesquisa são os seguintes:

Figura 2 – Estrutura *Design Science* da Pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2020).

- Revisão Bibliográfica: a primeira etapa consiste em uma busca aprofundada na literatura através canais científicos confiáveis sobre as áreas abrangidas pela pesquisa. Esta etapa tem como principal meta apurar conceitos e informações necessárias à execução do trabalho, ou seja, nesta fase, busca-se responder algumas questões conceituais desta pesquisa de modo a preencher lacunas no conhecimento no contexto de sistemas de monitoramento de pacientes com disfagia pós-extubação, dando maior rigor científico a pesquisa.

- Revisão Sistemática de Literatura: além de complementar o conhecimento obtido na revisão bibliográfica, essa etapa influenciou positivamente no levantamento de funcionalidades, ferramentas e mecanismos úteis ao sistema, pois permite reunir e avaliar o que vem sendo estudado e desenvolvido pela comunidade científica no

contexto da pesquisa, contribuindo para a resolução de questões empíricas ligadas ao contexto e servindo de alicerce para uma pesquisa que ofereça um artefato com características de caráter inédito e original. Nesta pesquisa, foram realizadas buscas em seis bases de dados, sendo elas: *ACM Digital Library*, *IEEE Explorer, PubMed, Scopus, SpringerLink* e *Science Direct*.

- Prototipação: essa etapa consiste na compreensão de requisitos e na definição das principais funcionalidades que o artefato de pesquisa deverá possuir. Nesta etapa, foi criada uma ontologia de domínio responsável por fazer a recomendação de condutas de acordo com o nível de disfagia do paciente. A ontologia foi desenvolvida seguindo a metodologia *Ontology Development 101* de Noy, McGuinness *et al.* (2001), uma abordagem prática e interativa para o desenvolvimento de ontologias. A ontologia foi desenvolvida utilizando a ferramenta Protége[1], um *software* livre, de código aberto, baseado na linguagem Java, que gera automaticamente o código das ontologias desenvolvidas. Além disso, o *software* é baseado em *plug-ins*, o que o torna flexível para o desenvolvimento de ontologias (AZEVEDO, 2008).

  Posteriormente, foi desenvolvida uma API baseada em NodeJS para gerir as regras de negócio do sistema. A API fornece então o acesso aos recursos e também é responsável pela automatização na realização de cálculos necessários aos profissionais de saúde.

  Em seguida foi desenvolvida uma interface Web para visualização e análise das informações pelos profissionais de saúde. A Interface Web desenvolvida consiste em um refatoramento da interface desenvolvida por Maia (2020), utilizando neste trabalho a linguagem JavaScript e a biblioteca ReactJS.

  Por fim, o sistema foi desenvolvido seguindo as especificações e considerando a integração dos sistemas propostos por Barbalho (2018) e Maia (2020).

- Teste de conformidade: essa fase consistiu na verificação, por meio de especificações formais, se os requisitos do sistema foram cumpridos, ou seja, se o artefato produzido concorda com o artefato proposto. A ontologia desenvolvida foi validada por meio da avaliação da sua completude e consistência. A API desenvolvida foi validada com o auxílio do *software* Insomnia, uma ferramenta cliente para realização de requisições em APIs (KONG, 2021).

- Estudos de Caso: por fim, essa etapa consiste em validações teóricas e práticas. Aqui, busca-se a aplicação do sistema em diferentes testes, afim de responder, finalmente, a Questão Geral de Pesquisa. A validação teórica do artefato desenvolvido consistiu na análise da literatura e na opinião dos profissionais de domínio (enfermeiros, fonoaudiólogos e nutricionistas). A validação prática consistiu na aplicação do

[1] Disponível em <http://protege.stanford.edu>

System Usability Scale (SUS), um questionário com dez questões que fornecem uma visão global das avaliações subjetivas de usabilidade.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o objetivo de sintetizar um esclarecimento sobre os mecanismos envolvidos no desenvolvimento do objeto de pesquisa deste trabalho, este capítulo apresenta um referencial teórico que abarca os principais conceitos relacionados ao tema desta pesquisa.

3.1 DISFAGIA

A deglutição é o ato de engolir, que envolve uma série complexa de contrações neuromusculares voluntárias e involuntárias e consiste no transporte do alimento ou bolo líquido da boca, através da faringe e esôfago, até o estômago. Conforme Spieker (2000), normalmente, a deglutição é dividida nos estágios orofaríngeo e esofágico:

- Estágio orofaríngeo: começa com contrações da língua e músculos da mastigação, que trabalham de forma coordenada para misturar o bolo alimentar com a saliva e impulsioná-lo da cavidade oral anterior (boca) para o orofaringe responsável por mover o bolo alimentar para o esôfago.
- Estágio esofágico: à medida que o alimento é impelido da faringe, as contrações involuntárias dos músculos do esôfago forçam o bolo alimentar através do esôfago até que o bolo alimentar seja impelido para o estômago.

Ocasionalmente, pode haver a disfagia, termo que refere-se a uma dificuldade de engolir alimentos e/ou líquidos ou à sensação de que alimentos e/ou líquidos ficam obstruídos em seu trânsito da boca para o estômago (MALAGELADA *et al.*, 2014). A disfagia pode ser ainda orofaríngea, na qual há dificuldade nas fases iniciais da deglutição devido ao mau funcionamento da faringe; e disfagia esofágica, na qual existe a dificuldade em passar o alimento do esôfago ao estômago.

A reabilitação em disfagia tem foco na redução da aspiração, melhora da capacidade de engolir, estado nutricional otimizado e qualidade de vida, no entanto, não existe um protocolo exato para conduzir esse processo. Medidas comumente adotadas são: i) modificação da consistência dietética de viscosidades líquidas e texturas de alimentos; ii) posturas compensatórias e programas de exercícios fisiológicos quando apropriado; iii) educação do paciente e da família em relação às recomendações de dieta, precauções de aspiração e precauções de refluxo; iv) manejo interdisciplinar da disfagia; e v) meios alternativos de nutrição (por exemplo, alimentação por sonda) (HAMMOND *et al.*, 2004).

3.1.1 Disfagia Pós-extubação

Estima-se que a disfagia pós-extubação (PED), que pode ser compreendida como a incapacidade de transferir alimentos da boca para o estômago com eficácia após a extubação, afeta pelo menos 20% de todos os sobreviventes de insuficiência respiratória aguda que necessitaram de intubação endotraqueal (SKORETZ; FLOWERS; MARTINO, 2010) e está associada aos casos de tempo de internação hospitalar prolongado após a extubação, pneumonia adquirida em hospital, reintubação e mortalidade (MACHT *et al.*, 2011).

Os pacientes que necessitaram de intubação prolongada de todos os subtipos de diagnóstico apresentaram maior incidência de DEP em comparação aos pacientes pós-operatórios com menor tempo de intubação (SKORETZ; FLOWERS; MARTINO, 2010). Isso porque os mecanismos causadores de DEP são multifatoriais e incluem causas mecânicas, distúrbios cognitivos e efeitos residuais de narcóticos e medicamentos ansiolíticos (LARMINAT *et al.*, 1995). As causas mecânicas da disfagia pós-extubação estão diretamente relacionadas à duração da intubação e ao tamanho do tubo endotraqueal, uma vez que esses tubos causam inflamação da mucosa levando à perda de arquitetura, atrofia do músculo orofaríngeo por desuso durante a intubação, diminuição da propriocepção, diminuição da sensação laríngea e lesão laríngea (SKORETZ; FLOWERS; MARTINO, 2010).

A detecção precoce de PED é essencial para reduzir as taxas de complicações. No entanto, segundo estudo realizado nos EUA por Rassameehiran *et al.* (2015), não há protocolo de triagem padrão estabelecido em instituições. A maioria dos testes diagnósticos são realizados 18 a 24 horas após a extubação (MACHT *et al.*, 2012).

O tratamento da disfagia pós-extubação se concentra no estado nutricional, na hidratação e na redução da morbidade por pneumonia, e os pacientes receberão tratamento com base no nível de gravidade e no padrão de disfagia após avaliação da função de deglutição (RASSAMEEHIRAN *et al.*, 2015). Conforme Sheffler (2020), estudos ressaltam a importância da comunicação entre os profissionais multidisciplinares para aumentar a segurança do paciente, bem como o monitoramento frequente para verificar a evolução do paciente.

A triagem de enfermagem pós-extubação desempenha um papel vital no reconhecimento de sinais e sintomas de disfagia causados por mecanismos, que incluem tosse, engasgo, qualidade vocal molhada, babar e dificuldade para engolir diferentes consistências de alimentos e líquidos, muitas vezes indicando a necessidade de avaliação mais aprofundada. Além disso, a equipe de enfermagem fornece monitoramento e assistência com a implementação de estratégias compensatórias durante as refeições e encorajando a realização de exercícios recomendados por fonoaudiólogos (BRODSKY; PANDIAN; NEEDHAM, 2020).

Segundo Macht *et al.* (2011) fonoaudiólogos dedicam 56% de seus esforços de internação para a avaliação e tratamento da disfagia, e depois de avaliar a disfagia, estes geralmente interagem com outros especialistas em reabilitação e médicos para desenvolver estratégias de tratamento, dentre estes, enfermeiros, nutricionistas e também dentistas. O nutricionista pode, por sua vez, realizar a avaliação nutricional, pela qual identifica carências nutricionais do indivíduo, e determina a melhor forma de atender essas necessidades nutricionais com uma consistência prescrita e espessura de líquido que atenda às necessidades fisiológicas e de segurança do indivíduo (DORNER, 2002; O'GARA, 1990).

3.2 ONTOLOGIAS

O termo Ontologia, do grego "*ontos*", que significa "ser"e "*logos*", que remete a estudos, surgiu na filosofia como a área de estudo da natureza do ser, conceituada como um sistema particular de categorias que explicam as coisas existentes no mundo (GUARINO, 1998). Dentre as principais razões para construir uma ontologia estão o compartilhamento de informações e a possibilidade de reutilizar o conhecimento sobre domínios específicos (GÓMEZ-PÉREZ, 2004).

Existem diversos conceitos para ontologias na literatura. Um dos mais claros é apresentado por Kiong, Palaniappan e Yahaya (2011), segundo os autores, uma ontologia pode ser compreendida como um modelo declarativo de um domínio que define e representa os conceitos existentes naquele domínio, seus atributos e os relacionamentos entre eles.

A ontologia é amplamente considerada e amplamente aplicada a muitos campos da ciência da computação e tecnologia, isso porque constitui-se de um excelente modelo para apresentar hierarquia e significado semântico de conceitos (MING; JIE, 2002).

3.2.1 Componentes de uma Ontologia

Gómez-Pérez (2004) enumera alguns dos componentes que são comuns às diferentes estruturas de ontologias:

- Classes ou conceitos: são representações de um grupo de instâncias que possuem características em comum;
- Indivíduos ou instâncias: podem ser compreendidos como uma unidade de uma classe, ou seja, são as concretizações dos conceitos definidos;
- Relações: como o próprio nome diz, representa o relacionamento entre as classes definidas na ontologia;

- Axiomas: são um conjunto de regras, que assumem valores verdadeiros dentro do domínio da ontologia, ou seja, são sentenças verdadeiras que representam o conhecimento.

3.2.2 Diferentes Classificações de uma Ontologia

Guarino (1998) especifica a classificação das ontologias quanto ao seu nível de dependência em relação às tarefas assumidas:

- Ontologia de alto nível: apresenta os conceitos gerais do mundo como espaço, tempo, objeto, evento, ação e assunto, e não dependem de determinado problema ou domínio.
- Ontologia de domínio: aborda os vocabulários relacionados ao domínio comum, como "matemática", "computação", etc., através da especificação de conceito implantado nas ontologias de alto nível.
- Ontologia de tarefa: aborda as atividades ou tarefas comuns, como por exemplo "diagnósticos" ou "recomendações", e tem como base a especificação de conceitos incorporados nas ontologias de alto nível.
- Ontologia de aplicação: estrutura a definição dependente a uma ontologia de um domínio específico ou de uma tarefa e, em geral, reflete definições dos dois tipos de ontologias (domínio e tarefa) ao mesmo tempo.

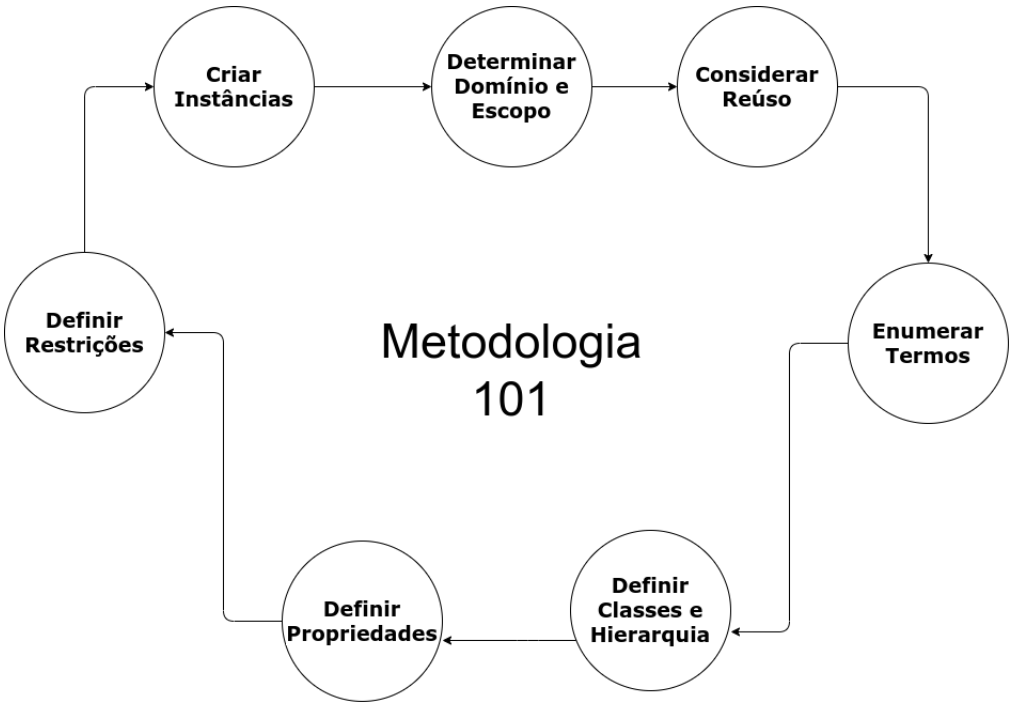
3.2.3 Metodologias de Desenvolvimento de Ontologias

Embora deva-se ter em mente as diversas possibilidades para o modelar um determinado domínio, alguns autores propõem metodologias para o desenvolvimento de ontologias. Noy, McGuinness *et al.* (2001) propõem uma metodologia para desenvolvimento de ontologias denominada *Ontology development 101* na qual os autores consideram quatro passos indispensáveis à construção de uma ontologia:

1. A definição de todas as classes da ontologia;
2. Organização das classes seguindo uma taxonomia hierárquica;
3. Determinação de *slots* e seus respectivos valores permitidos;
4. Preencher os valores dos *slots* para instâncias;

A metodologia proposta por Noy, McGuinness *et al.* (2001) envolve um design iterativo composto por sete etapas, que continua por todo o ciclo de vida da ontologia, conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3 – *Design* Iterativo da Metodologia 101



Fonte: Autoria Própria(2020).

1. Determinar o domínio e escopo: essa etapa consiste em compreender qual o domínio que a ontologia encobre, nesse sentido, vale apontar questões as quais a ontologia buscara responder, sua finalidade, e seus usuários;

2. Considerar reúso: considera a reutilização de outras ontologias existentes, de modo a refinar e estender as fontes existentes para nosso domínio e tarefa específicos;

3. Enumerar termos: consiste em verificar os termos que são envolvidos pelo domínio da ontologia, suas propriedades, e qual o significado destes termos dentro do escopo estudado;

4. Definir classes e hierarquia: equivale a definição dos conceitos da ontologia. Conforme (GRÜNINGER; FOX, 1995) as classes podem ser definidas utilizando algumas abordagens: *top-down*, ou de cima pra baixo, que consiste em determinar as classes das mais gerais às mais específicas; *bottom-up*, inversamente proporcional à abordagem *top-down*; e uma abordagem mista, que combina as duas anteriores;

5. Definir propriedades: uma vez pensadas as classes, as suas propriedades podem ser pensadas em paralelo, uma vez que as classes por si só não são capazes de fornecer informações suficientes para responder as questões de competência de uma ontologia;

6. Definir restrições: consiste em definir as possíveis restrições de valores das propriedades. Um exemplo, seria a definição de um identificador para cada pessoa, que se consolidaria em um valor único;

7. Criar instâncias: a ultima etapa da metodologia, que equivale a criar instâncias individuais para as classes por meio do preenchimento dos valores das suas propriedades.

Desse modo, o objetivo deste capítulo foi fornecer os principais conceitos os quais este trabalho utiliza em seu escopo, como disfagia pós-extubação e ontologias. Foi desenvolvida uma ontologia de aplicação para o domínio específico da disfagia com base na metodologia 101 e considerando os aspectos específicos da pós-extubação.

