

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

KASSIA ROSANGELA PAZ DE MACEDO

ATUALIZAÇÃO DO *SOFTWARE* PARA GESTÃO DA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA
SISPRAD

Florianópolis

2023

KASSIA ROSANGELA PAZ DE MACEDO

ATUALIZAÇÃO DO SOFTWARE PARA GESTÃO DA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA
SISPRAD

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Radiológicas do Departamento Acadêmico de Saúde e Serviços do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – *Campus* Florianópolis, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Proteção Radiológica.

Orientadora: Profa. Dra. Andrea Huhn

Coorientadora: Profa. Me. Caroline de Medeiros

Linha de pesquisa: Desenvolvimento de Tecnologias

Florianópolis

2023

CDD 362.1068
M141a

Macedo, Kassia Rosangela Paz de
Atualização do software para gestão da proteção radiológica Sisprad [DIS] /
Kassia Rosangela Paz de Macedo; orientação de Andrea Huhn coorientação
de Caroline de Medeiros – Florianópolis, 2023.

1 v.: il.

Dissertação de Mestrado (Proteção Radiológica) – Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Inclui referências.

1. Gestão em saúde. 2. Informática em saúde 3. Software e usabilidade 4.
Engenharia de software. 5. Proteção radiológica. I. Huhn, Andrea. II.
Medeiros, Caroline de. II. Título.

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC
Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis
Catalogado por: Ana Paula F. Rodrigues - CRB 14/1117

ATUALIZAÇÃO DO SOFTWARE PARA GESTÃO DA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA SISPRAD

KASSIA ROSANGELA PAZ DE MACEDO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Mestra e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Florianópolis, 6 de novembro de 2023

Documento assinado digitalmente



ANDREA HUH

Data: 05/12/2023 19:26:40-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Andrea Huhn

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente

Caroline de Medeiros

Data: 06/12/2023 21:55:39-0300

CPF: ***.850.800-**

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Profa. Dra. Caroline Medeiros

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente

GERUSA RIBEIRO

Data: 05/12/2023 19:20:35-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Gerusa Ribeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente

ADRIANO VITOR

Data: 07/12/2023 00:19:43-0300

CPF: ***.799.019-**

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Adriano Vitor

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente

ANA CLAUDIA JANUARIO

Data: 07/12/2023 10:35:50-0300

CPF: ***.777.889-**

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Dra. Ana Claudia Januario

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente

FLAVIO AUGUSTO PENNA SOARES

Data: 07/12/2023 00:06:16-0300

CPF: ***.030.070-**

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Flávio Augusto Penna Soares

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

A Deus, à Nossa Senhora e a Jesus Cristo, dedico esta dissertação, pois foi a fé que sempre me confortou nos momentos difíceis.

A meu pai, que, com sacrifício, apesar da limitação financeira, me proporcionou a oportunidade de ter acesso a uma formação educacional que foi base para todas as conquistas profissionais em minha vida.

À minha mãe, que me tornou um ser humano preparado para os desafios da vida.

Ao meu amado filho Victor, por representar a minha maior alegria na vida.

Ao meu esposo Genoir, meu companheiro e meu grande incentivador.

Agradecimentos

À minha orientadora, Profa. Dra. Andrea Huhn, que, mesmo tendo passado por tantas situações desafiadoras em sua vida pessoal, durante o período do meu Mestrado, soube conduzir de forma afetuosa toda minha orientação.

À minha coorientadora Caroline de Medeiros, pelo auxílio e doçura de suas palavras.

A todos os colegas da turma 2021.1 e, em especial, à amiga que o Mestrado me presenteou, Vera Lúcia Luz Amaral, que soube dividir comigo as aflições e por ter sempre conselhos honestos que muito me ajudaram.

A todos os participantes do estudo, em especial ao físico Tiago Trindade Hahn e a toda a equipe da Radiologia da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares/Hospital Universitário/Universidade Federal de Santa Catarina.

Ao Instituto Federal de Santa Catarina, por prestar serviço público de qualidade, e ao Mestrado Profissional em Proteção Radiológica, pelo apoio financeiro.

E a todos os professores do Mestrado, pelos conhecimentos transmitidos, pela paciência e pelo carinho com que me trataram.

“Nunca, jamais, desanimeis, embora venham ventos contrários.”

Santa Paulina

Resumo

Como solução para aumentar a eficácia e a eficiência dos serviços de radiodiagnóstico, foi desenvolvido, em 2020, o *software* SisPRad, voltado para a gestão da proteção radiológica. O *software*, entretanto, não havia sido incorporado à rotina diária do serviço para o qual foi desenvolvido e, tentando buscar a solução para esse problema, o objetivo geral deste estudo foi atualizá-lo por meio do desenvolvimento de sua segunda versão. Os objetivos específicos do estudo foram: identificar as fragilidades e as lacunas que a primeira versão do *software* apresentava, com o fim de guiar o desenvolvimento da segunda versão; desenvolver a segunda versão de maneira que pudesse disponibilizar melhorias na conectividade, além de disponibilizar um sistema de alerta para dosimetria dos indivíduos ocupacionalmente expostos e para os testes de controle de qualidade de equipamentos; e, por fim, testar a usabilidade da nova versão. Trata-se de estudo com abordagem qualitativa do tipo metodológico, quase-experimental, anterior e posterior. O estudo foi constituído de 11 participantes em duas etapas. A primeira etapa serviu para colher informações sobre as fragilidades do *software* e sugestões de melhorias. A coleta de dados se deu por meio de entrevista semiestruturada. As entrevistas foram transcritas e analisadas, tendo como referência a análise temática de conteúdo da Bardin, e a organização foi realizada com o auxílio do *software* MAXQDA. Por meio da matriz SWOT, foi feito o diagnóstico das forças, fraquezas, ameaças e oportunidades da primeira versão do *software* em relação aos ambientes interno e externo em que ele se encontrava. A segunda etapa compreendeu o desenvolvimento da segunda versão do *software*, o teste de usabilidade do *software* por meio da *System Usability Scale* e a avaliação da sua aceitação baseada no questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia. O estudo foi aprovado pelos Comitês de Ética em Pesquisa em seres humanos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina e da Universidade Federal de Santa Catarina, respectivamente sob os números 5.370.305 e 5.510.209. Os resultados do estudo foram apresentados por meio de dois manuscritos. O manuscrito 1 refere-se aos resultados da primeira etapa, na qual foi demonstrado que a primeira versão do *software* possuía como forças facilidade de uso, ser intuitivo e centralizar as informações pertinentes à gestão da radioproteção. As fraquezas apontadas foram ausência de integração ao Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial da Secretaria Estadual de Saúde de Santa Catarina; indisponibilidade e erros frequentes. Como ameaças, identificaram-se: falta de suporte técnico; falta de alimentação do *software* e preocupação dos participantes em relação à segurança e ao sigilo dos dados. As oportunidades encontradas foram possibilidade de criação de alertas e alarmes; compartilhamento de informações entre as várias áreas de atuação dos profissionais do serviço de radiodiagnóstico; integração a sistemas utilizados no dia a dia da instituição e atualização do *software*. No manuscrito 2, correspondente aos resultados da etapa 2, descrevem-se o resultado do desenvolvimento da segunda versão e as melhorias implementadas a ele como novo *layout*, criação de sistemas de alerta para controle de qualidade dos equipamentos e dosimetria dos trabalhadores. O escore de usabilidade obtido por meio da *System Usability Scale* foi de 0,70, sendo considerado como bom. O SisPRad 2.0 foi registrado no Instituto Nacional de Propriedade Industrial sob o número BR512023003116-0. O *software* teve aceitação positiva quanto à percepção da facilidade e à utilidade de uso. O estudo não atingiu um de seus objetivos iniciais, que era a integração da segunda versão do *software* com o Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial, o que pode ter

contribuído de forma negativa ao escore de usabilidade da segunda versão. Tal fato abre oportunidade para novo estudo, além da possibilidade de criação de novos módulos no *software* e utilização de inteligência artificial.

Palavras-chave: Gestão em saúde. Proteção radiológica. Informática em saúde. Software e usabilidade. Engenharia de *software*.

Abstract

As a solution to increase the effectiveness and efficiency of radiodiagnostic services, the SisPRad software was developed in 2020 aimed at managing radiological protection. The software, however, had not been incorporated into the daily routine of the service for which it was developed, and trying to find a solution to this problem, the general objective of this study was to update the software through the development of its second version. The specific objectives of the study were to identify the weaknesses and gaps that the first version of the software presented in order to guide the development of the second version; to develop the second version in a way that could provide improvements in connectivity, in addition to providing an alert system for dosimetry of occupationally exposed individuals and for equipment quality control tests and finally testing the usability of the new version. This is a study with a qualitative methodological approach, quasi-experimental, before and after. The study population consisted of 11 participants who participated in its two stages. The first stage served to collect information about the weaknesses of the software and suggestions for improvements that should be made when updating it through data collection through a semi-structured interview. The interviews were transcribed and analyzed using Bardin's thematic content analysis as reference, and the organization was carried out with the help of the MAXQDA software. Using the SWOT matrix, the strengths, weaknesses, threats and opportunities of the first version of the software were diagnosed in relation to the internal and external environment in which it was located. The second stage of the study, therefore, comprised the development of the second version of the software, the usability testing of the software using the System Usability Scale questionnaire and the evaluation of its acceptance based on the *Technology Acceptance Model* questionnaire. The study was approved by the Human Research Ethics Committees of *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina* and of the *Universidade Federal de Santa Catarina*, respectively under numbers 5,370,305 and 5,510,209. The results of the study are presented through two manuscripts. Manuscript 1 refers to the results of the first stage, where it was demonstrated that the first version of the software had the following strengths: ease of use, being intuitive and centralizing information pertinent to radioprotection management. The weaknesses highlighted were: lack of integration with the *Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial* of the State Health Department of Santa Catarina; unavailability and frequent errors. The following were identified as threats: lack of technical support; lack of software power and participants' concerns regarding data security and confidentiality. The opportunities found were: possibility of creating alerts and alarms; sharing of information between the various areas of activity of radiodiagnostic service professionals; integration with systems used in the institution's day-to-day operations and software updating. Stage 2, described in manuscript 2, resulted in the development of the second version with improvements implemented, such as a new layout, creation of alert systems for equipment quality control and dosimetry. The SisPRad 2.0 was registered with the National Institute of Industrial Property under number BR512023003116-0. Regarding usability assessment, the score obtained through the System Usability Scale was 0.70, considered good. The software was positively accepted in terms of perceived ease and usefulness of use. The study did not achieve one of its initial objectives, which was the integration of the second version of the software with the *Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial*, which may have contributed negatively to the

usability score of the second version and its acceptance. This fact opens up the opportunity for new studies in addition to the possibility of creating new modules in the software and using artificial intelligence.

Keywords: Health management. Radiation protection. Health informatics. Software usability. *Software* engineering.

Lista de ilustrações

Figura 1 –	Etapas de confecção de software em processos dirigidos por planejamento, também denominados modelo em cascata ou sequencial linear	31
Figura 2 –	Ilustração sobre interação entre levantamento, análise e especificação de requisitos no processo de desenvolvimento de um software	34
Figura 3 –	Tela do <i>software</i> MAXQDA, com unidades de registro (código) e de contexto (citação)	49
Figura 4 –	Lista de códigos e agrupamento de códigos com o <i>software</i> MAXQDA	50
Figura 5 –	Fluxograma vertical contendo as fases da etapa 1 do estudo ..	52
Figura 6 –	Fluxograma vertical, com representação das fases realizadas no estudo durante a Etapa 2	55
Manuscrito 1		
Figura 1 –	Tela da análise de conteúdo de entrevista com as citações e codificações	63
Figura 2 –	Tela inicial do SisPRad 1.0 com as abas de acesso com suas siglas e ícones	74
Figura 3 –	Diagrama de Pareto com as frequências percentuais individuais e acumuladas dos problemas acerca da percepção da utilidade do <i>software</i>	76
Figura 4 –	Diagrama de Pareto com as frequências percentuais individuais e acumuladas dos problemas acerca da percepção da facilidade do uso do <i>software</i>	77
Figura 5 –	Análise SWOT da primeira versão do <i>software</i> SisPRad	78
Manuscrito 2		
Figura 1 –	Representação esquemática das etapas de desenvolvimento da segunda versão do <i>software</i> SisPRad	89
Figura 2 –	<i>Layout</i> da tela de <i>login</i> de acesso da segunda versão do <i>software</i>	92
Figura 3 –	Tela com conteúdo de navegação do <i>software</i>	93