4 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Este capítulo descreve o processo de Revisão Sistemática de Literatura (RSL), que buscou identificar, interpretar e avaliar os recentes trabalhos de pesquisa presentes na literatura relacionadas ao contexto de sistemas de monitoramento remoto de pacientes com disfagia.

Para seguimento da RSL, seguiu-se o protocolo definido por Biolchini *et al.* (2007) bem como alguns critérios definidos por Kitchenham (2004), assim, inicialmente foi elaborado o protocolo a ser utilizado na revisão sistemática, que abrange seus objetivos, questões de pesquisa e critérios de busca e seleção. Por fim, são apresentados os resultados da RSL. Para esta RSL englobou-se estudos publicados no período de 2012 a 2020.

4.1 OBJETIVOS

Os fundamentos para realização desta Revisão Sistemática de Literatura (RSL) se revelam diante a necessidade de sumarizar e investigar, os trabalhos presentes na literatura que apresentam sistemas de monitoramento remoto no contexto da disfagia. Desse modo, pretende-se reconhecer, sobretudo, os métodos, arquiteturas e requisitos utilizados nos sistemas desenvolvidos neste contexto. Diante deste escopo, foram definidos os seguintes objetivos:

- Objetivo 1: identificação e análise de trabalhos presentes na literatura que abordam sistemas de monitoramento no contexto da disfagia;
- Objetivo 2: identificação de métodos e requisitos para o desenvolvimento de sistemas de monitoramento da disfagia;
- Objetivo 3: levantar as principais técnicas de inteligência artificial utilizadas no desenvolvimento de sistemas de monitoramento da disfagia;
- Objetivo 4: detectar as possíveis limitações dos sistemas de monitoramento no contexto da disfagia.

4.2 QUESTÕES DE PESQUISA DA RSL

As seguintes questões de pesquisa foram elaboradas com a finalidade de alcançar os objetivos apresentados na Seção 4.1. A questão primária (QPr) refere-se a um questio-

namento geral sobre o contexto e o objetivo da RSL, enquanto as questões secundárias (QSs) são decomposições mais específicas da QPr.

- Questão Primária (QPr): atualmente na literatura, quais as principais características que são apresentadas, pelos sistemas de monitoramento de pacientes com disfagia?
- Questão Secundária (QS1): quais as metodologias de desenvolvimento de sistemas de monitoramento remoto da disfagia estão sendo utilizados atualmente?
- Questão Secundária (QS2): quais as principais técnicas de Inteligência Artificial utilizadas no desenvolvimento de sistemas de monitoramento remoto da disfagia?
- Questão Secundária (QS3): tratando-se do desenvolvimento de sistemas de monitoramento remoto da disfagia, quais limitações são encontradas atualmente?

4.3 ESTRATÉGIAS DE BUSCA

Com o objetivo da RSL definido, torna-se necessário traçar estratégias de busca a serem seguidas para obtenção dos estudos primários. O rigor do processo de busca é um fator que crucial na distinção entre revisões sistemáticas e revisões tradicionais. Assim, as fontes de busca, critérios de buscas nessas fontes, a definição de palavras-chave e também os idiomas são fatores que precisam estar bem definidos. Para a condução desta RSL, o inglês foi o idioma selecionado. Os demais critérios foram:

1. **Critério de Seleção das Fontes:** as pesquisas devem ser realizadas em relevantes bases de dados na área da Ciência da Computação e saúde.
2. **Estratégia de Pesquisa:** a estratégia de pesquisa consiste na adaptação *strings* de buscas e aplicação de buscas avançadas em todas as bases de dados para obter os estudos primários.
3. **Palavras-chave:** as palavras-chave e seus sinônimos utilizados nas buscas, sintetizam o contexto pesquisado e são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Palavras-chave e seus sinônimos

Palavras-chave	**Sinônimos**
dysphagia	*oropharyngeal dysphagia*
monitoring system	*app*; *smart system*; *expert system*

Fonte: Autoria Própria (2020).

A partir das palavras-chave e seus respectivos sinônimos, foi possível definir uma *string* geral de busca:

("app" OR "monitoring system" OR "smart system" OR "expert system") AND ("oropharyngeal dysphagia"OR "dysphagia") AND ("sars"OR "post-intubation")

4.4 BASES DE DADOS

Conforme os critérios de seleção das fontes, as bases de dados selecionadas para realização das buscas foram:

- IEEE Xplorer Digital Library[1];
- ACM Digital Library[2];
- Scopus [3];
- PubMed [4];
- Science Direct[5].

As *strings* de busca para cada base de dados são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Bases de dados com suas respectivas *strings* de buscas

Base de dados	**Strings de Busca**
IEEE Xplorer	*("app" OR "monitoring system" OR "smart system" OR "expert system") AND ("oropharyngeal dysphagia"OR "dysphagia")*
ACM Digital Library	*("app" OR "monitoring system" OR "smart system" OR "expert system") AND ("oropharyngeal dysphagia"OR "dysphagia")*
Scopus	*("app" OR "monitoring system" OR "smart system" OR "expert system") AND ("oropharyngeal dysphagia"OR "dysphagia")*
PubMed	*("app" OR "monitoring system" OR "smart system" OR "expert system") AND ("oropharyngeal dysphagia"OR "dysphagia")*
Science Direct	*("app" OR "monitoring system" OR "smart system" OR "expert system") AND ("oropharyngeal dysphagia"OR "dysphagia")*

Fonte Autoria Própria (2020).

[1] Disponível em http://ieeexplore.org/
[2] Disponível em http://dl.acm.org/
[3] Disponível em https://www.scopus.com/
[4] Disponível em https://www.ncbi.nlm.nih.gov/
[5] Disponível em http://www.sciencedirect.com/

4.5 ESTRATÉGIA DE SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Para escolha dos estudos, foram definidos critérios de inclusão, são eles:

- **Critério de Inclusão (CI1):** trabalhos que utilizem de tecnologias para monitoramento da disfagia;
- **Critério de Inclusão (CI2):** Pesquisas que apresentem como foi definido e realizado o processo de construção de cada ferramenta;
- **Critério de Inclusão (CI3):** estudos que definam técnicas para validação da tecnologia apresentada;
- **Critério de Inclusão (CI4):** trabalhos publicados no período de 2012 a 2020.

Após os critérios de inclusão serem definidos, foram considerados também os critérios de exclusão. Estes critérios são apresentados a seguir:

- **Critério de Exclusão (CE1):** trabalhos sem relação com o contexto desta pesquisa;
- **Critério de Exclusão (CE2):** estudos duplicados;
- **Critério de Exclusão (CE3):** pesquisas que não estão escritas em língua inglesa;

4.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

Com o objetivo de avaliar a qualidade dos artigos encontrados para RSL, foram aplicados os critérios de qualidade, definidos a seguir.

- **Critério de Qualidade 1 (CQ1):** Estudos publicados no período de 01 de janeiro de 2012 até dezembro de 2019;
- **Critério de Qualidade 2 (CQ2):** trabalhos publicados em conferências ou periódicos com qualis;
- **Critério de Qualidade 3 (CQ3):** trabalhos completos com mais de quatro páginas.

4.7 PROCEDIMENTOS PARA SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Para o procedimento da RSL, a fase de seleção dos trabalhos foi dividida em três etapas:

- **Exclusão dos Trabalhos Repetidos (Fase 1):** etapa que consistiu na formulação das *strings* de busca, utilizando de sinônimos e palavras-chave, conforme já descrito na Tabela 3. O retorno dos estudos se deu conforme a inserção das *strings* nas máquinas de busca, considerando também os filtros de data e do idioma dos trabalhos, ainda sendo necessário a exclusão de artigos considerados repetidos.
- **Processo de Seleção Preliminar (Fase 2):** nesta etapa foram lidos os títulos, resumos e palavras-chave, e conforme os critérios de inclusão e exclusão, fez-se a seleção dos trabalhos.
- **Processo de Seleção Final (Fase 3):** esta última etapa consistiu na leitura completa dos trabalhos, considerando também os critérios de inclusão e exclusão. Além destes, os critérios de qualidade também foram considerados.

4.8 EXTRAÇÃO E SUMARIZAÇÃO

A fase de extração e sumarização tem por objetivo, obter informações que respondem as questões de pesquisa da RSL através da leitura completa dos trabalhos. Essas informações foram extraídas conforme o formulário de extração ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Formulário de Extração

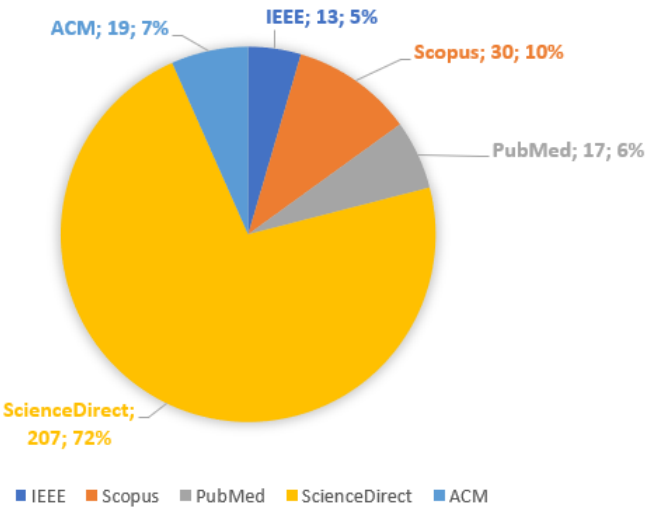
Fórmulário de Extração dos Dados
Titulo
Ano de publicação
Base de Dados
Objetivos
Métodos
Resultados

Fonte: Autoria Própria (2020).

4.9 RESULTADOS DA REVISÃO

Após a aplicação das *strings* de busca, obteve-se um total de 286 trabalhos, que foram submetidos aos procedimentos de seleção dos estudos (conforme Seção 4.7). A Figura 5 apresenta a quantidade de artigos encontrados por base de dados, ainda sem considerar os procedimentos de seleção.

Figura 5 – Resultados em porcentagens dos artigos encontrados em cada base de dados.

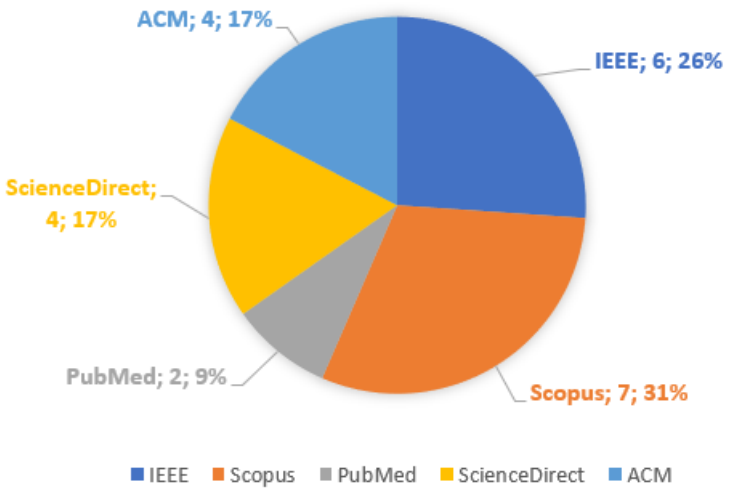


Fonte: Autoria Própria (2020).

É possível observar que a base de dados *ScienceDirect* retornou o maior número de trabalhos (207), totalizando 72% do total de trabalhos encontrados. Em seguida, a base de dados Scopus retornou 30 resultados, um total de 10% dos trabalhos encontrados, seguida da ACM Digital Library, PubMed e IEEE Xplorer, com 7%, 6% e 5% respectivamente.

Na segunda etapa, os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados após a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave. A Figura 6 ilustra o total de artigos após o final da etapa de seleção preliminar.

Figura 6 – Quantidade de Artigos Para Cada Base de Dados Após Seleção Preliminar.



Fonte: Autoria Própria (2020).

Conforme os critérios de seleção, os artigos puderam ser categorizados como seleci-

onados, excluídos ou duplicados, no qual os selecionados satisfazem pelo menos um dos critérios de inclusão, e os excluídos satisfazem pelo menos um critério de exclusão. Ao fim desta etapa, 263 (92%) artigos atenderam a pelo menos um critério de exclusão, restando então, 23 (8%) artigos que apresentaram correlação ao cenário da RSL.

A terceira e última fase consistiu na leitura completa dos 23 artigos selecionados, aplicando de forma iterativa os critérios de inclusão e exclusão definidos, além de considerar também os critérios de qualidade. Após essa etapa, 9 trabalhos foram incluídos e 14 foram excluídos na RSL.

Após a finalização das etapas de seleção, buscou-se analisar os trabalhos encontrados de modo a responder as questões de pesquisa delineadas no escopo desta RSL. A principio, procurou-se responder a QPr: *"Atualmente na literatura, quais as principais características que são apresentadas, pelos sistemas de monitoramento de pacientes com disfagia?"* As respostas para a primeira questão secundária: *"Quais as metodologias de desenvolvimento de sistemas de monitoramento remoto da disfagia estão sendo utilizados, atualmente?"* também podem ser encontradas a seguir.

Kato, Maeda e Hattori (2013) apresentam um sistema baseado em *hardware*, composto por um travesseiro, capaz de configurar uma postura de cabeça e pescoço com reprodutibilidade no treinamento de ingestão após o teste de deglutição por videofluoroscopia, de modo a determinar a postura ideal para o processo, prevenindo a aspiração. Conforme os autores, o travesseiro tem aplicabilidade clínica na reabilitação da deglutição ou treinamento alimentar.

Bi *et al.* (2014) apresentam um sistema pervasivo baseado em *hardware* e *software* para o monitoramento e reconhecimento do hábito alimentar. O sistema é composto por um dispositivo semelhante a um colar que coleta complexos sinais acústicos da garganta, e conecta-se ao *smartphone* via bluetooth, neste, diferentes eventos, tais como mastigação, deglutição e respiração, podem ser reconhecidos por um método de IA.

Constantinescu, Stroulia e Rieger (2014) apresenta o conceito de um sistema móvel gamificado, baseado em *hardware* e *software* para terapia da deglutição, nomeado Mobili-T. O sistema é projetado por uma equipe interdisciplinar, composta por engenheiros biomédicos, clínicos e designers industriais, e tem como objetivo principal permitir que os pacientes com disfagia possam passar pelo regime de reabilitação em casa. O *hardware* coleta sinais da elevação laríngea e abertura cricofaríngea e estimula o exercício de contração do músculo submentoniano, estabelecendo recompensas em um jogo no *smartphone* conforme a duração desse exercício.

Yagi *et al.* (2014) propoem um sistema não restritivo e não invasivo, baseado em *hardware* e *software* para monitoramento da deglutição por meio da análise acústica. O sistema detecta a deglutição por meio de um algoritmo de alta especificidade, com base

em fatores de frequência acústica e fluxo respiratório. O *hardware* é composto por uma cânula nasal e um sensor piezoelétrico, para captura de informações da respiração e da deglutição, respectivamente.

Kalantarian *et al.* (2015) apresenta um sistema de *hardware* e *software* para monitoramento de ingestão de alimentos baseado em um colar que pode ser usado sem fio. O movimento na garganta é capturado e transmitido para um aplicativo móvel para processamento e orientação do usuário. Com base em dados coletados de 30 usuários, o sistema foi capaz de detectar a ingestão de alimentos sólidos e líquidos.

Kuramoto *et al.* (2016) desenvolveram uma tecnologia vestível, baseada em *smartphone* que é capaz de avaliar, em tempo real, a capacidade de deglutição dos pacientes. O sistema permite ainda a detecção de postura, e a visualização remota da atividade da deglutição. O armazenamento baseado em nuvem foi desenvolvido para oferecer inspeção e análise off-line das informações, isso permite aos pacientes serem monitorados para refeições regulares em seu próprio ambiente.

Dong e Biswas (2017) mostram um sistema de sensor vestível capaz de monitorar a respiração e o movimento das mãos para estimar o tempo e a duração de uma refeição, considerando que estes fatores podem ter impactos significativos na saúde humana. Através da combinação de informações da respiração, deglutição e movimento das mãos, é possível detectar vários tipos de eventos de deglutição, incluindo sólidos e líquidos na presença de artefatos, como deglutições espontâneas, risos, tosse e limpeza da garganta.

Porfirione (2017) apresenta um conceito de sistema inteligente de *hardware* e *software* nomeado "DayD", que tem por objetivo o monitoramento da deglutição dos pacientes com disfagia durante as refeições, a fim de relatar ao médico/fonoaudiólogo, em tempo real, eventuais anomalias que possam causar asfixia. O DayD é projetado de forma centrada no paciente e numa equipe médica interdisciplinar, visando oferecer aos utentes de disfagia regimes de reabilitação de forma segura e autônoma. O sistema é composto por um aplicativo e um dispositivo vestível fáceis de usar e úteis para todos os envolvidos na reabilitação da disfagia.

Por fim, Turan e Erzin (2017) apresentam um sistema não invasivo de sensor corporal e técnicas de processamento de sinal relacionadas para classificar diferentes tipos de sons de ingestão de alimentos. O sistema inteligente de monitoramento, baseado em *hardware* e *software* utiliza um microfone piezoelétrico para garganta que captura os sinais da deglutição.

Em seguida, são respondidas as demais questões secundárias de pesquisa mais específicas delineadas no protocolo da RSL:

QS2: *Quais as principais técnicas de Inteligência Artificial utilizadas no desenvolvimento de sistemas de monitoramento remoto da disfagia?*

Bi *et al.* (2014) utilizam de dois algoritmos para predição dos diferentes eventos acústicos da deglutição, K-Nearest Neighbor (KNN) e Support Vector Machine (SVM). Yagi *et al.* (2014) utilizam a Transformada Rápida de Fouriet, que decompõe um sinal em suas frequências constituintes, para a análise das frequências acústicas. Kalantarian *et al.* (2015) utilizam o classificador Naive Bayes para detectar a ingestão de sólidos ou líquidos. E Dong e Biswas (2017) também utilizam o algoritmo Support Vector Machine (SVM) em conjunto com o modelo estatístico Hidden Markov Model (HMM) para estimativa da duração das refeições.

QS3: *Tratando-se do desenvolvimento de sistemas de monitoramento remoto da disfagia, quais limitações são encontradas atualmente?*

Dentre as limitações encontradas nos trabalhos estudados, Bi *et al.* (2014) mencionam a importância de um algoritmo de filtragem para melhorar a precisão do algoritmo de monitoramento. Kalantarian *et al.* (2015) descreve que o ajuste do colar é um fator importante, devendo estar em contato com a pele, mas, suficientemente solto para que os movimentos sejam detectados. Dong e Biswas (2017) destaca que é importante considerar a limitação de recursos computacionais na utilização conjunta de todos os recursos presentes no dia a dia. Porfirione (2017).Turan e Erzin (2017) dizem que seria de interesse encontrar novos descritores de recursos que podem melhorar o desempenho da discriminação dos resultados obtidos.

Vale ainda destacar que os trabalhos não citados, apresentaram limitações nas descrições, abordando de forma simplificada o processo de condução, deixando vácuos sobre informações como, etapas de desenvolvimento, arquiteturas, e a descrição dos sistemas em si.

Além disso, a inserção de termos na *string* de busca referentes à intubação, pós-intubação, ou sinônimos, como: extubação, pós-extubação, síndrome respiratória, ou covid, zeraram os resultados da busca. Desse modo, uma quarta questão secundária foi definida, com o objetivo de, conforme a literatura, buscar relações entre os trabalhos encontrados e o contexto específico dessa pesquisa. A questão definida foi:

QS4: *No contexto da pós-intubação, disfagia e covid, quais características são relevantes nos trabalhos encontrados?*

Dentre as principais informações que puderam ser encontradas que respondessem a essa questão, pode-se citar que muitos procedimentos realizados pelos fonoaudiólogos exigem proximidade com os pacientes, contato com mucosas e contato potencial com fluidos corporais, como saliva e gotículas respiratórias ao tossir, espirrar e falar, sendo este um fator exposição do profissional de saúde (BOLTON *et al.*, 2020). Desse modo, possibilidade

da realização do monitoramento remoto através da detecção de obstruções, avaliação da deglutição e recomendações, é um fator de importante destaque e está presente na maioria dos trabalhos encontrados.

Ainda nesse contexto, Constantinescu, Stroulia e Rieger (2014) apresentaram um *hardware* baseado em biofeedback visual de auxílio da eletromiografia de superfície (sEMG), que utiliza almofadas adesivas descartáveis (sem necessidade de limpeza). O *hardware* é envolvido por uma caixa, que é composta de materiais fáceis de limpar com desinfetantes hospitalares.

Segundo Bolton *et al.* (2020), a intubação pode causar efeitos crônicos, tais como insuficiência fonatória, estreitamento da laringe e faringe, e cicatrizes. Nesse contexto, um dos fatores relevantes presentes em todos os trabalhos, é a utilização de equipamentos não invasivos para coleta de dados.

5 PROTOCOLO REMOTO MULTIDISCIPLINAR DE MONITORAMENTO PARA PREVENÇÃO E REABILITAÇÃO DA DISFAGIA PÓS-EXTUBAÇÃO

Este capítulo apresenta um sistema para monitoramento remoto da prevenção da disfagia pós-extubação. Para melhor compreensão, o conteúdo está subdividido em:

4.1 Histórico: apresenta o histórico evolutivo do sistema proposto;

4.2 Visão Geral do Sistema: contém uma descrição geral do sistema, sua arquitetura, e a descrição dos módulos desenvolvidos;

4.3 Discussão: compreende-se numa discussão sobre sistema descrito neste capítulo.

5.1 HISTÓRICO

Como supracitado, este capítulo objetiva a apresentação de um sistema para monitoramento da prevenção da disfagia pós-extubação, o qual é uma continuação dos trabalhos propostos por Moreira (2015), Barbalho (2018) e Maia (2020).

Moreira (2015) desenvolveu o trabalho intitulado “Sistema de Monitoramento Contínuo da Ingestão de Alimentos” que tem por objetivo principal gerar um relatório das refeições realizadas pelos pacientes, o qual contém as seguintes informações: o número de refeições diárias, a duração de cada refeição, e a classificação física do alimento ingerido (sólido ou líquido). Para tanto, o sistema proposto pelo autor é composto por três componentes: MIA *device*, MIA mobile, e MIA Web.

O MIA *device* consiste em um dispositivo não invasivo, desenvolvido para realizar a aquisição dos sinais emitidos durante a ingestão de alimentos. O dispositivo utiliza sensores como acelerômetro e giroscópio para capturar os sinais de movimento, e microfone para captura de sons emitidos durante o processo de mastigação e deglutição. O MIA mobile por sua vez é utilizado pelo paciente para controle da gravação das refeições, armazenamento dos dados, bem como o envio destes ao servidor. Por fim, o MIA Web é uma plataforma disponibilizada para que os profissionais de saúde possam acompanhar o relatório de refeições dos pacientes.

Encadeando o trabalho de Moreira (2015), e fazendo a reutilização de algumas de

suas funções, Barbalho (2018) apresenta o seu trabalho intitulado "Equipamento Médico Assistencial Para Monitoramento da Ingestão de Alimentos", desenvolvido com o objetivo de auxiliar a equipe médica durante o monitoramento de pacientes com dificuldade de deglutição e/ou com Disfagia Orofaríngea.

O Equipamento Médico Assistencial (EMA) proposto pela autora entre suas principais funcionalidades, pode: classificar do tipo físico do alimento em sólido, líquido ou pastoso; gerar um histórico alimentar com informações detalhadas sobre o processo da deglutição; e relacionar o nível de disfagia em que o paciente se encontra aos níveis de disfagia citados na literatura.

Em progressão ao trabalho de Barbalho (2018), tem-se o "Sistema de Apoio à Decisão Clínica para Triagem e Monitoramento da Disfagia Orofaríngea" proposto por Maia (2020) e motivado a: fazer a triagem de pacientes para analisar a ausência ou presença de disfagia; e fornecer informações relacionadas às condutas alimentares adequadas de acordo com seu caso específico de disfagia.

Em seu trabalho, a autora ampliou as plataformas desenvolvidas anteriormente, e dividiu o escopo da plataforma Web para que atendesse à necessidade de profissionais fonoaudiólogos e nutricionistas. Na interface dos fonoaudiólogos é possível realizar uma triagem de pacientes com risco de disfagia, e a interface dos nutricionistas permite realizar triagem para verificação do risco de desnutrição dos pacientes, além de possibilitar que o profissional desenvolva receitas específicas ao caso de cada paciente.

Este trabalho procurou dar continuidade aos trabalhos citados. No entanto, considerou-se também aspectos relacionados ao atual contexto pandêmico da COVID-19, infecção viral caracterizada por insuficiência respiratória progressiva, o que pode exigir intubação e ventilação mecânica, que estão associadas ao risco de disfagia (FRAJKOVA *et al.*, 2020). Para isso, baseando-se em evidências e conhecimentos contemporâneas presentes na literatura, buscou-se incorporar ao sistema funções pertinentes à equipe multidisciplinar atuante na prevenção, monitoramento e reabilitação da disfagia, neste caso, os profissionais de enfermagem, fonoaudiologia e nutrição.

Na interface do profissional de enfermagem, é possível realizar a pré-triagem do paciente, na qual se faz o levantamento de dados de identificação socioeconômica do paciente, doenças pré-existentes e medidas antropométricas. Todas essas informações podem ser consideradas relevantes na prevenção, monitoramento e reabilitação da disfagia.

A interface do profissional de fonoaudiologia permite a pré-triagem e a avaliação do risco de disfagia por meio da Ferramenta de Avaliação Alimentar, do inglês, Eating Assessment Tool (EAT-10), um questionário validado, que utiliza um escore de três ou mais pontos como nota de corte para risco de disfagia (BELAFSKY *et al.*, 2008).

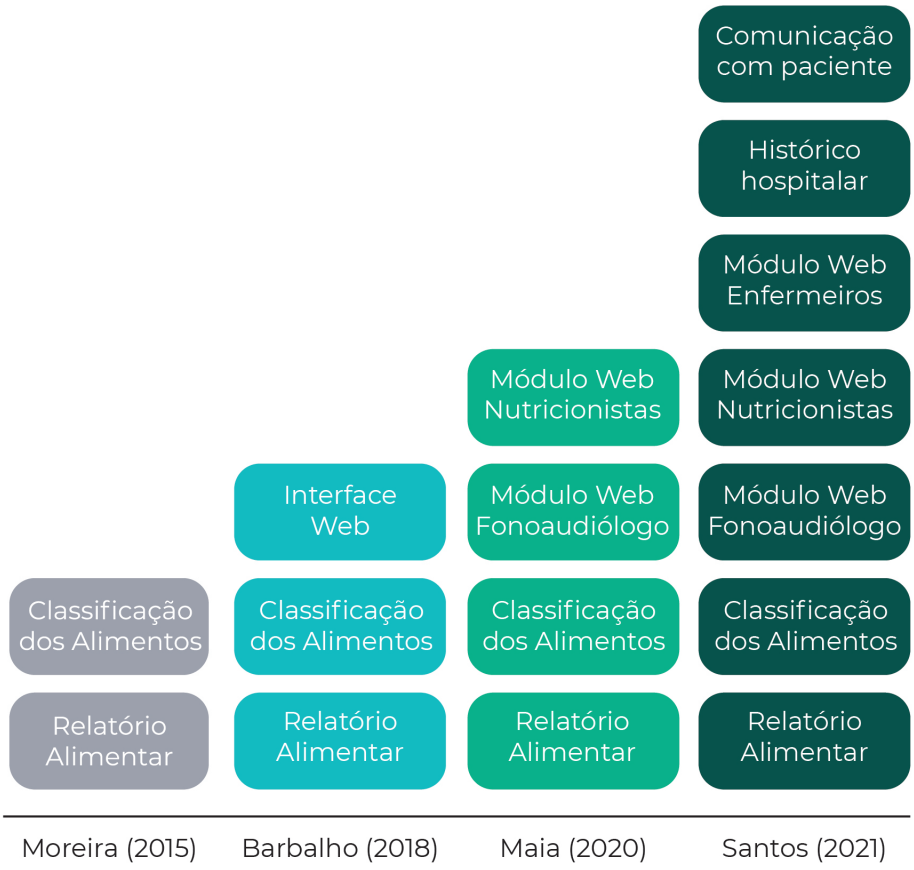
Por fim, a interface do profissional de nutrição permite a pré-triagem nutricional do

paciente, guias com técnicas de aferição de medidas antropométricas e a realização de uma Avaliação Nutricional Subjetiva Global (ANSG) segundo proposta de Detsky *et al.* (1984).

As informações sobre um paciente geradas no sistema são compartilhadas entre toda a equipe multidisciplinar que o acompanha. Além disso, os profissionais podem visualizar um histórico hospitalar dos pacientes, bem como se comunicar com o paciente através de notificações, que podem assumir diversas funções, como orientações, lembretes, ou alertas. Essas notificações são disponibilizadas aos pacientes via aplicativo *mobile*.

A Figura 7 ilustra um comparativo entre os sistemas de Moreira (2015), Barbalho (2018), Maia (2020) e o sistema proposto neste trabalho.

Figura 7 – Comparativo entre os sistemas desenvolvidos

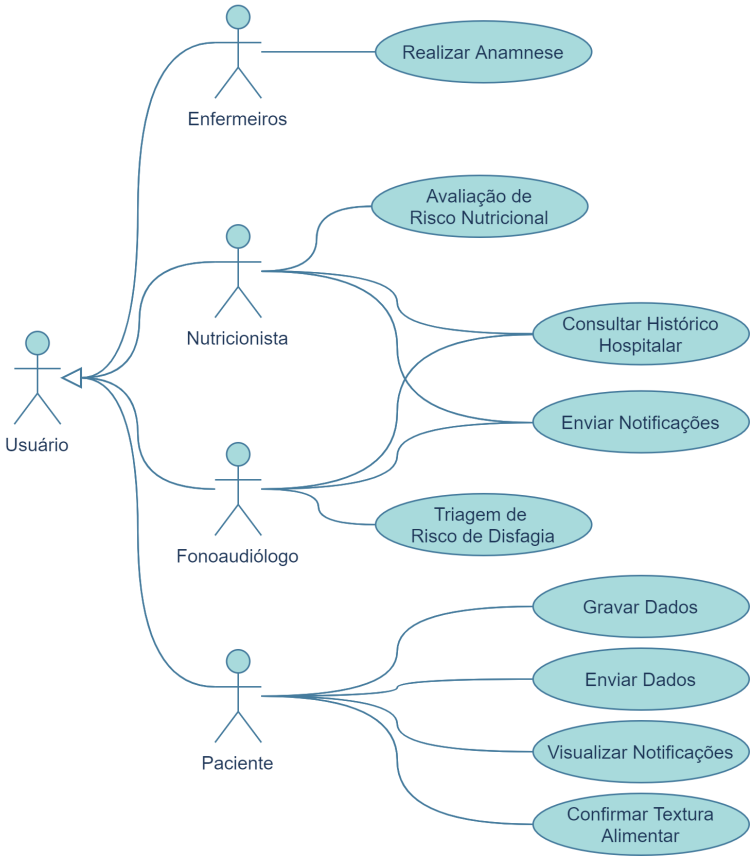


Fonte: Autoria Própria (2021).

5.2 VISÃO GERAL DO SISTEMA

O sistema desenvolvido baseia-se no auxílio da i) prevenção, ii) monitoramento e iii) reabilitação da disfagia pós-extubação. A Figura 8 ilustra o diagrama de casos de uso do sistema, no qual pode-se observar este processo.

Figura 8 – Diagramas de Caso de Uso do Sistema



Fonte: Autoria Própria (2021).

Do ponto de vista da prevenção, a anamnese, junto da triagem de risco da disfagia e da avaliação de risco nutricional, são capazes de oferecer aos profissionais um prognóstico sobre o estado de saúde do paciente, possibilitando a adoção de cuidados preventivos à disfagia e suas consequências.

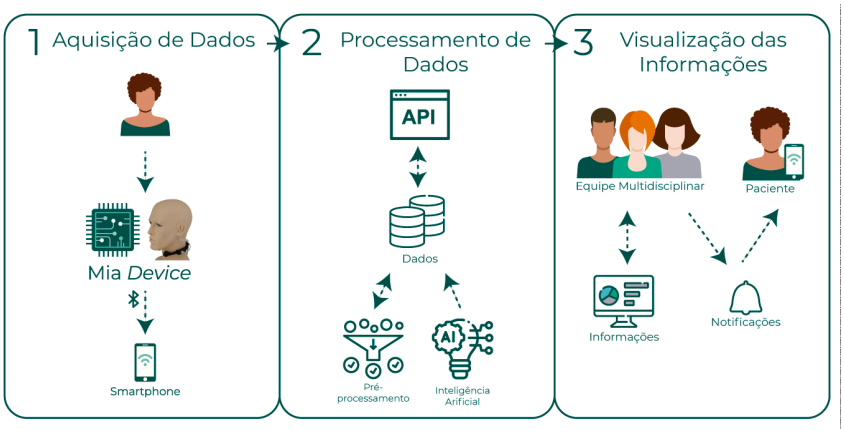
Quanto ao monitoramento, destaca-se a possibilidade de visualizar o histórico hospitalar do paciente, que oferece à equipe multidisciplinar uma antevisão da evolução ou regressão da disfagia e suas consequências. A partir do histórico também é possível tomar ciência das doenças pré-existentes, o que permite adotar condutas específicas para a reabilitação de cada indivíduo.

No contexto da reabilitação, a partir da triagem de risco da disfagia e da avaliação de risco nutricional também é possível tomar medidas paliativas e de reabilitação, caso essas complicações sejam confirmadas no paciente. O envio de notificações ao paciente permite também direcioná-lo no sentido do tratamento adotado. Além disso, uma ontologia foi desenvolvida com o objetivo de auxiliar o profissional de fonoaudiologia na adoção de condutas de acordo com o nível de disfagia do paciente.

Para atender a esse contexto, o funcionamento geral do sistema divide-se em i)

aquisição de dados; ii) processamento de dados; e iii) visualização dos dados. Como é ilustrado na Figura 9.

Figura 9 – Visão Geral do Sistema



Fonte: Autoria Própria (2021).