Figura 4 –	Frequência de respostas à afirmação da <i>System Sustainability Scale</i>	95
Figura 5 –	Distribuição do valor da <i>System Sustainability Scale</i> , de acordo com o sexo dos participantes	96
Figura 6 –	Distribuição da frequência das respostas segundo a escala Likert à afirmação “Usando o SisPrad eu despendo menos tempo para realizar meu trabalho do TAM questionário”	99
Figura 7 –	Distribuição da frequência das respostas, segundo a escala Likert, para a afirmação “O <i>software</i> é útil para o meu trabalho do TAM questionário”	100
Figura 8 –	Distribuição da frequência das respostas, segundo a escala Likert, para à afirmação “O <i>software</i> aumenta minha produtividade do TAM questionário”	101
Figura 9 –	Distribuição da frequência das respostas, segundo a escala Likert, para a afirmação “O <i>software</i> me confunde quando eu o uso do TAM questionário”	102
Figura 10 –	Distribuição da frequência das respostas, segundo a escala Likert, para a afirmação “O <i>software</i> me induziu a erros”	102
Figura 11 –	Distribuição da frequência das respostas, segundo a escala Likert, para a afirmação: De uma maneira geral, achei o software fácil para o uso	103

Lista de tabelas

Manuscrito 1

- Tabela 1 – Perfil dos participantes, quanto a sexo, idade, grau de escolaridade, formação e área das ciências e experiência profissional em anos .64
- Tabela 2 – Respostas dos participantes às perguntas sobre a percepção da utilidade da primeira versão do SisPrad, adaptado do questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia - DAVIS,1985 74
- Tabela 3 – Respostas às perguntas, com base no questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia (DAVIS,1985), sobre a percepção da facilidade do uso da primeira versão do SisPRad 1.0 75

Manuscrito 2

- Tabela 1 – Escore da *System Usability Scale* por participante, de acordo com idade, área de formação e setor de atuação 94
- Tabela 2 – Respostas às afirmações sobre a percepção da utilidade do uso do *software*, com base no questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia (Davis,1986), de acordo com a escala Likert 97
- Tabela 3 – Respostas às afirmações sobre a percepção da facilidade do uso do *software*, com base no questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia, de acordo com a escala Likert 98

Lista de quadros

Quadro 1 –	Limites anual da dose efetiva e da dose equivalente (janeiro a dezembro) para o Indivíduo Ocupacionalmente Exposto, conforme o órgão	26
Quadro 2 –	Nível de concordância e ponto atribuído ao tipo de resposta de acordo com a escala Likert	47

Manuscrito 1

Quadro 1 –	Categorias relacionadas às abas de acesso da tela inicial da primeira versão como do <i>software</i> MAXQDA	66
Quadro 2 –	Recorte das falas dos participantes apontando as fragilidades observadas no SisPRad 1.0	70
Quadro 3 –	Recorte das falas dos participantes referente às sugestões ao <i>software</i> SisPRad 1.0	71

Lista de siglas

Anvisa	– Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CNS	– Conselho Nacional de Saúde
CEPSH	– Comitês de Ética e Estudo em Seres Humanos
CoGEPro	– Colegiado Gestor da Proteção Radiológica
CPR	– Comissão de Proteção Radiológica
DRL	– <i>Diagnostic Reference Level</i>
e-SUS AB	– e-SUS da Atenção Básica
EU Confidence	– <i>European Union Confidence</i>
FDA	– <i>Food and Drug Administration</i>
GDPa	– Gestão de Dose dos Pacientes
GmaPRa	– Gestão de Materiais da Proteção Radiológica
GPEPRa	– Gestão de Pessoas da Equipe de Proteção Radiológica
GquaPRa	– Gestão de Qualidade em Proteção Radiológica
IFSC	– Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
Inpi	– Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IOE	– indivíduo ocupacionalmente exposto
JAD	– <i>joint application development</i>
PNIS	– Política Nacional de Informação e Informática em Saúde
RDC	– Resoluções da Diretoria Colegiada
SES	– Secretaria Estadual de Saúde
SciELO	– <i>Scientific Electronic Library Online</i>
SIERBP	– Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial
SIERI	– Sistema de Informação Estadual de Radiações Ionizantes
SMDE	– Sistema Mensal de Dosimetria da Equipe Ocupacionalmente Exposta
SQuaRE	– <i>System and Software Product Quality Requirements and Evaluation</i>
SUS	– Sistema Único de Saúde
SWOT	– <i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats</i>

TAM – Modelo de Aceitação de Tecnologia, sigla do inglês
Technology Acceptance Model

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

VISA – Vigilância Sanitária

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.2	Objetivo geral	23
1.3	Objetivos específicos	23
2	REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1	Proteção radiológica	24
2.2	Engenharia de software	27
2.2.1	Conceitos.....	27
2.2.2	Desenvolvimento de software	30
2.2.3	Qualidade e usabilidade de software	35
2.3	Tecnologias na gestão da proteção radiológica	38
3	METODOLOGIA	41
3.1	Tipo de estudo	41
3.2	Local de estudo	42
3.3	Participantes do estudo	42
3.4	Coleta de dados	43
3.4.1	Etapa 1	45
3.4.2	Etapa 2	46
3.5	Análise dos dados	48
3.5.1	Etapa 1	48
3.5.2	Etapa 2	52
3.5.2.1	Fase do desenvolvimento da segunda versão do SisPRad	52
3.5.2.2	Análise dos dados do teste de usabilidade e aceitação do software ..	53
3.6	Aspectos éticos	55
4	RESULTADOS	57
4.1	Manuscrito 1: Desafios e aceitação do software para gestão da proteção radiológica – SisPRad no setor público	57
4.2	Manuscrito 2: Atualização do software para gestão da proteção radiológica SisPRad	83
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
6	REFERÊNCIAS	111

ANEXOS	122
ANEXO A – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA – ETAPA 1 (BASEADO EM DAVIS JR, 1986).....	122
ANEXO B – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS DA ETAPA 2	123
ANEXO C – REGISTRO DA PATENTE NO INPI SISPRAD 2.0	131
APÊNDICES	132
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO APROVADO PELO COMITÊ DE ÉTICA E ESTUDO COM SERES HUMANOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	132
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO APROVADO PELO COMITÊ DE ÉTICA E ESTUDO COM SERES HUMANOS DO INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA	136

1 INTRODUÇÃO

Em 28 de dezembro de 1895, foi descrita a descoberta de “um novo tipo de raios”, que foi percebido ser diferente dos raios catódicos. Verificou-se, ainda, que a propagação desse novo tipo de raio era diferente, variando de acordo com o meio em que estava. No vidro, esses raios não eram defletidos, e nem ocorria mudança em sua direção. Por meio de um aparato, teria sido fotografada “a sombra” dos ossos da mão. Ressaltou o pesquisador que essa nova propriedade deveria ser chamada de raio, mas, para distinguir dos demais raios, os chamou de raios X (RÖNTGEN, 1895).

Um ano após a descoberta dos raios X, ocorreu a primeira recomendação de proteção radiológica feita pelo engenheiro americano Wolfram Fuchs. Ele orientava como medida de segurança que se mantivesse a distância de 30 cm do tubo, como também fazer a exposição o mais curta possível e cobrir a pele exposta com camada extra de vaselina, para evitar queimaduras (CLARKE; VALENTIN, 2009).

Devido às exposições às radiações ionizantes com o intuito de se obterem imagens médicas terem, ao longo das últimas décadas, aumentado em grande proporção, também se tornou necessário que fossem tomadas medidas para tentar limitar seus danos e minimizar o impacto na saúde dos indivíduos expostos. Infelizmente, sabe-se que a consciência de seus riscos e das normas existentes para evitá-los, por vezes, não é devidamente considerada na realização de exames de radiodiagnóstico.

Os profissionais expostos que atuam nesses ambientes têm papel determinante no desempenho de suas atividades, tendo em vista que qualquer dose de radiação está associada a uma probabilidade de ocorrência de efeitos biológicos, não importando quão baixa ela seja. Na maioria dos casos, os danos ocorrem devido a exposições prolongadas à baixas doses ou doses repetidas (HUHN, 2020).

Na década de 1960 e 1970, os computadores estavam limitados, na área da assistência à saúde, a serem ferramentas apenas para o auxílio no diagnóstico médico, na análise de exames e para utilização de medicamentos, dando início à informática em saúde (ROBERTSON, 1968). A informática em saúde corresponde ao uso da tecnologia da informação, sistemas e *softwares*, para melhorar os cuidados assistenciais e proporcionar maior eficiência e precisão nos procedimentos e processos de trabalho da Atenção em Saúde (MARIN, 2010).

No Brasil, a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS)

aborda princípios e diretrizes referentes à informática em saúde e à gestão da informação. Dentro da estratégia da e-saúde, um de seus itens é a “manutenção de um repositório de *software*”, que, entre outras exigências, cumpra com os requisitos de segurança, interoperabilidade e funcionalidade. A PNNIS deve ser seguida pelas entidades pública e privada que prestem seus serviços ao Sistema Único de Saúde (SUS). Sua implantação incentiva os sistemas gestão dos serviços de saúde a melhorias, bem como auxilia na integração das diversas esferas de atendimento ao usuário, impulsionando a criação de sistemas de *software* como um bem público (BRASIL, 2015).

O e-SUS é uma estratégia, com o fim de dar qualidade e reestruturar a gestão das informações em saúde. É um sistema instalado em nuvem, que pode ser acessado sem a necessidade de um servidor próprio, podendo ser utilizados pelas unidades de saúde da Atenção Básica, denominado e-SUS AB. Santa Catarina tinha o *status* de e-SUS AB implantado em 28,8% dos municípios no ano de 2019 (CIELO *et al.*, 2022).

Para sistematizar, organizar, construir etapas, modelos e métodos para guiar a confecção de um *software* e também orientar sua manutenção, a engenharia de *software* ocupa espaço crescente no campo da tecnologia mundial. Ela também guia o processo de criação do *software*, que genericamente passa por quatro etapas – especificação, desenvolvimento, validação e evolução do *software* – e visa à qualidade deles (SOMMERVILLE, 2011).

Os sistemas de informática, *softwares* e inteligência artificial conseguem integrar vários dados, que, vistos em conjunto, podem melhorar o desempenho e a produtividade dos servidores, além de propiciar melhor análise e economia de custos, possibilitando que determinada instituição venha a ter resultados melhores (SALIMON; MACEDO, 2017).

Diferentes tipos de dados devem ser utilizados, com o propósito de obter monitoramento e planejamento da assistência e de nortear a gestão pública por meio de sistemas informatizados disponibilizados pelo Ministério da Saúde (SANTOS; PEREIRA; SILVEIRA, 2017).

Quando se fala sobre *softwares*, é imprescindível que ela siga determinados padrões. No transcorrer do processo de criação de um *software*, devem ser realizadas diversas medições e testes, para que falhas possam ser localizadas, ajustadas, solucionados ou extintas.

Acerca dos requisitos de qualidade, o *software* deve operar de modo correto e ser passível de manutenção, capaz de evitar ataques ser amigável ao usuário, ou seja, possuir corretude, manutenibilidade, integridade e usabilidade (ISO, 2011). A corretude pode ser definida como a característica de alcançar a satisfação em relação as especificações exigidas e o cumprimento correto aos objetivos aos quais o sistema foi proposto. A manutenibilidade é o atributo que o *software* tem de se adaptar a uma modificação. Integridade é a capacidade de segurança que um *software* ou sistema oferece, e a usabilidade é definida pela facilidade de se aprender a usar um *software* (PRESSMANN, 2011).

Estudos sobre a usabilidade em engenharia de *software* podem ser realizados com baixo custo e rapidez e proporcionar grande economia. A interface com os usuários é muito importante, já que uma interface não agradável trará baixa usabilidade ao produto (NIELSEN, 1993).

Ao se iniciar a implantação de um novo sistema voltado para a gestão, essa abordagem, aparentemente tomada de cima para baixo, pode ser inicialmente mal vista. Porém, com o decorrer do uso, com a participação dos vários setores de uma organização, essa visão pode ser mudada. O uso de um sistema informatizado em serviços radiológicos auxilia na investigação de incidentes e acidentes de forma sistemática e uniforme, proporcionando melhorias na segurança de seus usuários e a possibilidade de maior sucesso em se revisarem e auditarem os processos de trabalho (ALMÉN; LUNDH, 2015).

A utilização de tecnologias ultrapassadas que não permitam, por exemplo, a interligação entre *softwares*, plataformas e sistemas, ocasiona, muitas vezes, retrabalho, desconforto e desencontro de informações aos usuários que as utilizam.

Ao modernizar a gestão dos Serviços de Radiodiagnóstico, há o impacto sobre o profissional que executa esses serviços e também sobre os pacientes que os utilizam, sendo ofertado um ambiente mais seguro para realização de exames e procedimentos radiológicos para todos os envolvidos (FRANE; BITTERMAN, 2023).

A necessidade de melhoria da gestão efetiva na proteção radiológica impulsionou o desafio do desenvolvimento de uma ferramenta voltada para o tema, após dificuldades observadas em um Serviço de Radiodiagnóstico, para incentivar comportamentos saudáveis e melhorar o acesso ao conhecimento dos trabalhadores aos cuidados em saúde (HUHN *et al.*, 2021).