A etapa de aquisição de dados é realizada com o auxílio do Mia *Device* desenvolvido por Moreira (2015). O dispositivo não invasivo é composto por instrumentos de acelerômetro e giroscópio, que são posicionados na altura da mandíbula, e também por um laringofone que é posicionado no pescoço. Com o controle dos pacientes via aplicativo *mobile*, esses instrumentos realizam a captura dos dados de movimento e som, emitidos durante o processo de ingestão de alimentos. Esses dados são enviados ao *smartphone* por meio do *bluetooth* e posteriormente ao servidor remoto, do qual serão acessados e utilizados na etapa de processamento de dados.

Na etapa de processamento, com o auxílio do *software* MATLAB (MATHWORKS, 2021) obtém-se um desvio padrão dos dados gerados pelo Mia *Device*. Assim, esses dados são normalizados e podem ser utilizados na classificação de informações por meio das diferentes técnicas de IA utilizadas no sistema. Nesta etapa, foi desenvolvida uma API Node responsável pelas regras de negócio do banco de dados.

Por fim, com o objetivo de auxiliar a equipe multidisciplinar na tomada de decisões atuantes na prevenção, monitoramento e reabilitação em disfagia, as informações podem ser visualizadas por meio da plataforma web. Nessa etapa, foi desenvolvida uma plataforma web utilizando ReactJS. Nas subseções 5.3, 5.4 e 5.5 são descritas a API, a plataforma Web e a plataforma *mobile*, respectivamente.

5.3 *APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE* - API

O objetivo dessa API é gerir as regras de negócios do sistema. No contexto da base de dados, a API fornece um conjunto de regras e protocolos para a realização de solicitações e retorno de dados por meio do protocolo HTTP (do inglês, *Hypertext Transfer*

Protocol). Além disso, a API realiza uma série de cálculos de dados secundários necessários para os profissionais de saúde, como por exemplo, o gasto energético basal para mulheres, obtido pela equação de Harris-Benedict (5.1).

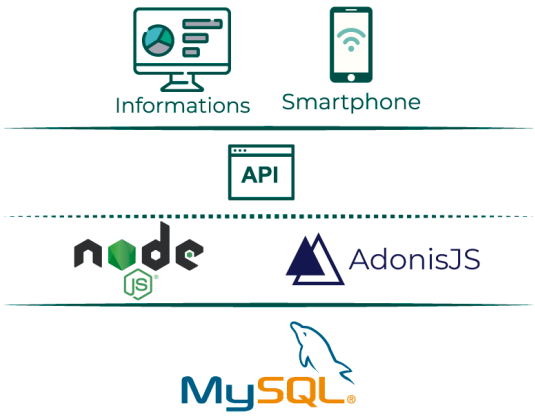
$$GEB = 655,1 + (9,5 \times peso(kg)) + (1,7 \times altura(cm)) - (4,7 \times idade(anos)) \quad (5.1)$$

Segundo o profissional de nutrição consultado durante a condução dessa pesquisa, muitas vezes a realização destes cálculos é realizada por calculadores de sites de terceiros, os quais não fornecem a centralização das informações. Além disso, existem diversos outros cálculos que acabam necessitando de uma grande quantidade de tempo, que muitas vezes não estão disponíveis em unidades públicas de saúde, por exemplo.

Ainda no contexto dos dados, a API é responsável pela autenticação dos usuários, feita com base em JSON Web Token (JWT), que é uma codificação de *token* de segurança baseado em *JavaScript Object Notation* (JSON) que permite o compartilhamento de informações de identidade e segurança entre domínios de segurança (JONES; CAMPBELL; MORTIMORE, 2015). A criptografia de dados sensíveis também é realizada.

A API utiliza o modelo arquitetural REST, do inglês *Representational State Transfer*, comumente aplicada no projeto de APIs para serviços Web que considera aspectos como a nomeação dos caminhos dos URIs (do inglês, *Uniform Resource Identifiers*) no plural; o método usado para atualizar o estado do recurso; o código de status de resposta HTTP apropriado para cada cenário; entre outras (MASSE, 2011). Essas especificações do modelo modelo REST estabelecem padrões e especificações para conexões entre a API e as aplicações Web e *mobile*. A Figura 10 ilustra a representação em camadas da API.

Figura 10 – Representação em Camadas da API

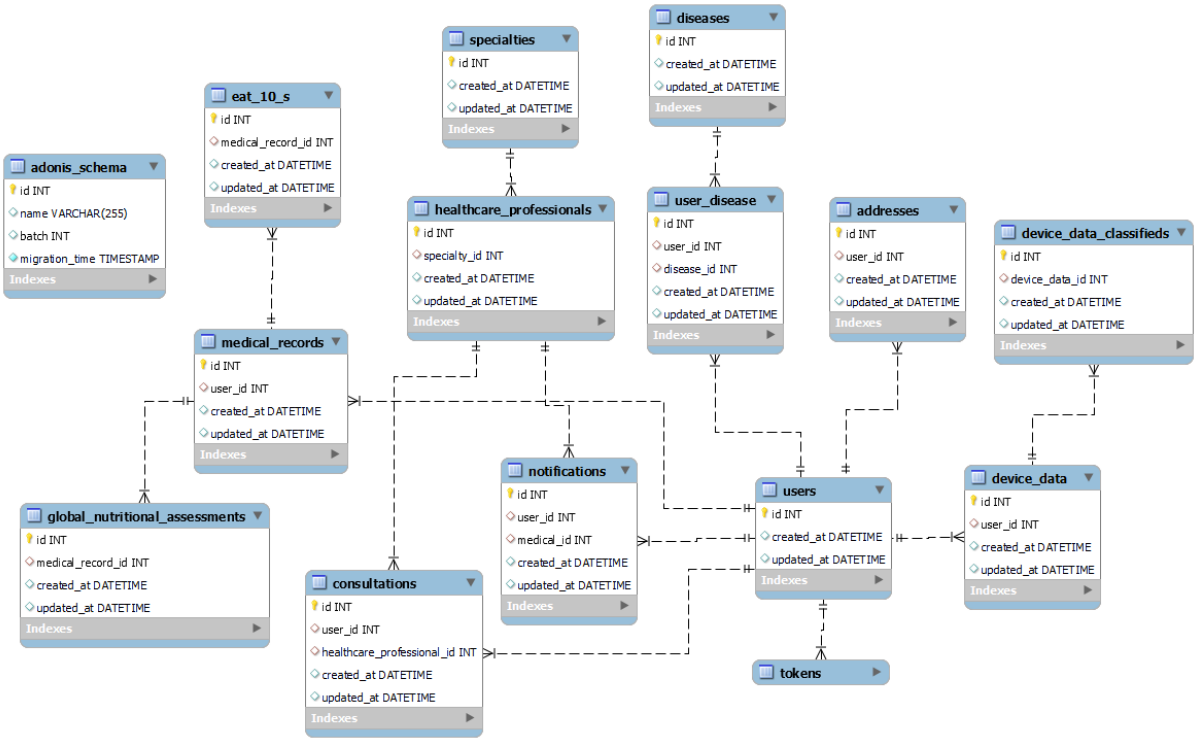


Fonte: Autoria própria (2019).

A arquitetura é dividida em três camadas. Na camada superior estão as diferentes visualizações do sistema, que consomem os dados fornecidos pela API, que roda sob o

ambiente de execução JavaScritp NodeJS, e utiliza recursos oferecidos pelo *framework* AdonisJS para realização de operações no banco de dados MySQL. A Figura 11 exibe o Diagrama Entidade Relacionamentos (DER) do banco de dados.

Figura 11 – Diagrama Entidade Relacionamento do Banco de Dados



Fonte: Autoria Própria (2021).

Os DERs especificam a estrutura do esquema do banco de dados e são semelhantes sob muitos aspectos aos diagramas de classe da UML, que especifica o projeto detalhado dos módulos de *software* e suas interações, por isso, as operações em objetos durante o projeto do banco de dados podem ser usadas para especificar os requisitos funcionais do sistema (ELMASRI; NAVATHE, 2019).

5.3.1 Ferramentas Utilizadas

Para o desenvolvimento do código, utilizou-se o Visual Studio Code (VSCode), uma ferramenta de edição de código, grátis, de código aberto e que roda em qualquer plataforma. Além disso, o VSCode fornece diversas ferramentas, como: preenchimento automático de código com o IntelliSense, definições de função e módulos importados; comandos Git embutidos; e a possibilidade de extensões para adicionar novos idiomas, temas, ou para se conectar a serviços adicionais (MICROSOFT, 2021).

O NodeJS é um ambiente de execução JavaScript, construído no motor V8 JavaScript do Chrome, assíncrono e orientado a eventos. O Node possui uma arquitetura *non-blocking thread* (não-bloqueante), apresentando uma boa performance com consumo

de memória e utilizando ao máximo e de forma eficiente o poder de processamento dos servidores (PEREIRA, 2014).

Para a comunicação com o banco de dados e a realização de outras operações, utilizou-se o AdonisJS, um *framework* que inclui todas as ferramentas necessárias para criar um servidor API. O Adonis empacota diversos recursos em sua estrutura, como por exemplo, o SQL ORM (*Object Relational Mapper*), que oferece um criador de consultas de banco de dados fluente, isto é, os códigos criadas na linguagem JavaSript são funcionais para consultas em qualquer banco de dados utilizado (ADONISJS, 2021).

A API desenvolvida foi validada com a realização de testes utilizando o *software* Insomnia, que é uma ferramenta de design e cliente de APIs colaborativo, que suporta vários protocolos, utilizada na criação e testes de APIs rapidamente. O Insomnia permite a organização de requisições, a automatização de testes manuais e o gerenciamento de vários ambientes de trabalho (KONG, 2021).

Para o armazenamento das informações, utilizou-se o MySQL, um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) de alto desempenho, segurança, código aberto e que utiliza uma linguagem de consulta estruturada, do inglês, *Structured Query Language* (SQL) (ORACLE *et al.*, 2021).

5.4 PLATAFORMA WEB

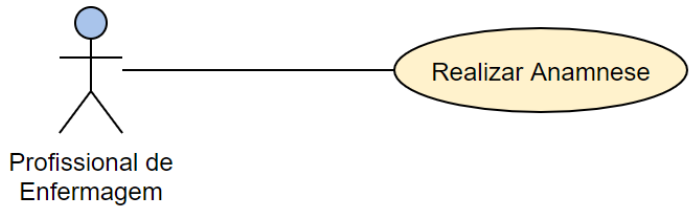
A plataforma Web foi desenvolvida para utilização dos profissionais de saúde e possui interfaces individuais para cada profissional (enfermeiros, nutricionistas e fonoaudiólogos). Para a realização de qualquer operação no sistema, é necessário que o usuário esteja autenticado. A Figura 12 ilustra a interface de login dos usuários no sistema.

Figura 12 – Tela de Autenticação

Fonte: Autoria Própria (2021).

Uma vez autenticados no sistema, cada profissional de saúde poderá interferir no tratamento por meio da realização de operações específicas à sua área de atuação. Na Figura 13 é ilustrado o principal Caso de Uso dos profissionais de enfermagem.

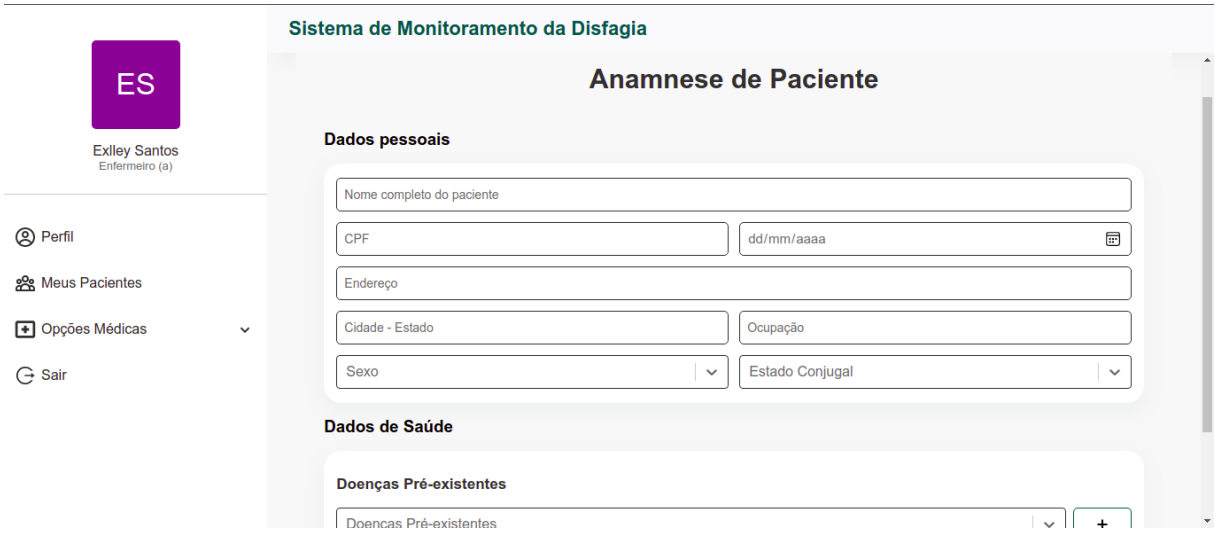
Figura 13 – Caso de Uso dos profissionais de Enfermagem



Fonte: Autoria Própria (2021).

O principal caso de uso dos profissionais de enfermagem é a anamnese, que consiste no levantamento das principais informações do paciente, como dados pessoais, socioeconômicos e medidas antropométricas. Também é possível fazer o levantamento de doenças preexistente conforme ilustra a Figura 14. Conforme a literatura, para a prevenção, monitoramento e/ou reabilitação da disfagia deve-se considerar aspectos pulmonares, sociais, a idade e o histórico de comorbidades do paciente, aspectos que podem agravar os déficits de deglutição (FRAJKOVA *et al.*, 2020).

Figura 14 – Tela de Anamnese dos Pacientes



Fonte: Autoria Própria (2021).

As informações coletadas primeiramente pelos profissionais de enfermagem ficarão disponíveis ao restante da equipe médica, desde que também sejam responsáveis pelo paciente em questão. Todos os profissionais podem acessar uma lista dos pacientes que acompanham, como ilustra a Figura 15.

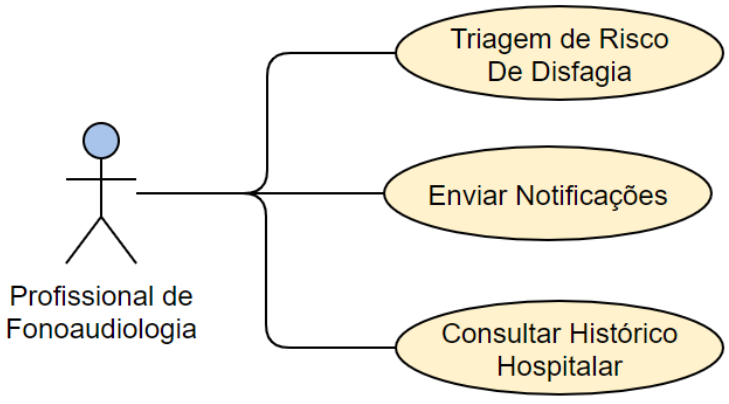
Figura 15 – Tela de Visualização dos Pacientes

Fonte: Autoria Própria (2021).

Como citado anteriormente, na tela de visualização de pacientes o profissional consegue acessar todos os pacientes pelo qual é responsável. Nessa tela também é possível realizar uma nova anamnese do paciente, a qual atualizará os dados do pacientes coletados pelos profissionais de enfermagem sem desprezar os dados já existentes, gerando um histórico dessas informações. Frajkova *et al.* (2020) consideram a importância do histórico hospitalar do paciente na condução do seu tratamento pós-extubação por COVID-19.

Também está disponível uma interface para os profissionais de fonoaudiologia, os quais os casos de uso são ilustrados na Figura 16.

Figura 16 – Casos de Uso dos Profissionais de Fonoaudiologia

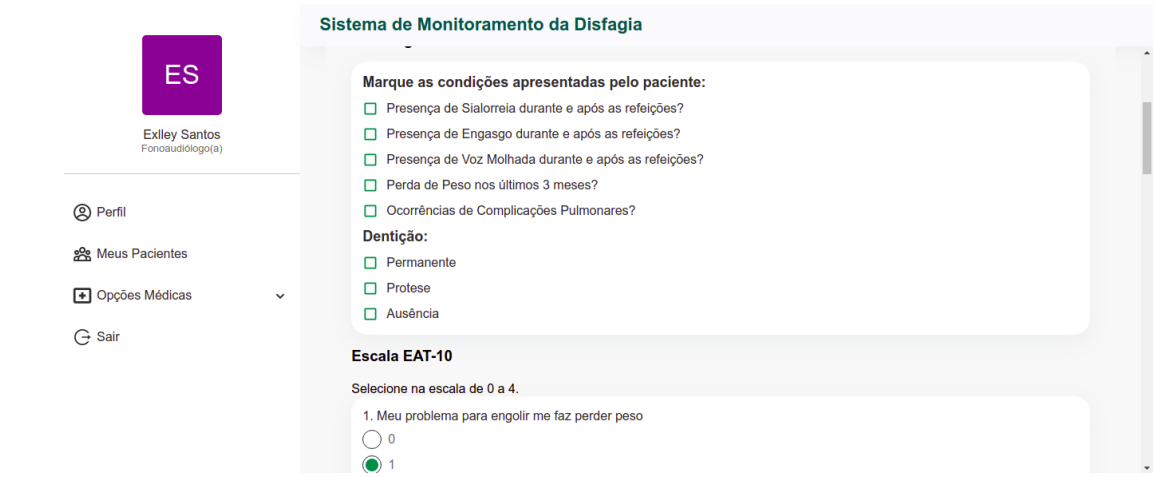


Fonte: Autoria Própria (2021).

O profissional de fonoaudiologia pode realizar três operações principais: consultar o histórico hospitalar do paciente; realizar a triagem de risco de disfagia e; enviar notificações ao paciente. A triagem do risco da disfagia consiste no levantamento de informações

fonoaudiológicas para triagem do risco da disfagia, e também na aplicação do Instrumento de Autoavaliação da Alimentação (EAT-10) um questionário altamente citado na literatura, validado, e composto por dez questões que possui uma pontuação de três pontos ou acima dela como corte para o risco de disfagia (GONÇALVES; REMAILI; BEHLAU, 2013). A interface para triagem de risco da disfagia é ilustrada na Figura 17.

Figura 17 – Tela de Triagem de Risco de Disfagia



Fonte: Autoria Própria (2021).

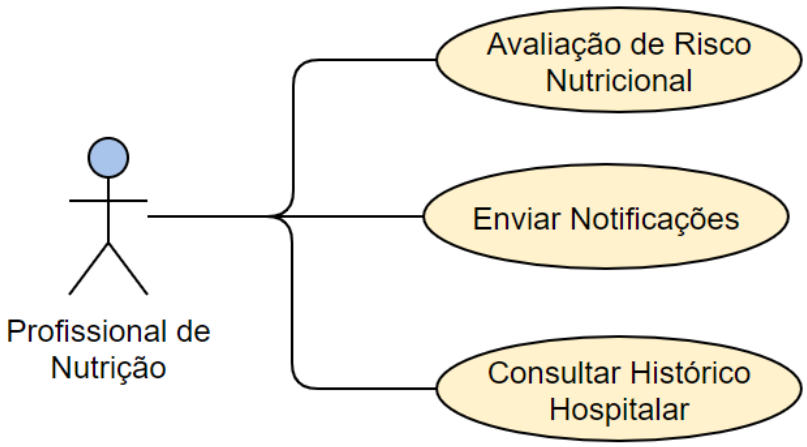
Outra operação possível de ser realizada pelos profissionais de fonoaudiologia é o envio de notificações ao paciente. Essa notificação pode assumir três funções: alerta, lembrete ou recomendação, que podem representar uma prioridade no processo de leitura do paciente. Além disso, essas notificações possuem um *status* que mostra se ela foi ou não lida. Dessa forma, essa funcionalidade permite a comunicação entre os profissionais e o paciente. A Figura 18 expõe a interface de envio de notificações ao paciente.

Figura 18 – Tela de Envio de Notificações

Fonte: Autoria Própria (2021).

Outras operações importantes podem ser realizadas por meio da interface disponível pelos profissionais de nutrição. Os casos de uso dos profissionais de nutrição são ilustrados na Figura 19

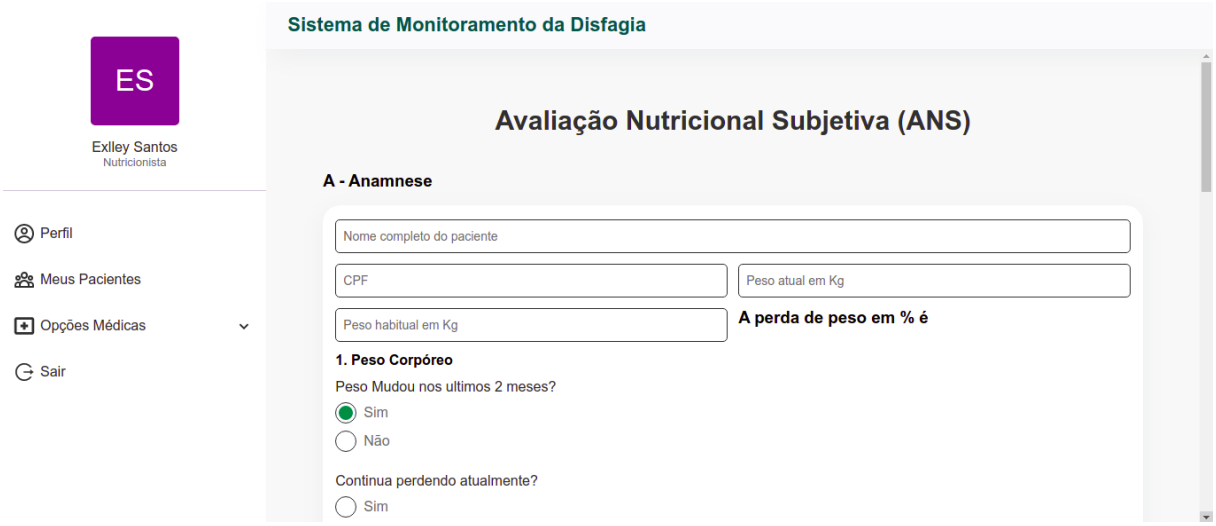
Figura 19 – Casos de Uso dos Profissionais de Nutrição



Fonte: Autoria Própria (2021).

O profissional de nutrição pode realizar uma Avaliação Nutricional Subjetiva (ANS). Para este caso, utilizou-se a ANS proposta por Detsky *et al.* (1984), um método simples, de baixo custo, que pode ser realizado em poucos minutos, além de, mesmo após décadas de uso, ter grande aceitação da parte clínica, sendo atualmente utilizado não apenas em pacientes cirúrgicos, o que pode abarcar os pacientes pós-extubados, mas também adaptado para várias outras situações clínicas (BARBOSA-SILVA; BARROS, 2002). É possível observar na Figura 20 a interface de aplicação da ANS.

Figura 20 – Tela de Avaliação Nutricional Subjetiva



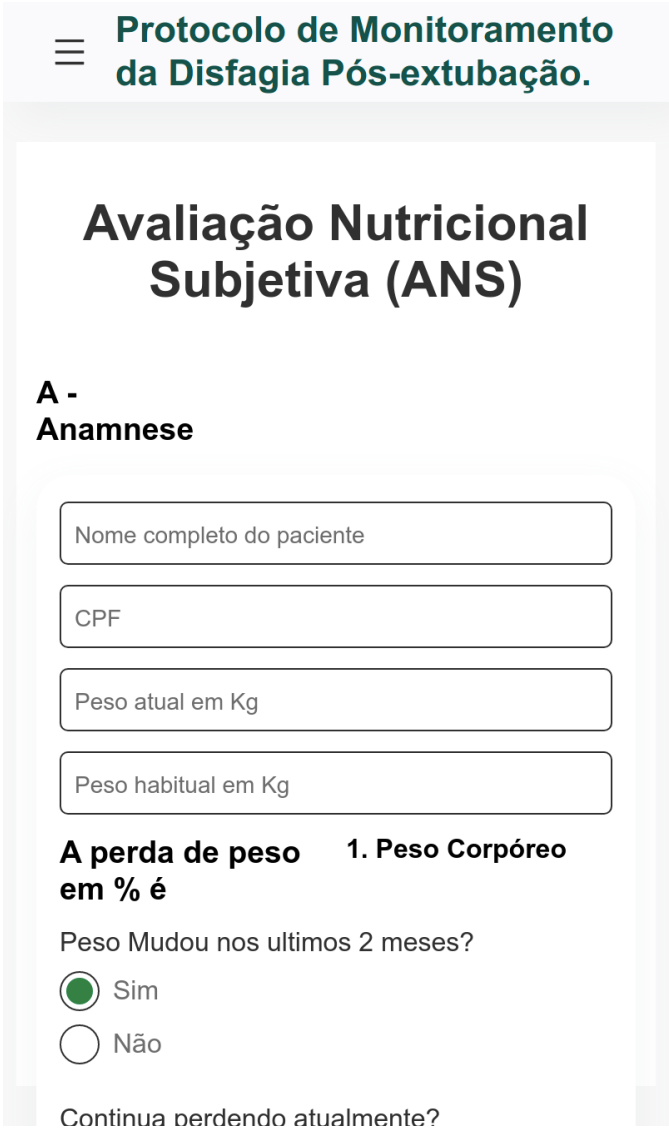
Fonte: Autoria Própria (2021).

As informações fornecidas e as operações disponibilizadas pela plataforma Web

foram levantadas conforme a literatura vigente, da qual buscou-se identificar protocolos e procedimentos globais, que também podem ser aplicados à prevenção, monitoramento e reabilitação da disfagia pós-intubação. Desse modo, a presença dos profissionais de domínio tornou-se de grande importância neste levantamento.

Além das funcionalidades citadas anteriormente, a plataforma Web desenvolvida é totalmente responsiva, ou seja, o profissional de saúde pode utilizá-la também por meio da utilização de dispositivos *mobile*, como ilustra a Figura 21

Figura 21 – Visualização da plataforma Web desenvolvida em dispositivo *mobile*.



Fonte: Autoria Própria (2021).

5.4.1 Ferramentas Utilizadas

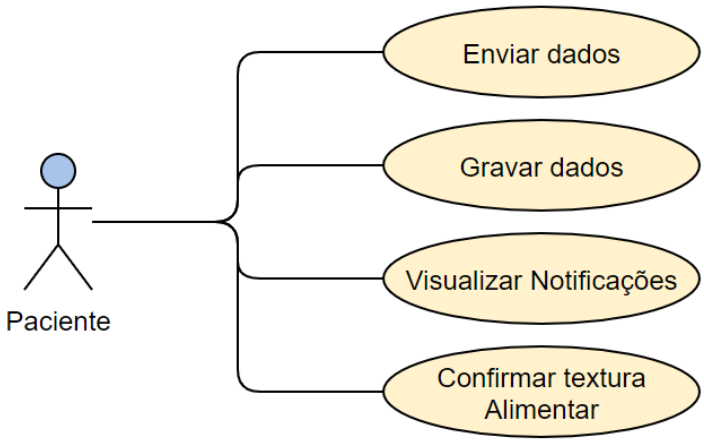
A plataforma Web foi desenvolvida utilizando a biblioteca ReactJs. A ReactJs foi criado pelo Facebook para lidar com alguns dos desafios associados a sites de grande escala baseados em dados e facilita a construção de UIs (*User Interfaces*) interativas,

pois permitem o encapsulamento de componentes que gerenciam seu próprio estado e a combinação destes na construção de UIs. O ReacJs também funciona sob o ambiente NodeJs. As demais ferramentas utilizadas foram elicitadas na subseção 5.3.1.

5.5 PLATAFORMA *MOBILE*

A plataforma *mobile* é direcionada ao uso dos pacientes. Tratando-se do aplicativo *mobile*, Maia (2020) já tinha apresentado algumas das funções do aplicativo desenvolvido: gravar e enviar as informações obtidas com o Mia *Device* e confirmar a textura alimentar consumida, essa segunda opção serve para confrontar as inferências realizadas pelo módulo inteligente desenvolvido para identificar o alimento ingerido. A Figura 22 ilustra os principais caso de uso dos pacientes no sistema.

Figura 22 – Tela de Avaliação Nutricional Subjetiva



Fonte: Autoria Própria (2021).

No contexto dos pacientes, a principal função desenvolvida nesta pesquisa foi a visualização de notificações enviadas pelos profissionais de saúde. Como já supracitado, essas notificações possuem um *status* que pode ser "lida"ou "não lida". Essa possibilidade de comunicação remota se torna fator importante na pós-extubação, principalmente no que compreende pós-covid, uma vez que nesse contexto, o contato próximo com o paciente positivo COVID-19 deve ser minimizado (FRAJKOVA *et al.*, 2020). A Figura 23 ilustra a visualização das notificações pelo aplicativo *mobile* destinado aos pacientes.

Figura 23 – Tela de Visualização de Notificações

Fonte: Autoria Própria (2021).

5.6 UMA ONTOLOGIA PARA RECOMENDAÇÃO DE CONDUTAS DE ACORDO COM O NÍVEL DE DISFAGIA

Nesta subseção, descreve-se a construção de uma ontologia para recomendação de condutas de acordo com o nível de disfagia do paciente. Essa ontologia tem como objetivo, auxiliar os profissionais de saúde na escolha de condutas adequadas ao quadro clínico de cada paciente. Para isso, as informações necessárias para o desenvolvimento da ontologia, bem como as condutas adequadas para cada nível de disfagia foram elicitadas de acordo com Padovani *et al.* (2007), que desenvolveram um Protocolo Fonoaudiológico de Avaliação do Risco para Disfagia (PARD), ou autores descrevem que o protocolo foi desenvolvido:

> "Levando-se em conta os protocolos já existentes [...] elaborou-se o PARD, que é constituído por três partes: teste de deglutição da água, teste de deglutição de alimentos pastosos, **classificação do grau de disfagia**

> **e condutas**. O protocolo foi submetido à avaliação de juízes (três fonoaudiólogos com experiência na área) e obteve um grau de concordância acima de 75%."(PADOVANI *et al.*, 2007, p. 200, grifo do autor).

Para o desenvolvimento dessa ontologia, utilizou-se de conceitos estendidos das ontologias apresentadas por Barbalho (2018) e Maia (2020), respectivamente. Além disso, adotou-se a metodologia *Ontology Development 101* de Noy, McGuinness *et al.* (2001) que consiste em: i) determinar o domínio e o escopo da ontologia; ii) considerar a reutilização de ontologias existentes; iii) enumerar os termos importantes da ontologia; iv) definir as classes e a hierarquia destas; v) definir as propriedades das classes; vi) definir as restrições e cardinalidades e; vii) a criação de instancias da ontologia. Desse modo, as seções seguintes definem cada uma dessas etapas.

5.6.1 Definição de Domínio e Escopo

Como supracitado, a ontologia proposta pretende estabelecer relação entre o nível de disfagia dos pacientes e as condutas a serem tomadas pelos profissionais de fonoaudiologia. Conforme Noy, McGuinness *et al.* (2001), o primeiro passo para a criação de uma ontologia é a especificação do seu domínio e escopo. Com esse propósito, baseando-se em Suárez-Figueroa, Gómez-Pérez e Villazón-Terrazas (2009), foi elaborado um Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia, do inglês, *Ontology Requirements Specification Document - ORSD*.

Questões de competência (QCs) foram estabelecidas para que a ontologia possa prover respostas, e que servem para a definição do escopo:

- **QC 1:** A partir do nível de disfagia do paciente é possível recomendar condutas adequadas e específicas a cada contexto?
- **QC 2:** Qual a conduta indicada para o nível de disfagia do paciente? As condutas adotadas são: *Alternative_Food, Direct_Speech_Therapy, Feeding_Techniques, Indirect_Speech_Therapy, Nutritional_Supplementation, Oral_Feeding, Supervised_Feeding, Suspend_Oral_Feeding, Time_Compensation.*

O ORSD decreve as principais especificações da ontologia, conforme visualizado na Tabela 5.

Tabela 5 – Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia.

Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia
Objetivo Gerar recomendações de condutas de acordo com o nível de disfagia do paciente.
Escopo A ontologia visa auxiliar os profissionais de fonoaudiologia na adoção de condutas quanto ao tratamento e reabilitação da disfagia.
Linguagem de Implementação *OWL-DL 2 (Web Ontology Language Description Logic 2 Version)*
Usuários Finais Previstos Profissionais de fonoaudiologia responsáveis pelo acompanhamento do paciente.
Casos de Uso Uso 1: Estabelecer a relação entre o nível de disfagia e as condutas adequadas; Uso 2: gerar recomendações conforme relação entre condutas e o nível de disfagia.
Requisitos da Ontologia Requisitos não funcionais: RNF 1: a ontologia deve estar em consenso com a literatura científica. Requisitos Funcionais: RF 1: a ontologia deve responder as Questões de Competência (QC1 e QC2) estabelecidas.

Fonte: Autoria Própria (2020)

Além do ORSD, considerou-se a reutilização das ontologias desenvolvidas por Barbalho (2018) e Maia (2020), respectivamente. Abordando assim a segunda etapa da metodologia *Ontology Development 101*.