Foi, então, desenvolvido o *software* para a gestão da proteção radiológica,

denominado SisPRad. Ele possuía funcionalidades voltadas para o controle de qualidade de equipamentos, controle da dosimetria dos trabalhadores e de pacientes, controle de insumos, campos voltados para arquivar treinamento dos trabalhadores e atas da comissão da proteção radiológica da instituição, entre outras (HUHN, 2020).

Na tela de navegação, existiam as siglas (HUHN, 2021): GPEPRa, para Gestão de Pessoas da Equipe de Proteção Radiológica; GmaPRa, para Gestão de Materiais da Proteção Radiológica SMDE, para Sistema Mensal de Dosimetria da Equipe Ocupacionalmente Exposta; GDPa, para Gestão de Dose dos Pacientes; GquaPRa, para Gestão de Qualidade em Proteção Radiológica e CoGEPro, para Colegiado Gestor da Proteção Radiológica.

Esse *software* originou-se da observação diária de que a equipe multiprofissional que atuava no serviço não conhecia ou, muitas vezes minimizava o perigo das radiações ionizantes (HUHN *et al.*, 2016).

Sobre o módulo Sistema Mensal de Dosimetria da Equipe Ocupacionalmente Exposta (SMDE) existente na primeira versão do *software* SisPRad, os participantes da pesquisa sugeriram, na época em que o avaliaram, que se criasse um compartilhamento direto dele com o Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial (SIERBP). Outras solicitações apresentadas pelos participantes foram (HUHN, 2020): simplificar as siglas das abas; criar um sistema de alerta para datas de exames ocupacionais e para pendências administrativas; e fazer o monitoramento visual de área exposta, controle do tempo e exposição com que cada trabalhador opera determinado equipamento.

As correções a serem executadas no *software* SisPRad evitariam, segundo os usuários, o desperdício de tempo pelo setor e proporcionariam o fornecimento de uma visão integrada de dados, que poderiam ser usados para monitorar indicadores-chave de desempenho e produtividade dos servidores (HUHN *et al.*, 2021).

A tecnologia vem permeando a vida do ser humano por meio da transformação digital e rapidamente avança em vários aspectos, trazendo substancial aumento na eficiência e produtividade. Porém também apresenta vulnerabilidades como em relação à segurança que se constitui em ameaças, pois se tratam dos dados que dispositivos tecnológicos contêm, referentes, por exemplo, à saúde pública (REED; DUNAWAY, 2021)

Com o avanço constante das novas tecnologias, um *software* voltado para gestão da proteção radiológica, como os demais produtos, exige contínua atualização.

Conforme Huhn (2021), fragilidades e necessidades, como a integração do *software* ao Sistema de Informação Estadual de Radiações Ionizantes (SIERI), implicavam no retrabalho dos usuários do *software* em ter que preencher no SisPRad e, novamente, no SIERI dados referentes às dosimetrias dos trabalhadores e de pacientes, bem como os testes de controle de qualidade.

Verificou-se que o *software* não estava incorporado a rotina diária dos trabalhadores do serviço de radiologia para o qual foi desenvolvido. O que levantava a necessidade de se entender as causas que estavam contribuindo para este cenário e proporcionar uma solução para que a intenção de uso e aceitação do *software* fosse alavancada.

Como as tecnologias precisam estar sofrendo constantes atualizações, desenvolver a segunda versão do *software* pareceu ser uma alternativa para preencher a lacuna que existia entre o que os usuários finais vislumbravam e o que a primeira versão oferecia.

A segunda versão foi produzida por código aberto e licenciada sob a *MIT License*, fornecendo uma contribuição ao SUS, pois tanto sua primeira versão quanto a segunda estão disponíveis gratuitamente, ou seja, são abertas ao domínio público.

1.2 Objetivo geral

Desenvolver a atualização do *software* SisPrad a partir de sua primeira versão.

1.3 Objetivos específicos

- Identificar as fragilidades do SisPrad 1.0 com fim de guiar o desenvolvimento da segunda versão.
- Analisar os fatores que influenciaram para que a primeira versão não fosse incorporada a prática diária da instituição.
- Desenvolver a segunda versão do *software*.
- Realizar, na segunda versão do *software*, melhorias na conectividade.
- Criar sistemas de alerta para controle dos limiares de dosimetria dos indivíduos ocupacionalmente expostos e para os testes de controle de qualidade dos equipamentos.
- Testar a usabilidade da segunda versão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para construção da problemática, foi realizada breve revisão da literatura. Assim, os aspectos relevantes levantados na literatura para elaboração deste estudo estão descritos nos tópicos a seguir.

2.1 Proteção radiológica

A proteção radiológica vai muito além do simples controle dosimétrico, devendo prevenir os efeitos de danos não estocásticos, limitar os efeitos estocásticos e, adicionalmente, preza para que a utilização da radiação seja justificada. Seus princípios fundamentais são justificação, otimização e limitação das doses (ICRP, 1977).

Ainda que pareça ser óbvia a questão da proteção radiológica, é frequente encontrar publicações nacionais e internacionais mostrando que ainda existe muito a ser feito em relação à gestão da proteção. A falta de identificação nos equipamentos, como sua data de fabricação, instalação e validade; as falhas, como exposição de acompanhantes à radiação sem o uso dos Equipamentos de Proteção Individual e os atrasos na realização periódica dos exames ocupacionais periódicos dos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) à radiação são alguns dos problemas recorrentes encontrados (HUHN *et al.*, 2016).

Sabendo-se que o simples aumento da distância entre o feixe de raio X e a parte a ser irradiada é uma maneira eficaz de se minimizar a exposição, a simples obediência a esse conceito diminui significativamente a exposição ocupacional à radiação. Recomenda-se, para otimizar a segurança desses profissionais da equipe de radiologia, que se prime pela educação, estimulando-os a utilizar as melhores práticas, ao lidarem com a radiação (FRANE; BITTERMAN, 2020).

O assunto “proteção radiológica” envolve múltiplos profissionais de várias áreas de atuação, como engenharia, física, administração, medicina, tecnologia, enfermagem, entre outras. Todas as áreas influenciam de alguma forma as práticas de radioproteção e devem estar envolvidas para promovê-la.

Estudos sobre os efeitos da radiação ocorreram a partir do desenvolvimento de modelos probabilísticos e a utilização de cálculos para prever a indução de surgimento de câncer em determinada população exposta à radiação ionizante. Sobreviventes de

catástrofes envolvendo energia nuclear, como a que atingiu os japoneses no fatídico evento de exposição à bomba atômica durante a Segunda Guerra Mundial, passaram a ser acompanhados.

Inicialmente, ocorreu a percepção de que o surgimento de câncer se dava de maneira diferente em relação ao sexo do indivíduo exposto, sendo maior nas mulheres. A mortalidade era relatada 20% mais alta em mulheres do que nos homens. Atribuía-se essa diferença possivelmente a características hormonais inerentes ao sexo do indivíduo, porém estudos posteriores não demonstraram esse achado de maneira tão marcante (ICRP, 1991).

A legislação mundial, ao se deparar com os efeitos preocupantes das radiações sobre a saúde coletiva, voltou seus olhos aos efeitos da radiação na saúde dos IOE.

Regulamentações referentes ao clássico tripé da proteção radiológica, que compreende otimização, justificação e limite das doses, vem sendo, ao passar dos anos, revisadas e atualizadas. Uma dessas atualizações classificou a justificação para a exposição à radiação em três níveis de aplicação:

- Nível 1: o uso da radiação na medicina é aceito, sendo mais benéfico do que prejudicial.
- Nível 2: a utilização de um procedimento específico para um objetivo específico.
- Nível 3: a utilização do procedimento para um indivíduo deve ser especificamente justificada com antecedência, levando em consideração as características de cada indivíduo (ICRP, 2007).

Quanto à proteção radiológica segundo normas brasileiras e internacionais, cabe aos titulares e empregadores dos serviços a responsabilidade de aplicar as diretrizes adequadamente. Parte das atribuições dos responsáveis legais pela radioproteção pode ser delegada, porém eles continuam ainda responsáveis pelo cumprimento da norma (CNEN, 2014).

A Resolução da Diretoria Colegiada 330 (BRASIL, 2019), ao se referir ao programa da proteção radiológica nos Serviços de Radiodiagnóstico, enfatiza que todo serviço deve possuí-lo e devem estar previstas no programa as medidas em relação à prevenção, ao monitoramento, ao controle e à vigilância dos procedimentos que são realizados em suas dependências. Por meio de avaliações contínuas das condições de trabalho dos profissionais desses setores, a norma preconiza ainda medidas para minimizar a exposição médica à radiação, tanto dos pacientes quanto

dos IOE, observando o limite seguro de doses.

Os limites dosimétricos anuais para os IOE, em relação às doses efetiva e equivalente, aprovados em 2004, foram, posteriormente, revisados. Os limites para o cristalino foram alterados. O limite anual de dose para o IOE para o cristalino, que era de 150 mSv anuais, foi alterado para 20 mSv. Estabelecer os limites para doses é muito importante, porém a proteção radiológica não se restringe ao simples controle dosimétrico. No Quadro 1, podem-se observar os limites atualmente vigentes (CNEN, 2011).

Quadro 1 – Limites anual da dose efetiva e da dose equivalente (janeiro a dezembro) para o Indivíduo Ocupacionalmente Exposto, conforme o órgão.

Limites de dose anuais			
Grandeza	Órgão	Indivíduo Ocupacionalmente Exposto	Indivíduo do público
Dose efetiva	Corpo inteiro	20 mSv	1 mSv
Dose equivalente	Cristalino	20 mSv (alterado pela Resolução CNEN 114/2011)	15 mSv
	Pele	500 mSv	50 mSv
	Mãos e pés	500 mSv	---

Fonte: CNEN (2014).

Nota – CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Considerando que os limiares dosimétricos devem ser constantemente monitorados, assim que estiverem próximos de serem atingidos, eles devem idealmente estar ligados a um sistema de alerta em vários níveis. Felizmente, devido aos grandes avanços no setor tecnológico em saúde, atualmente os equipamentos radiológicos têm emitido doses cada vez mais abaixo do nível de referência, denominado pela sigla inglesa DRL, de *Diagnostic Reference Level* (LOOSE *et al.*, 2021).

A compreensão em relação à proteção radiológica nos ambientes de trabalho tem alavancado a procura da melhoria da gestão das instituições em relação ao

assunto.

O crescimento do entendimento em relação à proteção radiológica nos ambientes de trabalho tem alavancado a procura da melhoria da gestão das instituições em relação ao assunto. Pode-se citar como exemplo a necessidade de *softwares* prontamente disponíveis voltados para controle de acidentes nucleares, tendo em vista a demora para a proposição de publicações que se referissem ao enfrentamento a esses acidentes ao longo dos anos. Assim, surgiu o projeto *European Union Confidence* (EU Confidence), com propósito de estimar rapidamente os riscos às exposições e orientar ações diante de um acidente, como a realização de uma triagem médica eficaz, o monitoramento e acompanhamento de exames complementares e seus resultados (WALSH *et al.*, 2019).

Outro desafio dentro da proteção radiológica é o manejo da saúde ocupacional na relação empregado-empregador. A promoção da saúde é algo que todo trabalhador deseja. Porém, algumas empresas acreditam que ela é de responsabilidade única do trabalhador. Na Alemanha, criou-se um estímulo às empresas investidoras na saúde ocupacional de seus trabalhadores, com benefícios relacionados aos impostos. Também foi sugerida a criação de um “selo de saúde” em âmbito mundial, para as empresas que cumpram as exigências de promoção à saúde ocupacional (KUHN *et al.*, 2021).

Há muito a ser realizado no campo da proteção radiológica em relação à conscientização dos empregados e dos empregadores, e as inovações tecnológicas auxiliam em vários aspectos, para que ocorra a convergência mútua dos interesses.

2.2 Engenharia de *software*

2.2.1 Conceitos

A diferença entre *software* e *hardware* deve ser destacada, pois é fonte de confusão entre aqueles que não possuem conhecimento sobre o assunto. Os *softwares* são definidos como um produto, e, como tal, é o resultado de um processo. O *hardware* compreende a parte física de um sistema, e o *software* seria a parte lógica. Para o *hardware*, necessita-se de serviços como transporte e manutenção mecânica, pois é algo palpável, enquanto que o *software* não existe como um objeto ou algo que

possa ser tocado ou transportado (ABNT, 2009a).

Pode-se definir, de forma teórica, que um *software* é um conglomerado de instruções para se obterem as funções e o desempenho desejado. É uma estrutura de dados que possibilita a manipulação da informação de maneira adequada, com características que passam por um processo de desenvolvimento, não se tratando de um produto de fábrica propriamente dito; não se desgasta; não possui peças a serem trocadas, e sim projetos a serem melhorados. Os *softwares* são produzidos por necessidade e, assim como os programas de computadores, estão associados ao armazenamento da documentação, com base em algoritmos (PRESSMAN, 2011).