5.6.2 Enumeração de termos

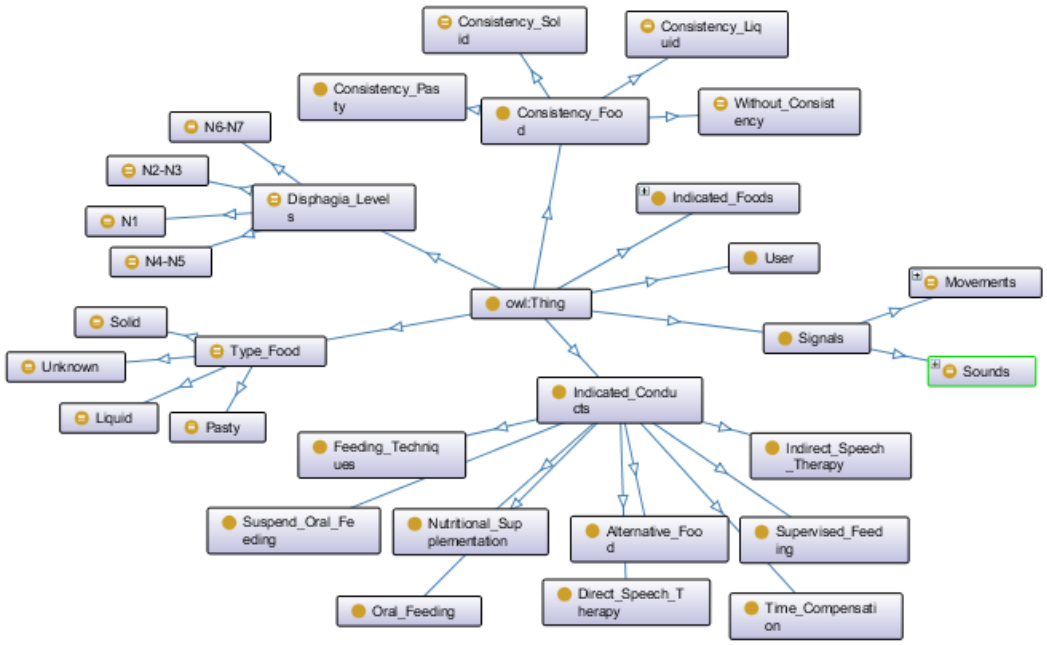
A enumeração de termos é a terceira etapa da metodologia *Ontology Development 101*. Nesta etapa, é realizado um levantamento de todos os termos da ontologia. Para este caso, os termos foram levantados conforme a literatura vigente. Como considerou-se a reutilização das ontologias de Barbalho (2018) e (MAIA, 2020) considerou-se o termo *Indicated_Cconducts*, que está relacionado justamente às condutas adequadas para cada nível de disfagia. A língua inglesa foi utilizada neste caso por conter na sua literatura a maior parte do conteúdo relacionado à ontologias.

5.6.3 Hierarquia de Classes e definição de propriedades

A etapa quatro e cinco da consistem na definição das classes e suas propriedades e segundo Noy, McGuinness *et al.* (2001) são as etapas mais importantes na especificação de uma ontologia.

Para a condução destas etapas, foi utilizada a ferramenta Protégé [1]. Por meio da ferramenta, foi desenvolvida uma classe geral nomeada "*Indicated_Conducts*"que, como o próprio nome diz, contém as condutas indicadas para cada nível de disfagia. A figura 24, ilustra a hierarquia de classes que foram utilizadas na ontologia para representar o problema.

Figura 24 – Visualização da Hierarquia de Classes



Fonte: Autoria Própria (2021).

No que trata das propriedades das classes, foram especificadas duas propriedades do tipo *ObjectProperty* e suas equivalentes inversas, que representam o relacionamento entre as duas classes. A Figura 25 ilustra um exemplo no qual o nível de disfagia N1 possui uma conduta indicada *Oral_feeding*, que recomenda a ingestão oral de alimentos.

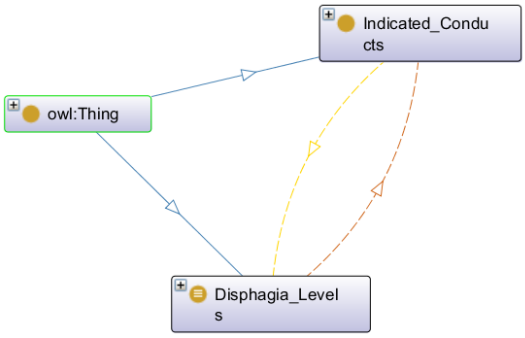
Figura 25 – Relação entre as classes *Disphagia_Levels* e *Indicated_Conducts*

Fonte: Autoria Própria (2021).

[1] Disponível em http://protege.stanford.edu

A Figura 26 ilustra a visualização no Protégé da relação da classe desenvolvida (*Indicated_Conducts*) e a classe *Dysphagia_Levels*.

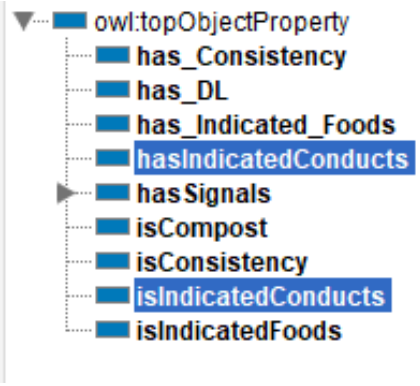
Figura 26 – Relação entre as classes *Disphagia_Levels* e *Indicated_Conducts*



Fonte: Autoria Própria (2021).

As propriedades das classes também foram definidas nesta etapa. A Figura 27 ilustra a definição das *ObjectProperties*, em azul, as duas propriedades de objetos desenvolvidas neste trabalho *hasIndicatedConducts* e *isIndicatedConducts*.

Figura 27 – Definição das Propriedades das Classes

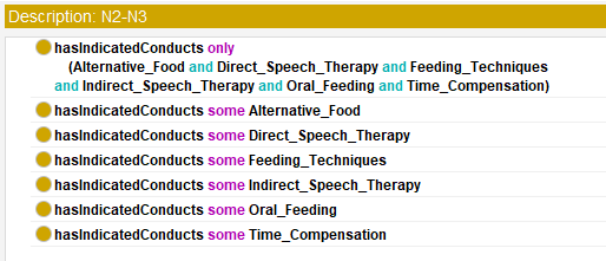


Fonte: Autoria Própria (2021).

5.6.4 Definição das Restrições e cardinalidades

Essa consiste na sexta etapa da metodologia *Ontology Development 101*. A presente ontologia possui a capacidade recomendar condutas para os fonoaudiólogos de acordo com o nível de disfagia do paciente. Para isso foram descritas condições lógicas que combinam as classes e que possibilitam a inferência sobre os níveis de disfagia. A Figura 28 ilustra a lógica desenvolvida para a classe de nível de disfagia N2_N3.

Figura 28 – Lógica na Classe N2_N3

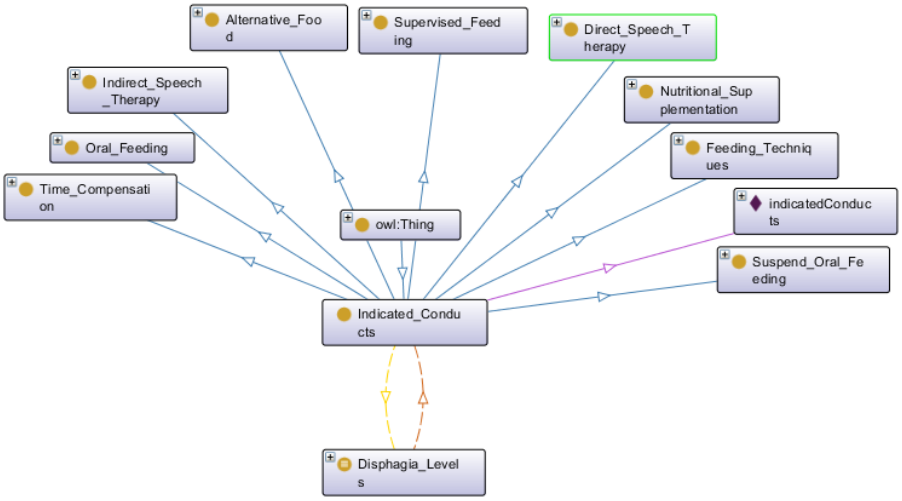


Fonte: Autoria Própria (2021).

5.6.5 Criação de Instâncias

A última etapa da *Ontology Development 101* consiste na criação de instâncias das classes. A Figura 29 ilustra na cor roxa a instância criada.

Figura 29 – Classe *Indicates_Conducts* criada e sua instância



Fonte: Autoria Própria (2021).

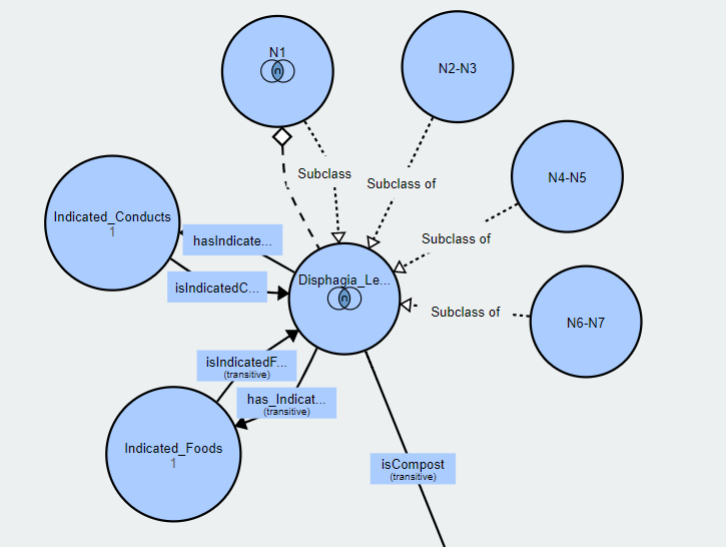
Desse modo, foi desenvolvida uma ontologia capaz de inferir sobre a recomendação de condutas de acordo com o nível de disfagia dos pacientes.

5.6.6 Visualização da Ontologia

É possível visualizar parcialmente a ontologia desenvolvida por meio do Web VOWL[2] , (do inglês, *Visual Notation for OWL Ontologies*). Na Figura 30 é ilustrada a classe *Indicated_Conducts* desenvolvida neste trabalho e a sua relação com a classe *Dysphagia_Levels*.

[2] Disponível em: <http://vowl.visualdataweb.org/webvowl.html>

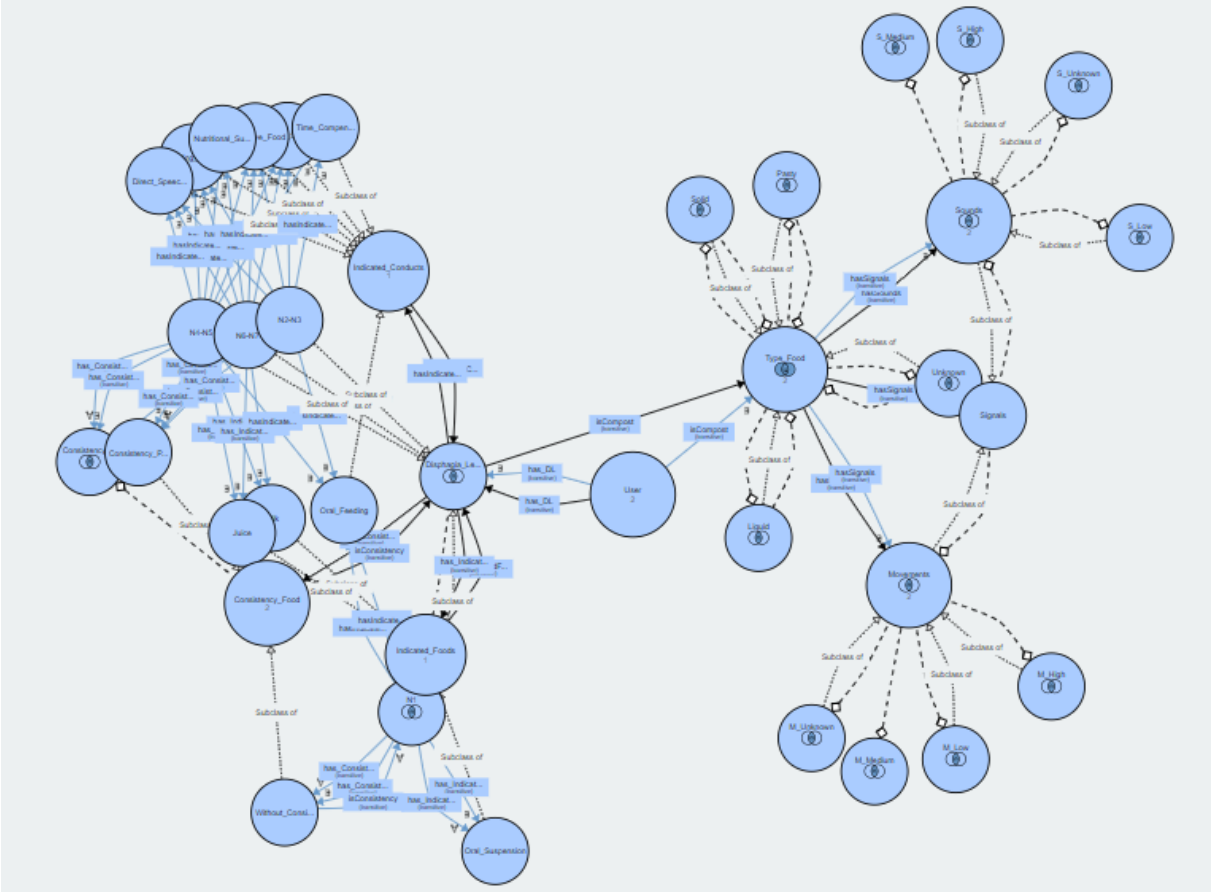
Figura 30 – Visualização Parcial da Ontologia Completa no WebVOWL.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Na Figura 31 é ilustrada, por meio do VOWL, uma visão completa da ontologia desenvolvida.

Figura 31 – Visualização da Ontologia Completa no WebVOWL.



Fonte: Autoria Própria (2021).

A visualização permite observar a conexão entre todas as classes e subclasses da ontologia, classificando-a assim como coesa.

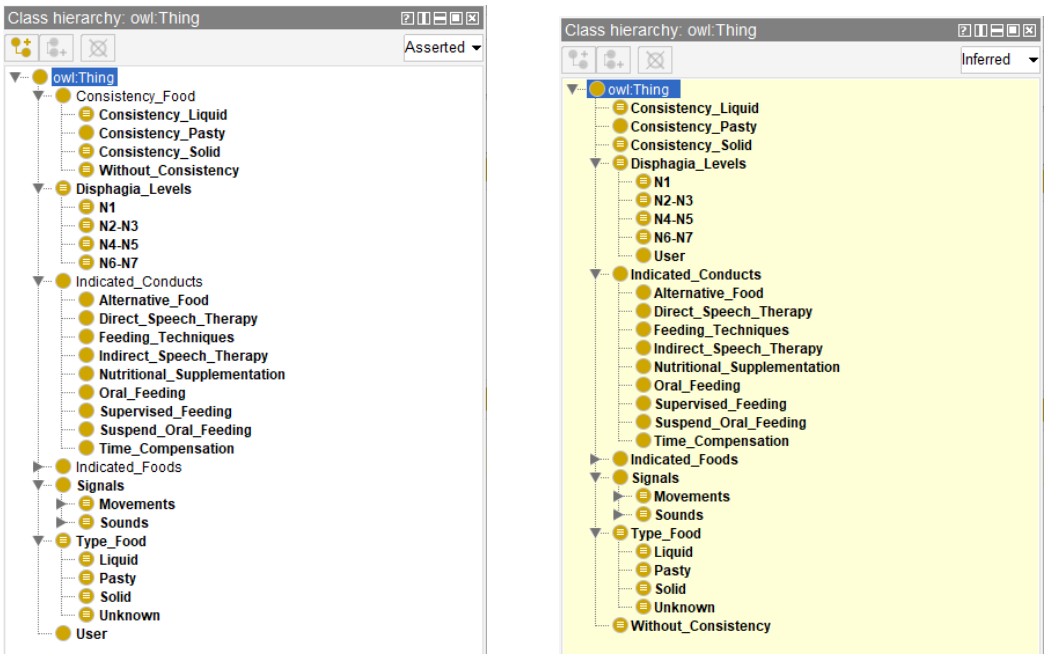
5.6.7 Avaliação da Ontologia

Para a avaliação da ontologia, foram verificados os critérios de completude e consistência, nas quais se verificam respectivamente se, as definições lógicas da ontologia estão corretas e se a ontologia está realizando as inferências para qual foi construída.

5.6.7.1 Consistência

A ferramente Protégé dispõe de uma gama de *plug-ins*, dentre eles os raciocinadores, que são utilizados na verificação de ontologias. Para este caso, utilizou-se o raciocinador HermiT. O HermiT oferece suporte a uma ampla gama de otimizações padrão que melhoram o desempenho do raciocínio em ontologias do mundo real. Além disso, também oferece suporte a vários serviços de raciocínio especializados, como classificação de conceitos e propriedades (GLIMM *et al.*, 2014). A Figura 32 (a) ilustra a hierarquia de classes definida e a 32 (b) ilustra a hierarquia inferida.

Figura 32 – Comparação Entre a Ontologia Definida e a Ontologia Inferida.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Neste caso, a presença da cor amarela indica a ausência de inconsistências na ontologia desenvolvida.

5.6.7.2 Completude

Para verificar a completude da ontologia, é necessário que ela forneça respostas às questões de competências estabelecidas na etapa de determinação de domínio e escopo da ontologia, segundo a metodologia *Ontology Development 101.*

A ontologia apresentada por Barbalho (2018) é capaz de inferir sobre os dados de som e movimento obtidos durante a ingestão de alimentos e classificar o nível de disfagia do paciente. Para esse trabalho, com base nesse nível de disfagia, a ontologia proposta deveria recomendar condutas específicas ao profissional de fonoaudiologia. A Figura 33 mostra o resultado da inferência sobre o nível de disfagia N1_N2.

Figura 33 – Resultados das inferências

(a)

(b)

Fonte: Autoria Própria (2021).

Desse modo, a ontologia possibilita a recomendação de condutas específicas para cada nível de disfagia, respondendo assim, as questões de competências definidas na seção 5.6.1

6 Validação

De acordo com Sargent (2013, p.12) validar um sistema consiste em obter a "comprovação de que um modelo dentro de seu domínio de aplicabilidade possui uma faixa satisfatória de precisão consistente com a aplicação pretendida do modelo".

Conforme Schmeil (2013) avaliar um sistema de informação aplicado à saúde não se resume apenas à tecnologia da informação, mas também ao contexto em que está inserido e aos perfis dos usuários que o utilizam, tanto para coleta como para análise dos dados. Assim, é imprescindível a avaliação dos sistemas de informação em saúde por meio de ferramentas descomplicadas e que considerem a opinião de seus usuários, dado que esses sistemas são importantes para a tomada de decisões por gestores e principalmente por profissionais de saúde (PADRINI-ANDRADE *et al.*, 2018).

O *System Usability Scale* (SUS) proposto por (BROOKE *et al.*, 1996) é um equipamento que pode ser utilizado para avaliar produtos e serviços que podem ir de *hardware* até sistemas clínicos (BROOKE *et al.*, 1996; KORTUM; BANGOR, 2013). O equipamento é de fácil administração, com boa confiabilidade e com referências que facilitam na interpretação dos seus resultados (PADRINI-ANDRADE *et al.*, 2018). O SUS também não possui direitos autorais, diminuindo os custos da sua aplicação (BANGOR; KORTUM; MILLER, 2008). Nessa perspectiva, neste capítulo, busca-se avaliar a aplicação do sistema desenvolvido por meio da sua validação utilizando o instrumento SUS.

6.1 Descrição do experimento

Inicialmente, foi realizado o contato com os profissionais de saúde e buscou-se explicar o contexto da pesquisa e o objetivo do sistema desenvolvido. Em seguida, foi disponibilizado um *link* para acesso ao sistema, bem como as credenciais pré cadastradas para acesso. Dados fictícios de pacientes também foram adicionados para melhor compreensão e visualização das informações fornecidas pelo sistema.

Para o experimento, o banco de dados do sistema foi hospedado no ElephantSQL [1], uma ferramenta online para hospedagem gratuita de banco de dados. A API desenvolvida foi hospedada no Heroku[2] uma plataforma em nuvem para hospedagem de serviços e sistemas. A plataforma Web foi hospedada localmente.

Na etapa seguinte, foi disponibilizado um questionário de tela única dividido em duas partes. Na primeira parte os entrevistados preencheram questões subjetivas

[1] Disponível em: <https://customer.elephantsql.com/>
[2] Disponível em: <https://heroku.com/>

relacionadas à sua formação, experiência com tecnologias e disfagia, permitindo caracterizar os profissionais participantes.

Na segunda parte consistiu no questionário SUS (do inglês, *System Usability Scale*) conforme a Tabela 6. Nas dez questões SUS o participante poderia escolher entre um a cinco na escala Linkert, na qual o valor um correspondia a "discordo totalmente"e o valor cinco correspondia a "concordo totalmente". O questionário também incluiu uma questão subjetiva não obrigatória, na qual o participante poderia utilizar para considerações. Estimou-se um prazo de cinco a quinze minutos para responder o questionário.

Tabela 6 – Versão em Português System Usability Scale

Item	**Correspondente em Português**
1	Acho que gostaria de usar este sistema com frequência
2	Achei o sistema desnecessariamente complexo
3	Achei o sistema fácil de usar
4	Acho que precisaria do apoio de um técnico para usar este sistema
5	Achei que as várias funções deste sistema estavam bem integradas
6	Achei que havia muita inconsistência neste sistema
7	Imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar o sistema rapidamente
8	Achei o sistema muito complicado de usar
9	Eu me senti muito confiante ao usar o sistema
10	Eu precisava aprender muitas coisas antes de começar a usar este sistema

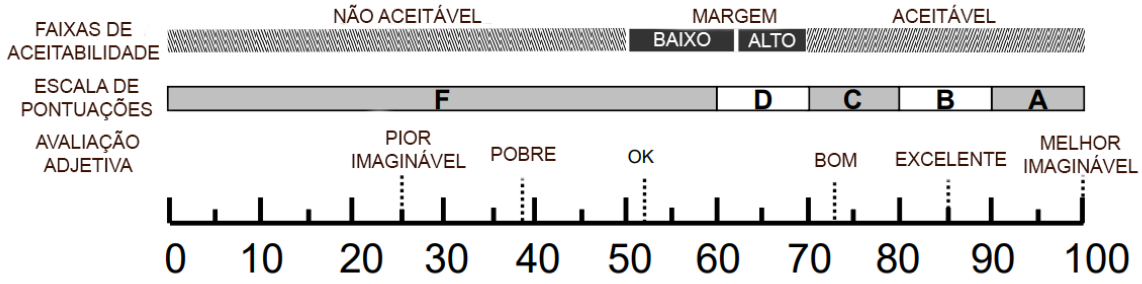
Fonte: Autoria Própria (2021).

Após o preenchimento do questionário, foi possível efetuar o calculo da pontuação total, que se constitui de um número único. Considerando a resposta do usuário como X, o cálculo da pontuação final consiste em:

- Para questões ímpares (1, 3, 5, 7, e 9): para obter o escore deve-se subtrair 1 de X (ou seja, X - 1).
- Para questões pares (2, 4, 6, 8, e 10): para obter o escore subtrai-se o valor X de 5 (ou seja, 5 - X).

Ao final, soma-se os escores de todas as questões e multiplica-se por 2.5, dessa operação obtém-se o valor final, do qual é possível fazer a classificação do sistema, conforme a Figura 34.

Figura 34 – Classificação de Sistemas conforme o *System Usability Scale*



Fonte: Adaptado de Bangor, Kortum e Miller (2009)

6.2 Resultados da Validação

Seguindo a metodologia descrita, aplicou-se o questionário com 2 profissionais de saúde, sendo eles 1 nutricionista e 1 enfermeiro, que declararam possuir conhecimento em informática avançado e básico, respectivamente. As respostas de cada profissional estão dispostas na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados Questionário SUS aplicados a Especialistas

nº	**Questão**	**Esp. 1**	**Esp. 2**
1	Acho que gostaria de usar este sistema com frequência	3 (3 - 1 = 2)	5 (5 - 1 = 4)
2	Achei o sistema desnecessariamente complexo	1 (5 - 1 = 4)	1 (5 - 1 = 4)
3	Achei o sistema fácil de usar	5 (5 - 1 = 4)	5 (5 - 1 = 4)
4	Acho que precisaria do apoio de um técnico para poder usar este sistema	2 (5 - 2 = 3)	1 (5 - 1 = 4)
5	Achei que as várias funções deste sistema estavam bem integradas	5 (5 - 1 = 4)	5 (5 - 1 = 4)
6	Achei que havia muita inconsistência neste sistema	2 (5 - 2 = 3)	2 (5 - 2 = 3)
7	Eu imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar esse sistema muito rapidamente	5 (5 - 1 = 4)	5 (5 - 1 = 4)
8	Achei o sistema muito complicado de usar	1 (5 - 1 = 4)	1 (5 - 1 = 4)
9	Eu me senti muito confiante ao usar o sistema	5 (5 - 1 = 4)	5 (5 - 1 = 4)
10	Eu precisava aprender muitas coisas antes de começar a usar este sistema	1 (5 - 1 = 4)	1 (5 - 1 = 4)
		Total = 90	Total = 97,5
		Média = 93,75	

Estabelecendo uma relação entre a Tabela 7 e a Figura 34 sistemas com média acima de 70 são considerados satisfatórios. Com média 93,75 o sistema proposto entra na escala A de pontuação e com classificação adjetiva entre "excelente"e "melhor imaginável".

6.3 Discussão

Destaca-se inicialmente, que os dois profissionais de saúde que participaram da aplicação do questionário não acompanharam o desenvolvimento do sistema, portanto, não tinham conhecimento do mesmo. Esse fator torna-se relevante principalmente diante da proposta de novas funcionalidade e da detecção de inconsistências.

Ao final do SUS, foi adicionada uma questão aberta, não obrigatória, que não pertence à sua estrutura original. Apesar de não pertencer à estrutura original do SUS, a questão foi adicionada objetivando suplementar as respostas, um vez que o usuário pode prezar por descrever sua avaliação (LEWIS; SAURO, 2009).

Com relação às respostas da questão subjetiva, os profissionais de domínio destacaram, como pontos positivos, a objetividade e praticidade do sistema; a presença do histórico do paciente e; a pertinência do sistema quanto ao contexto de aplicação. Quando aos pontos negativos, foram pontuadas a ausência de algumas informações pessoais dos profissionais de saúde e do paciente, como por exemplo, o tempo de intubação, além de algumas inconsistências no funcionamento, no entanto, as inconsistências não afetaram o funcionamento geral do sistema. Desse modo, a avaliação dos resultados obtidos com a aplicação do SUS pode ser transposta em ações que visem melhorar a interação entre o usuário e o sistema.

7 Conclusões

Este trabalho apresentou um protocolo remoto de monitoramento para prevenção e reabilitação da disfagia pós-extubação. O sistema proposto abrange, além do paciente, três profissionais de saúde: enfermeiros, fonoaudiólogos e nutricionistas. Os profissionais foram inseridos no sistema com apoio na literatura vigente e buscando atingir o contexto ao qual o sistema se insere.

No sistema, foi utilizado de ontologias para recomendação de condutas que podem ser tomadas pelos profissionais de fonoaudiologia na condução do tratamento da disfagia. A estrutura da ontologia, bem como o procedimento de validação foram descritos no corpo deste trabalho.

Como Introduzido no Capítulo 1 e detalhado no Capítulo 2, este trabalho adotou a metodologia do *Design Sciente*, pela qual buscou-se verificar a incidência e atuação do artefato de *software* desenvolvido no contexto seu específico. Desse modo, as principais contribuições deste trabalho podem ser obtidas por meio da resolução das suas questões de pesquisa, que são dividias em questões de conhecimento, tecnológicas e práticas e integram o conjunto problema desta pesquisa. As questões de pesquisa e suas respostas respectivas são detalhadas em seguida:

A questão geral de pesquisa é compreendida em: ***como um protocolo de monitoramento remoto pode auxiliar profissionais de saúde no acompanhamento de pacientes com disfagia pós-extubação?*** e pode ser subdividida em questões de conhecimento, tecnológicas e práticas.

- **Questão de conhecimento: Quais os requisitos necessários para o desenvolvimento de um sistema que possibilite o monitoramento remoto de pacientes com disfagia pós-extubação?**

  Essa questão é mais genérica, subdividida em outras questões conceituais e que foi respondida com base na literatura vigente e com a participação e opinião de profissionais de domínio.

  - *(Descritiva) Quais os protocolos existentes para acompanhamento de pacientes com disfagia pós-extubação?*

    Buscou-se responder essa questão de duas formas: a primeira com base na literatura atual sobre o contexto da disfagia pós-extubação; a segunda, com a participação dos profissionais de domínio que fazem parte do processo de monitoramento desses pacientes. Na primeira parte, considerou-se protocolos existentes e amplamente validados na literatura, na segunda etapa Maia (2020)

já havia coletado informações sobre protocolos com um profissional de fonoaudiologia. Para esta pesquisa, houve a participação de um profissional de nutrição, atuante na nutrição clínica. Desse modo, a avaliação de risco da disfagia, é realizada por um fonoaudiólogo por meio de uma pré-triagem e do EAT-10. A avaliação de risco nutricional, realizada por um nutricionista por meio da Avaliação Nutricional Subjetiva (ANS). Ambos os processos são fortalecidos com uma anamnese inicial, realizada pelo profissional de enfermagem.

- *(Descritiva) No contexto da reabilitação, quais informações são relevantes no monitoramento remoto de pacientes com disfagia pós-extubação?*

  Essa questão é respondida ao avaliar as informações presentes nos protocolos descritos na questão anterior. Além disso, informações relevantes foram citadas pelos profissionais que participaram da validação, complementando assim essa contribuição.

- *(Descritiva) Quais as características dos sistemas de monitoramento da disfagia que estão presentes na literatura recente?*

  Essa questão foi respondida por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) a qual levantou as características destes sistemas considerando sistemas publicados entre 2012-2020.

- **Questão Tecnológica : Quais as ferramentas computacionais são utilizados no projeto e implementação do sistema de monitoramento da disfagia pós-extubação?**

  Questão subdividida em subquestões mais específicas.

  - *(Descritiva) Quais são os requisitos funcionais do sistema?*

    O sistema foi desenvolvido para quatro tipos de usuários. Os pacientes acessam por meio de um aplicativo *mobile*, enquanto os profissionais de saúde acessam por meio de uma plataforma Web. Cada uma dessas visões do sistema possui seus próprios requisitos funcionais. No aplicativo mobile, o paciente pode visualizar informações sobre o seu tratamento e ler notificações enviadas pelos profissionais. Na plataforma Web, os enfermeiros realizam anamnese dos paciente, os nutricionistas podem realizar a avaliação de risco nutricional e enviar notificações ao paciente. Por fim, os fonoaudiólogos podem realizar a avaliação do risco de disfagia e também enviar notificações ao paciente. AMbos os profissionais de saúde têm acesso ao histórico hospitalar do paciente.

  - *(Descritiva) Considerando que o sistema possua módulos de Inteligência Artificial, como desenvolvê-lo?*

  - *(Descritiva) - Quais conceitos de Inteligência Artificial podem ser utilizados no desenvolvimento do sistema?*

Essas duas questões possuem relação quanto às suas respostas. Para desenvolvimento da inteligência artificial do sistema, utilizou-se de conceitos de ontologia. A ontologia foi desenvolvida com auxílio da ferramenta Protégé e da linguagem OWL-DL.

- **Questão prática: Como o sistema poderia auxiliar a equipe médica no monitoramento da disfagia pós-extubação?**

  Rssa questão é subdivida em subquestões práticas mais específicas.

  - *(Descritiva) De que maneira é possível avaliar as soluções promovidas pelo sistema?*

    Além da prototipação, que evidenciou possíveis vieses do sistema, permitindo aplicar testes em cada módulo, a ontologia proposta também foi validade por meio de testes de conformidade e completude, apresentando assim, resultados satisfatórios para esta aplicação.

  - *(Explanatória) - Por quais motivos o sistema gerou satisfação ou insatisfação por parte dos stakeholders?*

  - *(Satisfação de requisitos) - A aplicação do sistema atende às necessidades dos stakeholders por meio de suas funcionalidades?*

    Essas duas últimas questões foram respondidas no Capítulo 6, de validação do sistema. Além disso, a participação de profissionais de domínio torna-se bastante relevante para construir uma aplicação que consiga atender às necessidades da comunidade de profissionais.

  - *(Satisfação de requisitos) - Aplicado em um contexto social, o sistema de monitoramento atinge as expectativas?*

    Embora tenha ocorrido a impossibilidade de aplicação do sistema em ambiente real, o que se justifica pelas conditas rígidas de saúde devido à pandemia da COVID-19, a validação do sistema pressupõe que aplicado ao contexto social, o sistema atuará de forma satisfatória.

  - *(Efeito) - Como um sistema para monitoramento remoto auxilia na relação entre os profissionais de saúde interessados e os pacientes com disfagia pós-extubação?*

    Conforme foi coletado na literatura, pacientes pós-extubados podem ter, além da disfagia, dificuldades de locomoção. Portanto, um sistema médico que forneça a comunicação entre esses atores, mesmo que de forma assíncrona, pode melhorar o processo de monitoramento e reabilitação.

7.1 Contribuições

A contribuição principal dessa dissertação está na possibilidade de automatização do processo de monitoramento para prevenção e reabilitação da disfagia pós-extubação por meio de um protocolo remoto materializado em um sistema. O trabalho proposto faz também a utilização de ontologias para a especificação do conhecimento obtido na literatura e também por meio de profissionais de domínio. A ontologia desenvolvida para a recomendação de condutas mostrou-se capaz de inferir sobre a conduta adequada de acordo com o nível de disfagia do paciente.

Além disso, por envolver profissionais de diferentes campos de domínio, esta pesquisa possui um escopo multidisciplinar, auxiliando profissionais de saúde no acompanhamento de pacientes fora do ambiente hospitalar e fazendo a utilização de técnicas computacionais.

Outra contribuição que pode ser mencionada é a quantidade de informações geradas no banco de dados da aplicação desenvolvida, que pode servir para estabelecer, por exemplo, a correlação entre diferentes aspectos apresentados pelo paciente.

7.2 Limitações

Algumas limitações so sistema podem ser citadas:

- Principalmente por se tratar de um sistema aplicado à saúde, o escopo da disfagia pós-extubação ainda não foi totalmente cooberto, necessitando de maior exploração;
- O sistema é recomendado para auxílio aos profissionais de saúde e não os substitui em nenhuma hipótese;
- Devido ao contexto da pandemia do COVID-19, não foi possível a validação do sistema em ambiente real;
- Embora tenha sido minuciosa, a extração de informações médicas relevantes ao contexto da pós-extubação pode necessitar de revisão iterativa com a visão de diferentes profissionais de domínio;

7.3 Perspectivas Futuras

Evidências da literatura apontam diversos aspectos nos quais este trabalho pode ser explorado. Aquino (2005), por meio da análise de diversos estudos, identificou que a alteração nas condições mentais é uma das variáveis associadas ao risco de desnutrição. Esta evidência fortalece a necessidade do posterior desenvolvimento de um módulo dedicado ao monitoramento do paciente pelo profissional de psicologia.