O ciclo de um *software* consiste em sua definição, seu desenvolvimento e sua operação. As etapas de criação e desenvolvimento de um *software* compreendem (BASS; CLEMENTS; KAZMAN, 2003; DEV MEDIA, 2011):

- **Concepção e planejamento:** nessa fase, definem-se os objetivos, requisitos do sistema, estudo da viabilidade econômica e técnica do projeto. São identificadas as necessidades dos usuários ou clientes. Realiza-se o planejamento do projeto, com o cronograma e os recursos envolvidos.
- **Análise de requisitos:** nessa fase, detalha-se o que o usuário deseja. Por meio de documentação, são levantados os requisitos funcionais e não funcionais, além de validar e verificar esses requisitos com as partes interessadas.
- **Design:** corresponde à fase de arquitetura do *software* e sua estrutura, em que se executam as especificações das interfaces com os usuários.
- **Desenvolvimento e implantação:** compreendem a programação criada a partir dos requisitos e do *design* planejados. São constituídos por revisões dos códigos, testes unitários, testes de integração, testes de sistema, testes de aceitação e a codificação do *software*. O código do *software* pode envolver várias linguagens de programação.
- **Manutenção:** corresponde ao monitoramento do funcionamento do *software* após seu lançamento, com identificação de problemas, correções e atualizações do sistema.
- **Documentação:** documento com os detalhes técnicos e também de usuário, para auxiliar na compreensão do *software*.
- **Referências bibliográficas:** devem ser citadas para respeitar os direitos autorais e para a comunidade acadêmica. A arquitetura de *software* é muito importante, pois se

refere à definição e à interação dos módulos, à organização de seus componentes e à tomada de decisões de *design*.

Entre os elementos da arquitetura de um *software*, o *layout* corresponde aos elementos visuais dispostos na interface com o usuário, está ligado ao designer do *software*. O *layout* é primordial para garantir uma boa usabilidade, devendo ser fácil e intuitivo. A interface do usuário é também um dos componentes de *designer* de *software*, estando relacionada à parte visível pelo usuário; refere-se a menu, botões a serem clicados, formulários e ícones presentes na interface (COOPER; REIMANN; CRONIN, 2007).

Apesar do grande avanço tecnológico e das inúmeras ferramentas de que dispomos, continuam existindo problemas a serem solucionados com o desenvolvimento das tecnologias. A correção de problemas ou erros deve ser realizada prontamente, para que eles não se tornem crônicos. Problemas tecnológicos podem ser responsáveis por prejuízos financeiros em uma organização. Assim, o local onde essas ferramentas são implementadas deve ser cuidadosamente preparado, para que a implantação não seja frustrante, pouco produtiva ou não faça o papel proposto no ambiente a ser utilizado (SILVA *et al.*, 2017).

É importante escolher como o *software* será desenvolvido, ou seja, o modelo a ser selecionado em seu processo de construção. As fases que compõem a elaboração de um processo de *software* vão desde a ideia de sua criação, passando por: definição, análise e elicitação de requisitos, documentação, elaboração do projeto, desenvolvimento, aplicação de testes e implantação.

Para a produção de um *software*, é necessário que estejam claras todas as atividades que envolverão o processo e o que cada indivíduo envolvido ficará responsável em executar. Devem estar bem delimitados: o produto que será desenvolvido, as fases do processo e os períodos pré e pós-desenvolvimento. O modelo de processo de arquitetura de um *software* não especifica o que cada indivíduo realizará e serve para guiar as etapas dentro da construção do projeto (SOMMERVILLE, 2011).

A definição dos atributos de um *software* refere-se às características que são próprias, particulares do *software*, que descrevem seu comportamento. Os atributos servem para especificar e medir a qualidade na engenharia de *software*. Os atributos de qualidade referem-se às características presentes na forma pela qual o *software* é

executado (BASS; CLEMENTS; KAZMAN, 2013).

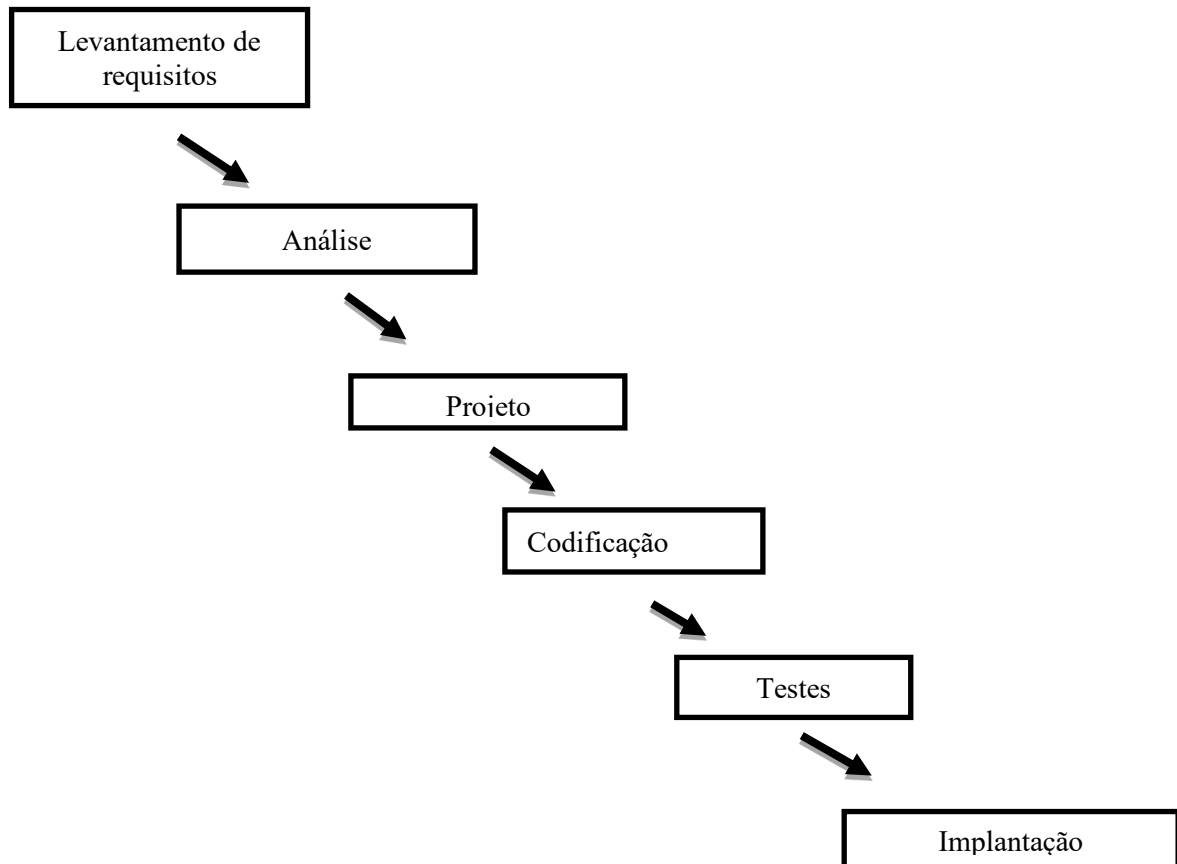
Já o requisito de um *software* compreende a formalização do que ele deve fazer e como deve se comportar. Os requisitos podem ser funcionais, quando se referem à descrição formal da reação do *software* a determinada entrada de dados ou a um comando – o *input*. Os requisitos não funcionais são as descrições formais relacionadas a qualidade, desempenho, segurança, eficiência, conformidade e restrições que o *software* deve ter; eles geralmente englobam várias funcionalidades e são referentes às interações do *software* com os sistemas externos com os quais se comunicam (SOMMERVILE, 2011).

2.2.2 Desenvolvimento de *software*

Na tentativa de sistematizar o processo de criação de um *software*, foram desenvolvidos vários modelos para orientar as etapas de sua criação, tentando tornar possível sua produção a partir de requisitos não totalmente conhecidos e de informações imprecisas. Entre os vários modelos existentes, podem-se destacar os seguintes: em cascata (também chamado de sequencial linear), evolucionário (compreende o modelo espiral e de prototipação) e incremental. (PRESSMANN, 2011).

Os projetos de *softwares* inicialmente foram desenvolvidos por processos dirigidos por planejamento, também chamados em cascata, constituídos por etapas fixas dispostas em degrau, que eram realizadas ao longo do processo de criação, o que gerou o nome “em cascata” (Figura 1) (VALENTE, 2020).

Figura 1 – Etapas de confecção de *software* em processos dirigidos por planejamento, também denominados modelo em cascata ou sequencial linear.



Fonte: Valente (2020).

O modelo em cascata traz alguns inconvenientes, pois é necessário que a fase anterior esteja totalmente completa para se prosseguir para a próxima. Nesse modelo, exige-se precisão impecável, pois, caso erros ocorreram, é necessário o retorno à etapa anterior, acarretando uma demanda a mais de tempo e custos. Em contrapartida, os modelos do tipo evolucionário surgiram da necessidade de se estar aberta a consulta das partes interessadas, as também denominadas *stakeholders*, durante as várias etapas do desenvolvimento do *software* (SOMMERVILLE, 2011).

O modelo de prototipação consiste na criação de um protótipo após a elaboração do projeto baseado nos requisitos escolhidos. Após avaliar o protótipo, devem-se avaliar se novos requisitos surgiram, fazer os ajustes necessários e aperfeiçoar o produto. Geralmente, nesse modelo, tem-se a interação somente do desenvolvedor do *software* e do indivíduo ou empresa que o contratou. É um processo mais rápido. Frequentemente não envolve os usuários e todas as partes interessadas. Esse modelo pode ser isolado ou estar dentro dos demais modelos de processo de

desenvolvimento de *software* (PRESSMANN, 2011).

O modelo incremental geralmente é utilizado para sistemas menores, em que são produzidas várias versões iniciais e intermediárias, até se chegar à versão final. Todas essas versões vão e voltam para avaliação entre as partes interessadas. Ao longo do desenvolvimento nesse tipo de modelo, são fornecidas determinadas funções nas versões. Geralmente, a primeira versão é aquela que possui o essencial, e adquire linearmente incrementos progressivos. Esse tipo de modelo permite o uso tanto de uma metodologia ágil, como o de um processo unificado para sua realização (SOMMERVILLE, 2011).

Já o modelo espiral reúne características do modelo linear e do incremental. Foi concebido para grandes sistemas e não possui as fases fechadas nem rígidas. Utiliza etapas sistemáticas, como no modelo em cascata, ao mesmo tempo que é iterativo. O modelo em espiral ainda prevê a análise de riscos técnicos que possam surgir e a tomada de ações para mitigá-los, bem como possibilita que alterações sejam realizadas durante todo o ciclo de vida de um *software* (PRESSMANN, 2011).

A técnica ágil originou-se de um grupo de especialistas que propuseram o chamado *agile software development* – em português desenvolvimento ágil de *software* (BEEDLE, 2001). Compreendia o documento de 12 princípios que visavam obter a satisfação do cliente, dando abertura a uma interação contínua entre as partes interessadas e permitindo realização de mudanças tardias no projeto e maior rapidez na execução do projeto.

O relacionamento deveria ser profissional-cliente face a face, sendo o projeto refinado em intervalos regulares, o que possibilitava, a qualquer momento, que intervenções pudessem ser feitas, estando o processo sob constante avaliação.

Um dos métodos ágeis que pode ser utilizado para guiar o processo de desenvolvimento de um *software* é a metodologia *Scrum*, criada em 1993. Essa metodologia consiste em se fazer o dobro de uma atividade na metade do tempo. As etapas do projeto são avaliadas em intervalos (*sprints*) regulares (semanal, quinzenal ou mensal). Reuniões são realizadas para revisar e avaliar se as atividades estão sendo feitas de maneira correta conforme o proposto no projeto de desenvolvimento; caso não estejam, as devidas correções são efetuadas (SUTHERLAND, 2014).

No desenvolvimento de um *software*, é necessário adotar um processo de medição, visando sustentar o compromisso com o processo. Devem-se seguir princípios técnicos e gerenciais; captar informações; submeter o processo a uma

avaliação por meio de uma medição e analisar o retorno do usuário ou cliente envolvido. Caso problemas sejam encontrados, devem ser tomadas ações para corrigi-los (ABNT, 2009a).

A concepção de um *software* exige geralmente a figura do programador e do desenvolvedor. O primeiro é o indivíduo que tem conhecimento em programação, que, de maneira genérica, refere-se à linguagem que será utilizada no projeto. Já o desenvolvedor é o responsável globalmente pelo projeto, desde sua criação até após sua concepção. Ao programador, cabe instituir a linguagem do *software* que será utilizada, e seu trabalho se inicia somente após a criação do projeto.

Já que um *software* precisa suprir as necessidades de seu usuário, ele deve apresentar determinados requisitos para se adequar ao que o usuário solicita. A definição de requisito seria a apresentação formal de algo que é necessário e precisa ser alcançado, obtido e realizado (ABNT, 2008).

Entende-se como requisitos aquilo que o produto deve preencher para que possa levar a satisfação às partes interessadas em seu desenvolvimento. O levantamento dos requisitos é uma das fases iniciais nesse processo. Em seguida, ocorre a análise dos requisitos, para se esclarecer o que pode ou não pode ser realizado. O cuidado de ser redobrado ao se definir exatamente o que se deseja, não deixando margens a informações distorcidas ou solicitações não compreendidas, que possam trazer consequências no resultado final (ABNT, 2009c).

Os requisitos podem ser funcionais e não funcionais e, ao longo do processo, sofrer mudanças em suas especificações. Os requisitos funcionais referem-se a tudo aquilo que o sistema deve fornecer ou como ele deve se comportar para executar uma determinada reação a uma determinada entrada (PRESSMANN, 2011).

Requisitos não funcionais referem-se a características que não estão ligadas às funcionalidades do sistema. Entre esses requisitos, podem-se citar, por exemplo, desempenho, confiabilidade, tempo de resposta, proteção, segurança, usabilidade e robustez (BASS; CLEMENTS; KAZMAN, 2013).

Entende-se como requisitos funcionais aquelas funções que o *software* tem que realizar para suprir o que foi solicitado pelas partes interessadas. Requisitos não funcionais referem-se à qualidade que o produto consegue ou não oferecer de um ponto de vista geral em relação a exigências como ser seguro, ter capacidade de manutenção e ser fácil de usar (ABNT, 2008).

Convém lembrar que a funcionalidade, um atributo de qualidade, difere de

requisito funcional. Preferencialmente, também devem ser diferenciados os requisitos do sistema dos requisitos dos usuários (SOMMERVILLE, 2011).

Para se chegar a um produto que o usuário deseja, devem ser levantadas, de maneira cuidadosa, as informações e as solicitações do usuário, as quais serão analisadas e documentadas em forma dos chamados requisitos do usuário. Os requisitos sofrem incrementos e análises recorrentes (Figura 2).

Figura 2 – Ilustração sobre interação entre levantamento, análise e especificação de requisitos no processo de desenvolvimento de um *software*.



Fonte: elaborada pela autora, 2023.

Existem diversas técnicas para se fazerem o levantamento e a análise dos requisitos, como entrevista, *workshop*, uso de protótipos, técnica *joint application development* (JAD), que podem ser utilizadas quando se tem o intuito de angariar uma visão de vários ângulos e de várias necessidades (LEITE, 2007).

Na engenharia de *software*, há diversas normas que especificam os requisitos e a avaliação da qualidade de um *software*, conhecidas pela sigla em inglês *SQuaRE*, de *System and Software Product Quality Requirements and Evaluation*, compostas por ISO/IEC 2500n, ISO/IEC 2501n, ISO/IEC 2502n, ISO/IEC 2503n e ISO/IEC 2504n, entre outras. Essas normas tratam respectivamente de assuntos de gestão, modelo, medição, requisitos e avaliação da qualidade do produto (ABNT, 2008).

2.2.3 Qualidade e usabilidade de *software*

Avaliar a qualidade de um *software* é primordial. Quando um projeto de *software* está focado em manter o padrão de qualidade, menor será a chance de haver a necessidade de se refazer processos. Ao se efetuar um projeto voltado para a qualidade em todas as suas etapas ele poderá trazer a economia de tempo, de recursos humanos e recursos financeiros evitando que o produto final fique inadequado às necessidades do cliente ou do seu usuário (ZHI *et al.*, 2023).

A qualidade pode ser interna, constituindo-se dos atributos do *software* relacionados à sua estrutura e arquitetura. Esses atributos dependem das condições específicas em que são utilizados, de acordo com as necessidades explícitas e implícitas percebidas pelo desenvolvedor e pelos engenheiros durante o processo de desenvolvimento, podendo ser examinados em uma inspeção (SOMMERVILLE, 2011).

No que se refere à qualidade externa, ela depende do que o *software* pode oferecer, aliado ao sistema e em relação às necessidades explícitas e implícitas do sistema a que se encontra condicionado e que impacta na satisfação do cliente ou usuário (PRESSMANN, 2011). Para avaliar a qualidade, pode-se lançar mão de inspeções, revisões e testes, para detectar falhas do produto (ABNT, 2004; ABNT, 2009b).

Como exemplo de qualidade externa do *software*, pode-se citar a facilidade de uso e velocidade. Para se atingir a qualidade externa, necessita-se dos atributos da qualidade interna. Avaliar a qualidade de um produto é complexo, pois depende da visão de cada pessoa, e não existe uma medida única para ser utilizada em todos os diferentes projetos (ABNT, 2008).

Para garantia da qualidade do produto a ser desenvolvido, são necessárias medidas quantitativas e qualitativas, a fim de avaliar os atributos de um *software*. As métricas são medidas que servem para quantificar, mensurar e avaliar os atributos no processo de criação. As métricas utilizadas no processo de criação do *software* estão relacionadas à produtividade, qualidade e técnicas (MACHADO; SOUZA, 2010).

O modelo de qualidade do *software* engloba características dentro de determinados padrões, obedecendo a requisitos para a avaliação da qualidade, dentro do processo da criação. As características ligadas à qualidade de um *software* são citadas a seguir (ISO, 2011):

- Funcionalidade: é definida como o produto consegue oferecer funções, conforme normas e regulamentos importantes.
- Confiabilidade: refere-se à capacidade de um *software* fornecer o que é esperado, em determinadas situações específicas.
- Usabilidade: pode ser conceituada como a maneira que um *software* é usado envolvendo o processo de aprendizado, compreensão e o quanto estimula que o usuário busque usar o produto.
- Eficiência: é o fornecimento de determinado desempenho, mediante recursos utilizados, sob determinadas situações específicas.
- Manutenibilidade: compreende a capacidade que o produto possui de ser melhorado, adaptado diante de modificações que ocorram onde o *software* está inserido, bem como referente aos requisitos e às especificações funcionais.
- Portabilidade: pode ser traduzida como a versatilidade que o *software* possui de poder ser usado em outras arquiteturas, ou seja, outros sistemas e *hardwares*.
- Qualidade em uso: trata-se de uma qualidade que permite ao indivíduo que, ao usar o produto, possa realizar suas tarefas de modo eficaz, produtivo e seguro e que o satisfaça dentro do que necessita.

Os testes de usabilidade são geralmente realizados durante a fase de desenvolvimento do *software* e os de aceitação, na fase final do desenvolvimento, mas isso pode variar dependendo da metodologia utilizada pela equipe que desenvolve o projeto (ABNT, 2018; ISO/IEC, 2013).

Os atributos ligados à usabilidade estão descritos a seguir (NIELSEN, 1993):

- Eficiência: corresponde à rapidez e à facilidade com que o usuário utiliza o *software* sem lhe trazer esforço.
- Satisfação: corresponde ao grau de contentamento do usuário ao utilizar o *software*.
- Facilidade de aprendizado: refere-se à rapidez com que o usuário aprende a usar o *software*.
- Taxa de erros: representa a quantidade de erros que o usuário comete ao usar o *software*.
- Acessibilidade: pode ser definida como a capacidade do *software* de ser utilizado por pessoas com habilidades e necessidades diferentes.
- Facilidade de memorização ou memorabilidade: é o atributo da facilidade de

lembrar como utilizar o *software*, mesmo após um período de inatividade.

- Consistência: está ligada à previsibilidade do *software*, à uniformidade na interface do *software* e à maneira como as ações são executadas.
- Flexibilidade: indica a capacidade do *software* de se adaptar às necessidades dos seus usuários.
- *Feedback* ao usuário: é a característica do *software* de informar ao usuário sobre as ações dele no sistema.
- Documentação e ajuda: constituídas pelos tutoriais e manuais que ajudam o usuário a utilizar e a entender o sistema.

Os atributos ligados à qualidade externa podem ser medidos no término do processo de desenvolvimento, enquanto os referentes à qualidade interna podem ser mensurados previamente à implantação do sistema (AMMAR, 2019).

Para se inspecionar a usabilidade de um *software*, podem ser utilizados vários métodos informais, que possuem como objetivo avaliar seu custo-efetividade e identificar problemas do produto. Entre eles, pode-se citar a avaliação heurística, o passo a passo cognitivo, a inspeção formal de usabilidade, o passo a passo pluralista, a inspeção de características, a inspeção de consistência e a inspeção padrão. Essa inspeção pode ser realizada por um único avaliador ou por um grupo de avaliadores, conforme o método utilizado (NIELSEN, 1990).

O teste de usabilidade realizado com cinco participantes é citado na literatura como suficiente para avaliar um *software* ou sistema (NIELSEN; LANDAUER, 1993). Porém, para alguns autores, testar com maior número de usuários seria o ideal, já que determinados produtos exigem da equipe de desenvolvedores diferentes custos e tempo, até que determinada métrica de usabilidade seja atingida. A chance de risco de ter problemas com a usabilidade também diminui à medida que se utilizam mais usuários para testar determinado produto (BARNAUM *et al.*, 2003).

Um projeto de *software* tem que atender ao ambiente do trabalho em que será implantado. Do ponto de vista do usuário, são importantes *layout*, janelas, abas e menus intuitivos e que sejam de fácil interação (NARDELLI, 2009).

Um *software* não amigável com o usuário ou de difícil compreensão estará fadado a não ser utilizado.

Fazer com o que o *software* interaja com o usuário, lembrando-o de tarefas a serem executadas e prazos a serem cumpridos, traz para o usuário a ideia de ser uma ferramenta a mais para auxílio em seus processos de trabalho. Uma interface mais

amigável aumenta a adesão em uma corporação a uma nova tecnologia. Uma interface que se adapte à rotina do trabalho de seus usuários, que abarque seu dia a dia, terá mais chances de vencer a resistência inicial para seu uso.

2.3 Tecnologias na gestão da proteção radiológica

Os serviços em saúde, entre os quais os de radiologia, buscam alcançar melhorias no seu gerenciamento, com o fim de obter melhores resultados com um menor custo. Do custo de um Serviço de Radiologia, 80% são devidos à sua estrutura, vindo em seguida o custo com os profissionais radiologistas. Concluiu-se que, ao diminuir o tempo de atendimento do paciente, tem-se a diminuição no custo, considerando que o tempo em que o paciente permanece no atendimento significa que ele está utilizando a estrutura do serviço, sem que haja a contrapartida de agregar um valor a isso (DAROIT *et al.*, 2018).

Várias deficiências têm trazido impacto na qualidade e na eficiência dos serviços de saúde, como têm demonstrado os estudos. Duplicidade de dados, origem múltipla de dados primários e erros na inserção de dados são problemas encontrados nos sistemas de saúde causados pelos indivíduos que os utilizam. Esses problemas geram aumento nos gastos, como a necessidade, por exemplo, de aquisição de licenças estrangeiras de *softwares*. Entretanto, o desenvolvimento de sistemas nacionais provoca redução nos custos, ao ampliar o compartilhamento de imagens e permitir a propagação do acesso ao conhecimento no Serviço de Radiologia (IZAGUIRRE *et al.*, 2020).

A inteligência artificial tem sido uma ferramenta que atua por meio de algoritmos e contribui não só por melhorias nas aquisições das imagens em radiologia, mas também tem sido validada para auxílio diagnóstico e terapêutico. Alguns desses *softwares* aprovados pela *Food and Drug Administration* (FDA) auxiliam no cálculo de ondas de choque necessárias para tratamento de litíase renal, predição de tumores cerebrais de baixo ou alto grau e na categorização de artérias coronárias calcificadas. Há ainda desafios a serem vencidos e a preocupação com a validação clínica, além da aprovação comercial do uso desses programas (TARIQ *et al.*, 2020).

Enquanto se busca a melhoria na tecnologia nos Serviços de Radiologia, alguns problemas ainda se mantêm atuais dentro da radiologia brasileira. A literatura cita alguns fatores que foram identificados como pontos que prejudicaram a gestão do

Serviço de Radiologia de uma unidade hospitalar: problemas no espaço físico onde pacientes internos e externos se misturavam; sobrecarga de trabalho; dificuldades em encontrar exames dos pacientes, pacientes sem orientação adequada para realização do exame, falhas no cumprimento do jejum (QUEIROZ *et al.*, 2011).

O cuidado com a gestão da proteção radiológica demanda mais discussões e desenvolvimento de tecnologias nos Serviços de Radiologia, por serem esses serviços muito complexos e terem potencial de dano alto, tanto para o IOE quanto aos pacientes, além de pessoal que circula em suas dependências. A questão da segurança é, assim, crucial nesses setores, necessitando de uma estrutura que esteja preparada para coibir incidentes, monitorar indicadores, reduzir a exposição à radiação e diminuir erros na medicação. A informática aplicada nos setores de imagem tem fornecido benefícios não só nos aspectos citados, mas também tem possibilitado o acesso ao conhecimento e a ferramentas que podem aperfeiçoar a aplicação de decisões (KARAMI; HAFIZI, 2017).