Outras perspectivas futuras também podem ser mencionadas: a revalidação do sistema com a participação de um maior número de profissionais de saúde e com dados reais de pacientes; a implementação de um *chat* que permita a comunicação síncrona entre profissional de saúde e paciente; a exploração de outras patologias da deglutição, bem como a verificação de outros protocolos pertinentes à disfagia que podem ser inseridos no sistema.

Referências

ADONISJS. *A fully featured web framework for Node.js*. 2021. Citado na página 50.

AJEMIAN, M. S. *et al.* Routine fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing following prolonged intubation: implications for management. *Archives of surgery*, American Medical Association, v. 136, n. 4, p. 434–437, 2001. Citado na página 17.

AQUINO, R. d. C. d. *Fatores associados ao risco de desnutrição e desenvolvimento de instrumentos de triagem nutricional*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2005. Citado na página 73.

AZEVEDO, R. R. d. *CoreSec: uma ontologia para o domínio de segurança da informação*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2008. Citado na página 25.

BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining what individual sus scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of usability studies*, Citeseer, v. 4, n. 3, p. 114–123, 2009. Citado na página 68.

BANGOR, A.; KORTUM, P. T.; MILLER, J. T. An empirical evaluation of the system usability scale. *Intl. Journal of Human–Computer Interaction*, Taylor & Francis, v. 24, n. 6, p. 574–594, 2008. Citado na página 66.

BARBALHO, I. M. P. *Equipamento médico assistencial para monitoramento da ingestão de alimentos*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2018. Citado 7 vezes nas páginas 25, 43, 44, 45, 58, 59 e 65.

BARBOSA-SILVA, M. C. G.; BARROS, A. J. D. d. Avaliação nutricional subjetiva: Parte 1-revisão de sua validade após duas décadas de uso. *Arquivos de Gastroenterologia*, SciELO Brasil, v. 39, n. 3, p. 181–187, 2002. Citado na página 54.

BARKER, J. *et al.* Incidence and impact of dysphagia in patients receiving prolonged endotracheal intubation after cardiac surgery. *Canadian Journal of Surgery*, Canadian Medical Association, v. 52, n. 2, p. 119, 2009. Citado na página 17.

BELAFSKY, P. C. *et al.* Validity and reliability of the eating assessment tool (eat-10). *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 117, n. 12, p. 919–924, 2008. Citado na página 44.

BI, Y. *et al.* Pervasive eating habits monitoring and recognition through a wearable acoustic sensor. In: ICST (INSTITUTE FOR COMPUTER SCIENCES, SOCIAL-INFORMATICS AND .... *Proceedings of the 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*. [S.l.], 2014. p. 174–177. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 41.

BIOLCHINI, J. C. de A. *et al.* Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. *Advanced Engineering Informatics*, Elsevier, v. 21, n. 2, p. 133–151, 2007. Citado na página 33.

BOLTON, L. *et al. Aerosol generating procedures, dysphagia assessment and COVID-19*. [S.l.]: London: Royal College of Speech & Language Therapists, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 41 e 42.

BORDON, A. *et al.* Swallowing dysfunction after prolonged intubation: analysis of risk factors in trauma patients. *The American journal of surgery*, Elsevier, v. 202, n. 6, p. 679–683, 2011. Citado na página 17.

BRODSKY, M. B. *et al.* Recovery from dysphagia symptoms after oral endotracheal intubation in acute respiratory distress syndrome survivors. a 5-year longitudinal study. *Annals of the American Thoracic Society*, American Thoracic Society, v. 14, n. 3, p. 376–383, 2017. Citado na página 17.

BRODSKY, M. B.; PANDIAN, V.; NEEDHAM, D. M. Post-extubation dysphagia: a problem needing multidisciplinary efforts. *Intensive care medicine*, Springer, v. 46, n. 1, p. 93–96, 2020. Citado na página 28.

BROOKE, J. *et al.* Sus-a quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, London–, v. 189, n. 194, p. 4–7, 1996. Citado na página 66.

CONSTANTINESCU, G.; STROULIA, E.; RIEGER, J. Mobili-t: A mobile swallowing-therapy device: An interdisciplinary solution for patients with chronic dysphagia. In: IEEE. *2014 IEEE 27th International Symposium on Computer-Based Medical Systems*. [S.l.], 2014. p. 431–434. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 42.

DEPIPPO, K. *et al.* Dysphagia therapy following stroke: a controlled trial. *Neurology*, AAN Enterprises, v. 44, n. 9, p. 1655–1655, 1994. Citado na página 17.

DETSKY, A. S. *et al.* Evaluating the accuracy of nutritional assessment techniques applied to hospitalized patients: methodology and comparisons. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, Wiley Online Library, v. 8, n. 2, p. 153–159, 1984. Citado 2 vezes nas páginas 45 e 54.

DONG, B.; BISWAS, S. Meal-time and duration monitoring using wearable sensors. *Biomedical Signal Processing and Control*, Elsevier, v. 32, p. 97–109, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.

DONOVAN, A. L. *et al.* Interprofessional care and teamwork in the icu. *Critical care medicine*, LWW, v. 46, n. 6, p. 980–990, 2018. Citado na página 17.

DORNER, B. It's tough to swallow: a practical approach to nutritional care of dysphagia. *Director (Cincinnati, Ohio)*, v. 10, n. 3, p. 107–110, 2002. Citado na página 29.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. *Sistemas de banco de dados*. [S.l.]: Pearson, 2019. Citado na página 49.

FRAJKOVA, Z. *et al.* Postintubation dysphagia during covid-19 outbreak-contemporary review. *Dysphagia*, Springer, v. 35, n. 4, p. 549–557, 2020. Citado 6 vezes nas páginas 15, 17, 44, 51, 52 e 56.

GARCIA, J. M.; IV, E. C. Managing dysphagia through diet modifications. *AJN The American Journal of Nursing*, LWW, v. 110, n. 11, p. 26–33, 2010. Citado na página 16.

GLIMM, B. *et al.* Hermit: an owl 2 reasoner. *Journal of Automated Reasoning*, Springer, v. 53, n. 3, p. 245–269, 2014. Citado na página 64.

GÓMEZ-PÉREZ, A. Ontology evaluation. In: *Handbook on ontologies*. [S.l.]: Springer, 2004. p. 251–273. Citado na página 29.

GONÇALVES, M. I. R.; REMAILI, C. B.; BEHLAU, M. Equivalência cultural da versão brasileira do eating assessment tool-eat-10. In: SCIELO BRASIL. *CoDAS*. [S.l.], 2013. v. 25, n. 6, p. 601–604. Citado na página 53.

GRASSELLI, G. *et al.* Baseline characteristics and outcomes of 1591 patients infected with sars-cov-2 admitted to icus of the lombardy region, italy. *Jama*, American Medical Association, v. 323, n. 16, p. 1574–1581, 2020. Citado na página 15.

GRÜNINGER, M.; FOX, M. S. Methodology for the design and evaluation of ontologies. Citeseer, 1995. Citado na página 31.

GUARINO, N. *Formal ontology in information systems: Proceedings of the first international conference (FOIS'98), June 6-8, Trento, Italy*. [S.l.]: IOS press, 1998. v. 46. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 30.

HAMMOND, C. S. *et al.* Dysphagia evaluation, treatment, and recommendations. In: *Handbook of Clinical Nutrition and Aging*. [S.l.]: Springer, 2004. p. 547–568. Citado na página 27.

HUANG, C. *et al.* Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in wuhan, china. *The lancet*, Elsevier, v. 395, n. 10223, p. 497–506, 2020. Citado na página 15.

JONES, M.; CAMPBELL, B.; MORTIMORE, C. Json web token (jwt) profile for oauth 2.0 client authentication and authorization grants. *May-2015.{Online}. Available: https://tools. ietf. org/html/rfc7523*, 2015. Citado na página 48.

KALANTARIAN, H. *et al.* Monitoring eating habits using a piezoelectric sensor-based necklace. *Computers in biology and medicine*, Elsevier, v. 58, p. 46–55, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.

KATO, J.; MAEDA, S.; HATTORI, T. Development of posture adjustment supporting device of the head and neck for swallowing rehabilitation. In: *Proceedings of the 7th International Convention on Rehabilitation Engineering and Assistive Technology*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–1. Citado na página 39.

KIONG, Y. C.; PALANIAPPAN, S.; YAHAYA, N. A. Health ontology system. In: IEEE. *2011 7th International Conference on Information Technology in Asia*. [S.l.], 2011. p. 1–4. Citado na página 29.

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, v. 33, n. 2004, p. 1–26, 2004. Citado na página 33.

KONG, I. *The Collaborative API Client and Design Tool*. 2021. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 50.

KORTUM, P. T.; BANGOR, A. Usability ratings for everyday products measured with the system usability scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, Taylor & Francis, v. 29, n. 2, p. 67–76, 2013. Citado na página 66.

KURAMOTO, N. *et al.* Smartphone-based swallowing monitoring and feedback device for mealtime assistance in nursing homes. In: IEEE. *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. [S.l.], 2016. p. 5781–5784. Citado na página 40.

LARMINAT, V. d. *et al.* Alteration in swallowing reflex after extubation in intensive care unit patients. *Critical care medicine*, LWW, v. 23, n. 3, p. 486–490, 1995. Citado na página 28.

LEOW, L. P. *et al.* The impact of dysphagia on quality of life in ageing and parkinson's disease as measured by the swallowing quality of life (swal-qol) questionnaire. *Dysphagia*, Springer, v. 25, n. 3, p. 216–220, 2010. Citado na página 15.

LEWIS, J. R.; SAURO, J. The factor structure of the system usability scale. In: SPRINGER. *International conference on human centered design*. [S.l.], 2009. p. 94–103. Citado na página 69.

LIN, L.-C. *et al.* Prevalence of impaired swallowing in institutionalized older people in taiwan. *Journal of the American geriatrics society*, Wiley Online Library, v. 50, n. 6, p. 1118–1123, 2002. Citado na página 17.

LOGEMANN, J.; LARSEN, K. Oropharyngeal dysphagia: pathophysiology and diagnosis for the anniversary issue of diseases of the esophagus. *Diseases of the Esophagus*, Oxford University Press, v. 25, n. 4, p. 299–304, 2012. Citado na página 15.

MACHT, M.; WHITE, S. D.; MOSS, M. Swallowing dysfunction after critical illness. *Chest*, Elsevier, v. 146, n. 6, p. 1681–1689, 2014. Citado na página 20.

MACHT, M. *et al.* Postextubation dysphagia is persistent and associated with poor outcomes in survivors of critical illness. *Critical care*, BioMed Central, v. 15, n. 5, p. 1–9, 2011. Citado 3 vezes nas páginas 17, 28 e 29.

MACHT, M. *et al.* Diagnosis and treatment of post-extubation dysphagia: results from a national survey. *Journal of critical care*, Elsevier, v. 27, n. 6, p. 578–586, 2012. Citado na página 28.

MAIA, C. M. *Sistema De Apoio À Decisão Clínica Para Triagem E Monitoramento Da Disfagia Orofaríngea*. Dissertação (Mestrado) — Universidade do Estado do Rio Grande no Norte (UERN) e Universidade Federal Rural do Semi-àrido (UFERSA), Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil, 2020. Citado 10 vezes nas páginas 19, 20, 25, 43, 44, 45, 56, 58, 59 e 70.

MALAGELADA, J. *et al.* Diretrizes e cascatas mundiais. *Oberije, C., De Ruysscher, D., Petit, S., Van Meerbeeck, J., Vandecasteele, K., De Neve, W., et al.(2010)"Development, external validation and clinical usefulness of a practical prediction model for radiation–induced dysphagia in lung cancer patients", Radiotherapy and Oncology*, v. 97, n. 3, p. 455–461, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 27.

MALASINGHE, L. P.; RAMZAN, N.; DAHAL, K. Remote patient monitoring: a comprehensive study. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, Springer, v. 10, n. 1, p. 57–76, 2019. Citado na página 15.

MASSE, M. *REST API Design Rulebook: Designing Consistent RESTful Web Service Interfaces*. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2011. Citado na página 48.

MATHWORKS, I. *Math. Graphics. Programming*. 2021. Citado na página 47.

MICROSOFT. *Visual Studio Code: Code editing.Redefined*. 2021. Citado na página 49.

MING, D. Z. T. S. Z.; JIE, Y. D. C. Overview of ontology [j]. *Acta Scicentiarum Naturalum Universitis Pekinesis*, v. 5, n. 27, 2002. Citado na página 29.

MOREIRA, I. A. T. *Sistema de Monitoramento Contínuo da Ingestão de Alimentos*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 43, 45 e 47.

NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. *et al. Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*. [S.l.]: Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL-01-05 and ..., 2001. Citado 4 vezes nas páginas 25, 30, 58 e 59.

O'GARA, J. A. Dietary adjustments and nutritional therapy during treatment for oral-pharyngeal dysphagia. *Dysphagia*, Springer, v. 4, n. 4, p. 209–212, 1990. Citado na página 29.

ORACLE, C. *et al. Why MySQL?* 2021. Citado na página 50.

PADOVANI, A. R. *et al.* Dysphagia risk evaluation protocol. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, SciELO Brasil, v. 12, n. 3, p. 199–205, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 57 e 58.

PADRINI-ANDRADE, L. *et al.* Avaliação da usabilidade de um sistema de informação em saúde neonatal segundo a percepção do usuário. *Revista Paulista de Pediatria*, SciELO Brasil, v. 37, p. 90–96, 2018. Citado na página 66.

PALMER, J. B.; DRENNAN, J. C.; BABA, M. Evaluation and treatment of swallowing impairments. *American family physician*, v. 61, n. 8, p. 2453, 2000. Citado na página 17.

PEREIRA, C. R. *Aplicações web real-time com Node. js*. [S.l.]: Editora Casa do Código, 2014. Citado na página 50.

PORFIRIONE, C. Dayd: Smart system to monitor patients' swallowing. In: SPRINGER. *Italian Forum of Ambient Assisted Living*. [S.l.], 2017. p. 307–322. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.

RASSAMEEHIRAN, S. *et al.* Postextubation dysphagia. In: TAYLOR & FRANCIS. *Baylor University Medical Center Proceedings*. [S.l.], 2015. v. 28, n. 1, p. 18–20. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 28.

REGNARD, C. *et al. Gastrostomies in dementia: bad practice or bad evidence?* [S.l.]: Oxford University Press, 2010. Citado na página 15.

RODEN, D. F.; ALTMAN, K. W. Causes of dysphagia among different age groups: a systematic review of the literature. *Otolaryngologic Clinics of North America*, Elsevier, v. 46, n. 6, p. 965–987, 2013. Citado na página 17.

SARGENT, R. G. Verification and validation of simulation models. *Journal of simulation*, Springer, v. 7, n. 1, p. 12–24, 2013. Citado na página 66.

SCHMEIL, M. A. *Saúde e tecnologia da informação e comunicação*. [S.l.]: SciELO Brasil, 2013. Citado na página 66.

SHEFFLER, K. Are we ready for post-extubation dysphagia (covid-19). *Swallow Study*, 2020. Citado na página 28.

SILVA, R. G. d. A eficácia da reabilitação em disfagia orofaríngea. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, SciELO Brasil, v. 19, n. 1, p. 123–130, 2007. Citado na página 17.

SKORETZ, S. A.; FLOWERS, H. L.; MARTINO, R. The incidence of dysphagia following endotracheal intubation: a systematic review. *Chest*, Elsevier, v. 137, n. 3, p. 665–673, 2010. Citado na página 28.

SPIEKER, M. R. Evaluating dysphagia. *American Family Physician*, v. 61, n. 12, p. 3639–3648, 2000. Citado na página 27.

SUÁREZ-FIGUEROA, M. C.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; VILLAZÓN-TERRAZAS, B. How to write and use the ontology requirements specification document. In: SPRINGER. *OTM Confederated International Conferences"On the Move to Meaningful Internet Systems"*. [S.l.], 2009. p. 966–982. Citado na página 58.

TURAN, M. T.; ERZIN, E. Empirical mode decomposition of throat microphone recordings for intake classification. In: *Proceedings of the 2nd International Workshop on Multimedia for Personal Health and Health Care*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 45–52. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.

TURLEY, R.; COHEN, S. Impact of voice and swallowing problems in the elderly. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 140, n. 1, p. 33–36, 2009. Citado na página 17.

WIERINGA, R. J. *Design science methodology for information systems and software engineering*. [S.l.]: Springer, 2014. Citado 5 vezes nas páginas 16, 19, 21, 22 e 23.

YAGI, N. *et al.* Swallow-monitoring system with acoustic analysis for dysphagia. In: IEEE. *2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*. [S.l.], 2014. p. 3696–3701. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 41.

ZAREIFOPOULOS, N. *et al.* Intubation and mechanical ventilation of patients with covid-19: what should we tell them? *Monaldi Archives for Chest Disease*, v. 90, n. 1, 2020. Citado na página 17.