Recomenda-se que exista uma interligação entre os setores responsáveis na produção dos vários tipos de imagem, em relação ao seu arquivamento e à comunicação com o sistema de informação radiológica, principalmente pelo motivo de informações relevantes não estarem sendo anexadas automaticamente aos dados da imagem, como, por exemplo, a dosimetria nos exames radiológicos. O preenchimento manual destes dados sempre é uma problemática, com o risco de ocorrência de erros (LOOSE *et al.*, 2021).

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 330 (BRASIL, 2019) sobre o gerenciamento de tecnologia e do trabalho imputa aos Serviços de Radiodiagnóstico uma série de exigências, desde a periodicidade dos testes de controle de qualidade, como o registro de metas, prazos e elaboração de protocolos. Essas exigências devem ser executadas de acordo com o que é requerido em lei. A resolução ainda recomenda que o serviço disponha de um acesso fácil a todas as informações.

Instruções normativas publicadas trazem os requisitos sanitários que devem ser cumpridos relativos à segurança e à qualidade nos Serviços de Radiologia, na ultrassonografia, na tomografia e na ressonância. Os testes de qualidade e aceitação propostos nessas normativas devem obedecer a critérios mínimos de periodicidade e tolerância e obedecer a um nível de restrição para determinados equipamentos (BRASIL, 2021).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) publicou uma nova

resolução em substituição às RDCs 330 e 440, reforçando a necessidade de que a radioproteção esteja bem estruturada e posicionada dentro dos ditames legais. A nova resolução traz instruções referentes ao limite do nível da dose equivalente anual, para áreas livres, no valor de 0,5 mSv, e para áreas controladas, em 5 mSv. Quanto ao dosímetro, a norma refere que o laboratório de monitoração individual e o Serviço de Proteção Radiológica são responsáveis por informar qual a posição em que o detector deve ser usado, não devendo mais ser definida pelo fabricante do dosímetro, sendo esta uma mudança em relação à norma anterior (BRASIL, 2022).

Em âmbito estadual, em 2014, foi implantado oficialmente o SIERI, sistema criado com o objetivo de, por meio da plataforma eletrônica, permitir o lançamento dos registros dosimétricos de exposição médica e ocupacional dos serviços de saúde, além de possibilitar o gerenciamento das inspeções sanitárias. A partir de sua criação, os estabelecimentos de saúde que abriguem equipamentos emissores de radiação ionizante necessitam alimentar o sistema com dados, de acordo com a periodicidade indicada pelo sistema (SANTA CATARINA, 2014).

Posteriormente, o SIERI se tornou um módulo dentro do SIERBP. Atualmente, o sistema possibilita que roteiros de autoinspeção sanitária sejam realizados *on-line* pelo serviço de saúde e, posteriormente, os dados são analisados pela Vigilância Sanitária (VISA) estadual, que, em contrapartida, envia ao serviço o relatório das não conformidades encontradas (SANTA CATARINA, 2020).

Devido à importância do SIERBP, ressalta-se que uma das intenções do presente estudo foi solicitar a autorização para interligar a segunda versão do *software* SisPRad a esse sistema estadual.

Atualmente, com o uso de sistemas de informática, há a possibilidade cumprir todas as obrigações exigidas em lei, de maneira rápida, organizada e eficaz, e ter acesso rápido e fácil às informações.

3 METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de revisão narrativa, com busca livre de artigos relevantes publicados em língua inglesa, portuguesa ou espanhola, de 2016 a setembro de 2023 que abordassem os temas proteção radiológica; informática e saúde; *software* e saúde; usabilidade e *software*; gestão e saúde; engenharia de *software*.

As bibliotecas digitais usadas para a busca foram: PubMed®, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Google Acadêmico e Science Direct. Após a leitura dos resumos, foram selecionados os artigos ligados ao foco do estudo. A busca se ampliou ao colher informações em dicionários, capítulos de livros, *sítes* e teses que abordassem tecnologia em saúde para embasar os conceitos clássicos e definições envolvidas no estudo.

3.1 Tipo de estudo

Trata-se de estudo de abordagem qualitativa, do tipo metodológico, com delineamento quase-experimental, anterior e posterior. Os estudos metodológicos reforçam o rigor científico, investigando os próprios métodos de coleta e organização de dados, com vistas a desenvolver e avaliar as ferramentas e os métodos de estudo com novas abordagens, que não podem ser resolvidos com métodos já existentes (VERGARA, 2006; SANTOS; PEREIRA; SILVEIRA, 2017).

Em um experimento, investigam-se a causa e o efeito e estuda-se a relação entre eles e os fatores de confundimento. Ao se realizar um experimento, são delineadas as variáveis, e a escolha da amostra é aleatória. Em um quase-experimento, ocorre a seleção da amostra. Ela não é aleatória e não há um controle completo sobre o estudo. A causa é manipulável, e o pesquisador enumera as explicações alternativas (CAMPBELL, F. D.; STANLEY J. C, 1963).

Estudos do tipo quase-experimental são semelhantes ao experimental, no entanto, em um quase-experimento, não há o controle das variáveis, geralmente o grupo antes da intervenção e após a intervenção é constituído pelos mesmos indivíduos, e os pesquisadores frequentemente optam por não randomizar a intervenção (HARRIS *et al.*, 2006).

Estudos do tipo anterior e posterior envolvem a avaliação antes e depois de

determinada intervenção, sendo útil para verificação de diferenças no desfecho após exposição à intervenção, sem usar randomização (POLIT; BECK; HUNGLER, 2004).

Este desenho de estudo seguiu o desenvolvimento de produção tecnológica de atualização da primeira versão do *software* SisPRad, que resultou em sua segunda versão.

3.2 Local de estudo

O presente estudo foi realizado no Serviço de Radiologia de um hospital universitário no Sul do país, escolhido por ter um Serviço de Radiodiagnóstico por Imagem e possuir um setor de proteção radiológica atuante, além de a primeira versão do *SisPRad* estar implantada no servidor da instituição.

3.3 Participantes do estudo

A definição dos participantes deve ser cuidadosa, para que se possam obter da estratégia escolhida informações e dados que mostrem profundamente as probabilidades que rodeiam o foco do estudo. O fato de escolhê-la de maneira intencional é mais frequentemente utilizado em estudo de abordagem qualitativa, em contrapartida, as amostras probabilísticas são mais apropriadas para estudos quantitativos (PALINKAS, 2015).

Para integrar o presente estudo, os participantes foram escolhidos por conveniência, pois a primeira versão do *software* já tinha sido implantada na instituição, como objeto de estudo de Tese de Doutorado. À época da implantação da versão inicial do SisPrad foram listados para utilizar o *software* e participar de sua avaliação os membros da Comissão de Proteção Radiológica (CPR) do hospital (HUHN, 2020).

A autorização formal foi solicitada à empresa gestora do hospital, bem como às chefias dos setores, além da aprovação dos Comitês de Ética e Estudo em Seres Humanos (CEPSH) da instituição responsável pelo hospital.

A seleção dos participantes deste estudo foi escolhida por conveniência entre os membros da CPR do hospital em que a primeira versão já fora implantada e pelo fato de esses membros serem os usuários envolvidos diretamente com a utilização do *software* e, como consequência, teriam mais informações, críticas e sugestões a

primeira versão, podendo contribuir de maneira relevante para o desenvolvimento da segunda versão.

A CPR é constituída de profissionais atuantes nas seguintes áreas: medicina, enfermagem, engenharia de segurança do trabalho, engenharia biomédica, tecnólogo em radiologia, física, odontologia e administração. Os membros que a constituem foram nomeados por meio de portaria.

Foram definidos como possíveis candidatos a participantes todos os membros da CPR do Serviço de Radiologia do referido hospital, na época da seleção composta de 20 membros, sendo dez titulares e dez suplentes, que foram nomeados pelo período de 24 meses.

Os responsáveis legais pelo Serviço de Radiologia e pela proteção radiológica, por meio de reunião ordinária da CPR, informaram aos seus membros sobre a existência do estudo. Com a autorização dos responsáveis, foram enviados *e-mails* a todos os membros da CPR explicando o estudo. Foram enviados aos possíveis participantes a cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o respectivo projeto de estudo, para que fossem apreciados (Apêndices A e B).

Posteriormente, foi enviado, por meio digital, o convite para a participação no estudo. Aos candidatos que mostraram interesse em participar foram enviados novamente o resumo do projeto do estudo e o TCLE aprovado pelo CEPESH responsável pelo hospital, para que realizassem a leitura preliminar.

O critério de inclusão definido para o estudo foi o participante ser membro da CPR e possuir acesso ao servidor intranet específico do hospital, onde estava instalada a primeira versão do *software*. Foram excluídos do estudo nove participantes por motivos diversos, como estar em licença para tratamento de saúde, não ter interesse em participar do estudo, não ter acesso à intranet da instituição e ter desistido de participar do estudo após assinatura do TCLE.

Após o aceite e a assinatura do TCLE, houve a preparação para as etapas do estudo. Um dos participantes posteriormente desistiu de participar da segunda etapa do estudo, tendo os dados coletados excluídos.

3.4 Coleta de dados

O presente estudo foi realizado em duas etapas. A primeira etapa, de caráter exploratório, utilizou como instrumento para coleta de dados uma entrevista

semiestruturada. Os participantes foram convidados a utilizar a primeira versão do *software* por 5 a 10 dias, e, quando se sentiam aptos a realizar a entrevista, contatavam a pesquisadora para agendar a entrevista. Todas as entrevistas foram gravadas com a concordância por escrito dos participantes. Essa etapa estendeu-se de julho a novembro de 2022.

A entrevista do tipo semiestruturada permite a fala espontânea dos entrevistados, mas possui a flexibilidade de poderem ser elaboradas perguntas abertas ou fechadas (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Durante a entrevista, os participantes falavam livremente sobre suas percepções acerca da primeira versão do *software* e, em seguida, eram realizadas pela pesquisadora perguntas baseadas no questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM, sigla a partir do inglês *Technology Acceptance Model*) (DAVIS, 1985), presentes no Anexo A.

A segunda etapa compreendeu o desenvolvimento da segunda versão do *software* e aplicação de um formulário que continha afirmações da *System Usability Scale* (SUS) e afirmações baseadas no questionário TAM, utilizadas para, respectivamente, avaliar a usabilidade e a aceitação do *software* (Anexo B). Essa etapa estendeu-se de dezembro de 2022 a julho de 2023.

Nessa mesma etapa do estudo, os participantes foram convidados a utilizar a segunda versão do *software* pelo período de 7 dias e, quando se sentiram aptos, respondiam a um formulário enviado por meio da plataforma *Google Forms*.

Na primeira e na segunda etapa do estudo, utilizaram-se perguntas baseadas no questionário TAM (DAVIS 1985; 1989), pois a aceitação de um *software* está intimamente ligada à qualidade e à usabilidade dele e implica na intenção de uso de uma tecnologia. A *System Usability Scale* foi utilizada somente na segunda etapa, por já ter sido aplicada na primeira versão em estudo publicado anteriormente (HUHN *et al.*, 2021).

Os dados quantitativos obtidos no presente estudo por conta de seu desenho e do número limitado de participantes não podem, pela natureza da abordagem qualitativa, ser submetidos à análise estatística quantitativa (BELFIORE, 2015; BARBETTA, 2019).

Durante o período em que foi realizada a coleta de dados na instituição onde foi necessária a presença física nos setores do serviço de radiologia, a pesquisadora utilizou medidor de dose, do tipo dosímetro com tecnologia OSLD. O detector foi

custeado pela pesquisadora e foi utilizado com a finalidade de seguir os preceitos da proteção radiológica e a solicitação do responsável legal da radioproteção do local onde o estudo foi realizado.

A seguir, descreve-se, com detalhes, como ocorreu a coleta de dados em cada etapa.

3.4.1 Etapa 1

A coleta de dados dessa etapa foi efetuada por meio de entrevista semiestruturada e possibilitou que o participante ficasse livre para dar suas sugestões, tecer críticas e identificar problemas referentes a sua experiência em utilizar o *software* na sua versão-piloto (Anexo A). Todas as entrevistas foram gravadas em sua íntegra.

O procedimento de entrevista foi escolhido por ser ideal para se obterem os conhecimentos adequados necessários ao objeto do estudo, já que a escolha do procedimento em um estudo está ligada diretamente ao modo de coleta e de análise, interferindo em seu planejamento, para que se alcance o que foi proposto. Ao se utilizar a entrevista, deve-se tomar cuidado para que o pesquisador não insira suas ideias, evitando que opiniões preconcebidas sejam usadas, deixando que as informações surjam para serem fontes de inferências e teorias (GROSSOEHME, 2014).

Esse instrumento de coleta de dados deve ser conduzido por questionamentos abertos, para se obterem verbalizações mais longas e minuciosas, que devem ser gravadas (ZANELLI, 2002).

A entrevista junto a um roteiro bem elaborado aumenta as chances de que as intervenções a serem realizadas obtenham um melhor resultado. O fato de se utilizar um roteiro não indica que o pesquisador manipulará as informações ou não permitirá que o entrevistado exponha todo seu pensamento acerca das questões, mas, ao contrário, procura trazer à tona questões-chave para compreender melhor o objeto do estudo (MANZINI, 2004).

Tanto as gravações, como as transcrições que resultaram das entrevistas realizadas com os participantes foram mantidas em sigilo pela pesquisadora e seguirão guardadas por 5 anos, o que foi informado desde o início aos participantes, assegurando que estariam livres para colocar suas ideias e falar sobre as necessidades percebidas quando fizeram uso da primeira versão do SisPRad.

Após as falas espontâneas, foram realizadas perguntas fechadas (respostas do tipo sim, não ou não sabia responder), relacionadas à percepção do participante sobre a utilidade e a facilidade da primeira versão do SisPRad (Anexo A). Essas perguntas foram baseadas no questionário TAM, desenvolvido para avaliar a aceitação dentro das crenças e dos hábitos dos indivíduos que eram convidados a testar determinada tecnologia (DAVIS, 1985).

O TAM é um questionário amplamente validado e utilizado para avaliar a percepção da utilidade e a facilidade de produtos ou sistemas em tecnologia, tendo muitas publicações a respeito dele em todo mundo, por diversos autores, até os dias atuais (TAO *et al.*, 2020; WALCZAK; KLUDACZ; HAWRYSZ, 2022).

3.4.2 Etapa 2

A coleta de dados da etapa 2 é classificada como quase-experimento, pois compreendeu o desenvolvimento da segunda versão do *software* SisPRad e, nessa etapa, foi realizada a aplicação do teste de usabilidade, por meio da *System Usability Scale*, e a avaliação da aceitação, pelo questionário TAM (Anexo B).

Os questionários serviram para melhor compreensão da experiência com o uso da nova versão do *software* e para mensurar a usabilidade do produto. Os participantes responderam os questionários sozinhos, sem interferência da pesquisadora, para evitar viés na pesquisa.

O desenvolvimento da segunda versão do *software* foi realizado utilizando-se a metodologia ágil Scrum, sendo o projeto levado em intervalos quinzenais para avaliações informais entre os envolvidos e as partes interessadas. As informações provenientes dos usuários e da pesquisadora eram coletadas por anotações e repassadas ao desenvolvedor.

Após os últimos ajustes, os participantes do estudo foram convidados a utilizar a segunda versão pelo período 5 a 10 dias. Quando se sentiram aptos, foi lhes enviado, por meio eletrônico, por meio da plataforma *Google Forms*, a *System Usability Scale*, para teste da usabilidade, e as perguntas baseadas no questionário TAM, para avaliar a aceitação do produto.

A *System Usability Scale* possui perguntas fechadas e tem sido utilizada para avaliar a usabilidade por vários autores (HEDLER *et al.*, 2016; ZANELLI, 2002). É composta de dez questões, com cinco opções de respostas dispostas na escala Likert,

as quais são discordo plenamente, discordo, neutro, concordo e concordo plenamente, conforme disposto no Quadro 2.

Quadro 2 – Nível de concordância e ponto atribuído ao tipo de resposta de acordo com a escala Likert.

Grau de concordância	Ponto
Concordo plenamente	1
Concordo	2
Neutro	3
Discordo	4
Discordo plenamente	5

Fonte: elaborado pela autora, 2023.

A utilização da escala Likert proporciona, por meio de um método simples, uma escala psicossocial validada e confiável, fornecendo um melhor reflexo da realidade (LIKERT *et al.*, 1934). A mesma escala foi também utilizada para que os participantes assinalassem suas respostas diante das afirmações sobre a avaliação da aceitação baseadas no questionário TAM.

O questionário serviu como instrumento de coleta para melhor compreensão da experiência do participante com o uso da nova versão, a fim de mensurar a usabilidade e avaliar a aceitação do produto, sem a interferência da pesquisadora.

Durante as etapas do estudo, ocorreram a aproximação, o apoio e a busca de informações do setor da saúde do trabalhador da VISA da Secretaria Estadual de Saúde (SES) de Santa Catarina, pela necessidade da autorização para a interligação da segunda versão do *SisPRad* ao SIERBP.

A interligação evitaria o retrabalho no preenchimento de dados referente à dosimetria dos trabalhadores, propiciando o envio automáticos dos dados do *SisPRad* ao SIERBP, como citado no estudo da primeira versão do *SisPRad* (HUHN, 2020).

3.5 Análise dos dados

3.5.1 Etapa 1

Foi realizada a análise de conteúdo da Bardin das transcrições das falas dos participantes, com o auxílio do *software* MAXQDA. Inicialmente, foi feita uma primeira leitura flutuante, seguida de uma leitura cuidadosa, procurando identificar as unidades de registros e as unidades de contexto. A unidade de contexto engloba a unidade de registro, dando a ela a compreensão e a significação adequada – pode ser uma frase, um parágrafo (BARDIN, 2011).

O uso indutivo da categorização tornou-se necessário, já que a estudo não foi planejado para sofrer avaliação heurística, pois seus participantes não possuíam *expertise* e nem formação na área tecnológica.

Ao se utilizar a maneira indutiva, para análise das falas dos participantes, os pontos de interesse ligados ao objetivo do estudo não são agrupados em categorias predefinidas pela literatura, mas são definidos pelo pesquisador, por serem pertinentes à população entrevistada (BARDIN, 2011).

Para o processo de análise das entrevistas, extraíram-se as unidades de registros que foram codificadas e, posteriormente, agrupadas em categorias ligadas a determinado tema, mesmo que fosse citada uma única vez.

Os códigos do estudo foram agrupados de maneira indutiva, em categorias relacionadas à interface do *software* com o usuário. As categorias criadas se referem aos tópicos como *layout* da tela, abas de acesso, tela do *login*, ícones do menu da tela inicial, presença de siglas, e também são referentes a observações sobre as funcionalidades do sistema, como solicitação de mudança ou criação de requisitos, percepção de erros e necessidade de interligação a outros sistemas.

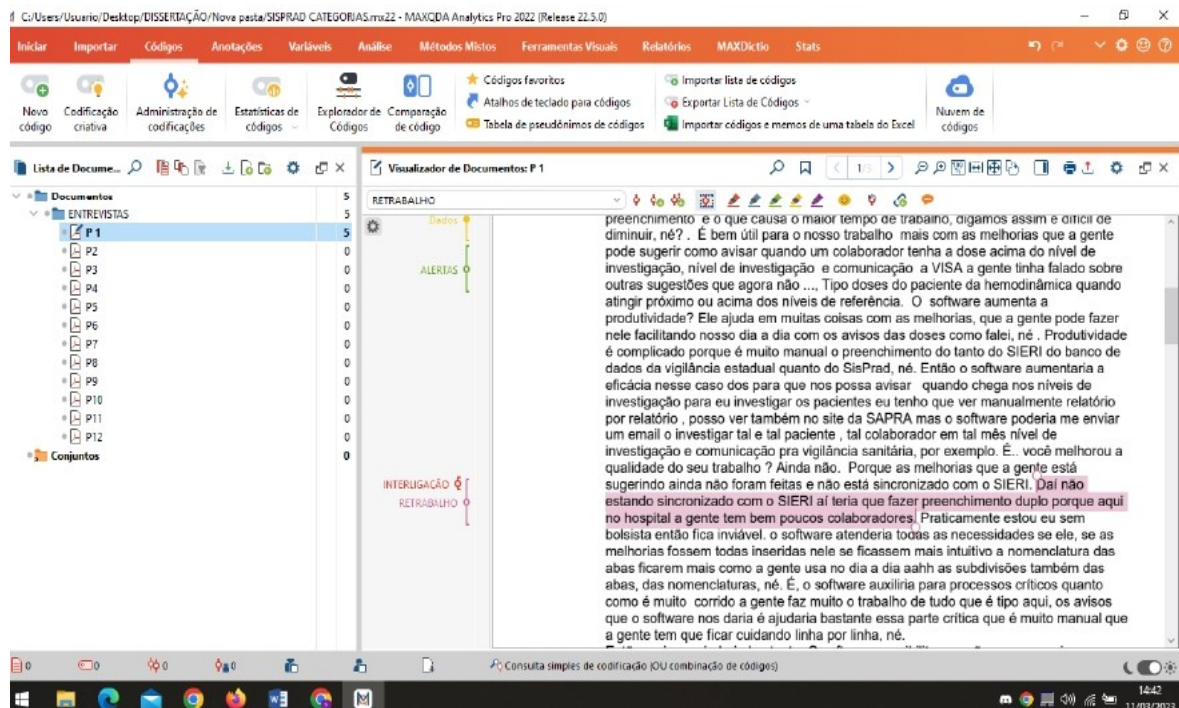
Utilizou-se o *software* MAXQDA para realizar as codificações, grupo de codificações e categorizações. Esse *software* facilita as notações de maneira metódica, permitindo o acesso às citações selecionadas e favorecendo, de forma sistemática, a organização e a interpretação dos textos transcritos e a possibilidade de exportação dos dados para o formato de tabelas (MAXQDA, 2020).

Tanto o *software* MAXQDA quanto outros *softwares* utilizados para análise de conteúdo em pesquisa qualitativa não dispensam a análise do pesquisador. Assim, o *software* não realiza a análise automática dos textos. Esses *softwares* são ferramentas

para auxiliar a selecionar os códigos e categorias, após o pesquisador realizar a leitura atenta dos textos (SILVA JÚNIOR; LEÃO, 2018).

Na Figura 3, encontra-se o *print* de tela do MAXQDA, mostrando algumas notações realizadas e criação de unidades de registro ou códigos, relacionados a unidades de contexto, que foram utilizadas pela pesquisadora para a análise de conteúdo das entrevistas.

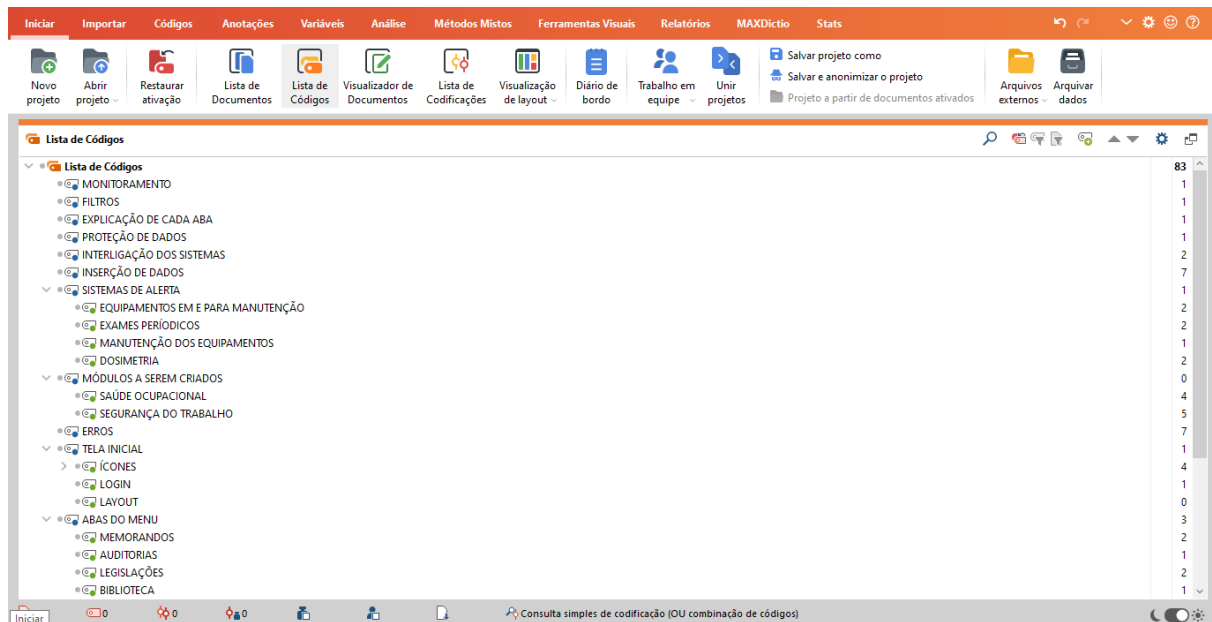
Figura 3 – Tela do *software* MAXQDA, com unidades de registro (código) e de contexto (citação).



Fonte: MAXQDA (2020).

O *software* MAXQDA possibilita ao pesquisador visualizar a lista dos códigos e agrupamento de códigos criados. Na Figura 4, têm-se os códigos e grupo de códigos utilizados no presente estudo.

Figura 4 – Lista de códigos e agrupamento de códigos com o *software* MAXQDA.



Fonte: MAXQDA (2020).

A análise de conteúdo realizada com o uso de *software* MAXQDA torna essa análise mais metódica e sistemática, trazendo para a pesquisa qualitativa rigor científico e transparência em suas etapas e contribuindo, assim, para melhorar a validade e a confiabilidade dos estudos qualitativos. Isso torna possível que pesquisas qualitativas sejam repetidas, e que os diferentes investigadores cheguem a resultados similares (GROSSOEHME, 2014).

Após a organização dos dados obtidos, das falas espontâneas dos participantes, o pesquisador pode construir um retrato da realidade com críticas e sugestões à primeira versão do *software*. As categorias criadas a partir dessas falas puderam guiar as alterações que deveriam ser realizadas no projeto de desenvolvimento da segunda versão.

Dos dados colhidos das respostas dos participantes ao roteiro de perguntas presente na entrevista sobre a aceitação da primeira versão do *software*, obtiveram-se tabelas e gráficos, que apresentam frequência absoluta, relativa e acumulada das respostas sobre a percepção da utilidade e da facilidade do uso da segunda versão.

Foi utilizado o Diagrama de Pareto para se estudarem quais seriam as respostas mais frequentes sobre a percepção negativa da facilidade ou utilidade do *software*, já que esse gráfico permite identificar as causas principais para determinados efeitos.

O Diagrama de Pareto foi idealizado por um economista italiano, que verificou que 80% dos efeitos são decorrentes de apenas 20% das causas. A utilização desse princípio permite ser aplicado em várias situações, inclusive do ponto de vista gerencial em empresas, como também em engenharia de *software* e estudos na área da saúde (WHEELER *et al.*, 2019; KIREMIRE, 2011).

Para a construção do Diagrama de Pareto, fez-se o recomendado, que era colocar em rol em frequência decrescente as respostas que continham impressões negativas sobre a utilidade e a aceitação da primeira versão do *software*. Assim é possível estudar a distribuição de frequência individual dos problemas e calcular sua frequência acumulada (BARBETTA, 2019).

O diagrama de Pareto é mais utilizado em estudo estatístico descritivo como ferramenta de qualidade (BELFIORE, 2015). Porém é possível utilizá-lo como ferramenta gráfica e um método de estudo, pois, além de melhorar a representação visual, pode estimular os envolvidos na melhoria da qualidade de seus processos de trabalho ou projetos (PICARILLO, 2018).

Ainda para a análise dos dados da etapa 1, utilizou-se a matriz conhecida pela sigla SWOT. Essa sigla representa as letras iniciais das palavras inglesas *Strengths*, *Weaknesses*, *Opportunities*, and *Threats*, e a sua utilização permite realizar diagnósticos e orientar o planejamento estratégico dentro das instituições. Essa análise também permite avaliar a implantação de tecnologia em organizações de saúde, pois leva em conta aspectos administrativos, econômicos, técnicos e financeiros envolvidos (SHAHMORADI *et al.*, 2017).

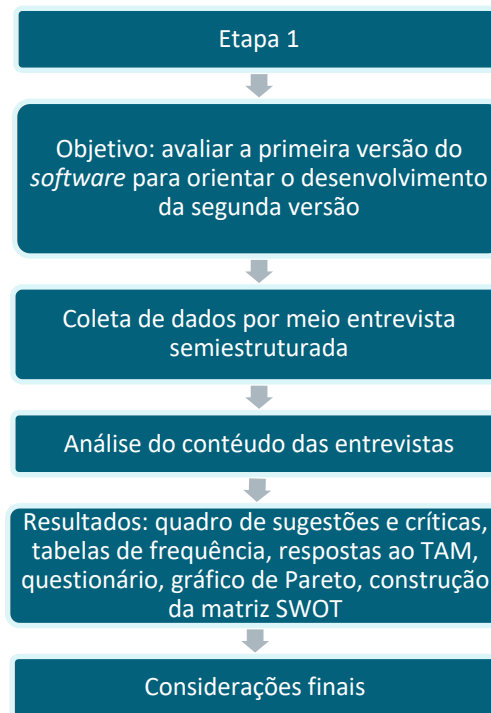
A matriz SWOT trata-se de uma ferramenta qualitativa e serve para a análise diagnóstica e o auxílio nos processos gerenciais. Propicia a identificação dos riscos de um processo e auxilia para construção de mecanismos de controle desses riscos, além de expor uma base para a tomada de decisões. Ela veio sofrendo contribuições ao longo dos anos sendo possível realizar, além da análise clássica, a dinâmica, que permite verificar a relação de interdependências entre as forças e as fraquezas, bem como as oportunidades e as ameaças (WIĘCKOWSKA; RAULINAJTYS-GRZYBEK; BYSZEK, 2022).

A utilização da matriz permite avaliar qualquer cenário, desde um produto a ser produzido até um setor ou empresa a ser analisado. Trata-se de uma análise qualitativa inicial que, de maneira simples, resume lacunas existentes, pontos fracos e fortes de um produto ou instituição em que ela está sendo aplicada. Pode ser

amplamente utilizada para avaliar a opinião de praticantes sobre jogos de realidade virtual até um setor de determinada organização. Porém, ela possui limitações, por ser uma análise subjetiva (KITTEL *et al.*, 2020).

Na Figura 5, tem-se uma imagem ilustrativa, de forma simplificada, das fases realizadas dentro da etapa 1 do estudo.

Figura 5 – Fluxograma vertical contendo as fases da etapa 1 do estudo.



Fonte: elaborada pela autora, 2023.

Nota – TAM: *Technology Acceptance Model*; SWOT: *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*.

3.3.2 Etapa 2

3.3.2.1 Fase do desenvolvimento da segunda versão do SisPRad

Análise das informações colhidas na primeira etapa do estudo serviu para que, por meio de práticas de desenvolvimento ágil e da metodologia *Scrum* (SCRUM.ORG, 2023), o projeto com modelo incremental prosseguisse com seu seguimento.

A técnica ágil contribui aos modelos de desenvolvimento do *software*, para tornar suas fases mais rápidas, além de estreitar a relação entre todos os envolvidos, proporcionando ao usuário final ou cliente maior satisfação com o produto que lhe foi

entregue (BEEDLE, 2001). A metodologia *Scrum* é definida na literatura por vários autores como uma técnica ágil e incremental utilizada em processos de trabalho. Essa técnica é focada em pessoas, sendo útil nos processos de desenvolvimento de *software*, pois permite a mudança frequente nos requisitos (SUTHERLAND, 2014).

A análise do desenvolvimento da segunda versão do *software* foi descritiva, visando relatar como foi realizada e quais as especificações do produto que foi desenvolvido.

Com o levantamento dos requisitos, muitos dos quais oriundos dos dados colhidos na etapa 1 do estudo, o desenvolvedor realizou a análise e a eliciação dos requisitos. Esses requisitos sofreram análise recorrente durante todo o processo de desenvolvimento e podiam ser alterados ou propiciar a criação de novos requisitos.

Durante o desenvolvimento da segunda versão, as necessidades apontadas pelos usuários em relação a *layout*, arquitetura, *designer* e interligação tentaram ser resolvidas. O projeto foi dividido em *sprints* de 2 semanas, com reuniões diárias para acompanhamento do progresso do projeto pelos desenvolvedores. Assim, podem-se analisar as mudanças a serem implantadas e os avanços que estavam sendo obtidos ao longo do desenvolvimento.

A fase da produção da segunda versão compreendeu a utilização de códigos guiados pelos requisitos e do *design* escolhido; a definição das linguagens de programação e do *framework* e as ferramentas que seriam utilizadas para seu desenvolvimento. *Framework* pode ser definido como um conjunto de diretrizes, práticas e biblioteca de códigos, que pode ser reutilizado para os processos de desenvolvimento de aplicativos e *softwares*. O *framework* utilizado neste estudo foi o Laravel.

3.3.2.2 Análise dos dados do teste de usabilidade e aceitação do *software*.

Por meio dos dados obtidos do formulário enviado aos participantes, realizou-se a análise descritiva qualitativa das respostas à *System Usability Scale* e ao questionário TAM, sendo a primeira para avaliação da usabilidade e o segundo para avaliação da aceitação, composto de perguntas sobre percepção da utilidade e facilidade do uso do *software* (Anexo B).

O cálculo individual do escore da *System Usability Scale* de cada participante foi realizado conforme indicado na literatura (BROOKE, 1996). Para cada nota dada

de 1 a 5 para as perguntas pares, subtraiu-se 1 do valor obtido. Para cada nota dada às perguntas ímpares, diminuiu-se o valor de 5 da nota. Somaram-se, então, os valores encontrados de ambas e multiplicou-se por 2,5. Para cada participante, calculou-se um escore correspondente à sua avaliação. Somaram-se os escores de todos os participantes, obtendo-se o escore de usabilidade do *software*.

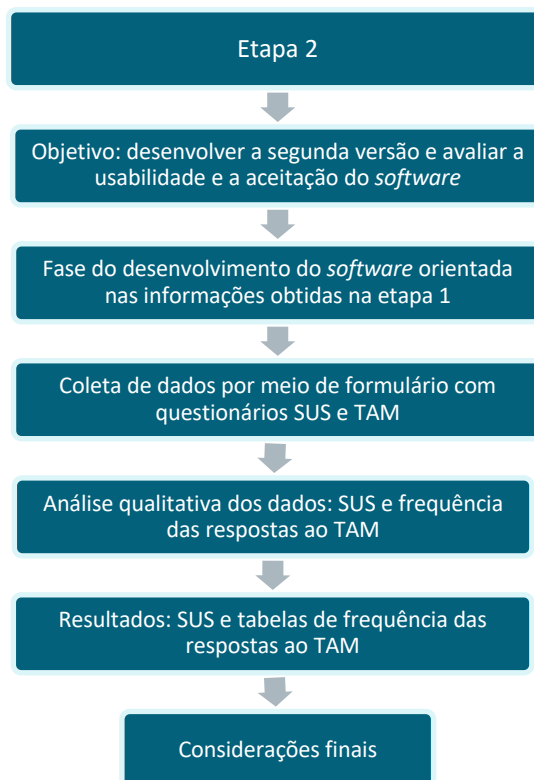
Com o resultado total do escore calculado, a usabilidade do *software* pode ser classificada como: $\leq 20,5$ (pior imaginável); 21 a 38,5 (pobre); 39 a 52,5 (mediano); 53 a 73,5 (bom); 74 a 85,5 (excelente); e 86 a 100 (melhor imaginável) (BANGOR; KORTUM; MILLER, 2009).

Foi realizada a análise qualitativa do escore obtido em relação a sexo, idade, escolaridade e última titulação. O número pequeno de participantes limita o uso de ferramentas quantitativas para análise estatística do escore (BELFIORE, 2015).

Quanto às respostas às 20 perguntas do questionário TAM sobre a percepção da utilidade e à facilidade do uso do *software* (Anexo B), foi realizada a análise qualitativa descritiva da frequência simples e individual das respostas obtidas.

A preocupação do estudo foi identificar se ainda restavam lacunas na segunda versão, diante das expectativas as sugestões e fragilidades apontadas na primeira etapa, que avaliou a primeira versão, no ambiente em que o usuário utilizaria o *software*, na Figura 6 tem-se a representação resumida das fases realizadas na segunda etapa do estudo.

Figura 6 – Fluxograma vertical, com representação das fases realizadas no estudo durante a Etapa 2.



Fonte: elaborada pela autora, 2023.

Nota – SUS: *System Usability Scale*; TAM: *Technology Acceptance Model*.

3.6 Aspectos éticos

Junto a gestão do hospital, por meio de sua rede de estudo, e ao comitê de ética da instituição responsável pelo hospital, foi solicitada a autorização para executar a pesquisa.

Todos os participantes que voluntariamente deram seu aceite para participar do estudo assinaram o TCLE. Os TCLE, encontram-se dispostos nos Apêndices A e B) e foram aprovados pelo CEPESH da instituição proponente, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), sob número 5.370.305 e da coparticipante, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob parecer número 5.510.209.

Por meio do Processo/SES nº 37474/2023 da Secretaria Estadual de Saúde, foi obtida a autorização formal para o envio automático dos dados da SisPRad ao SIERBP no tocante ao que a legislação vigente solicita para evitar o retrabalho do preenchimento de dados em ambos os sistemas.

Foram seguidas rigorosamente, em todas as etapas do estudo, as resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) (BRASIL, 2012; 2016). Para garantir o sigilo e o anonimato dos participantes, eles foram identificados como P1, P2 e assim por diante.

4 RESULTADOS

Os resultados e a discussão das etapas 1 e 2 encontram-se dispostos na forma de dois manuscritos:

- Manuscrito 1: “Desafios e aceitação do *software* para gestão da proteção radiológica – SisPRad no setor público”.
- Manuscrito 2: “Atualização do *software* para gestão da proteção radiológica SisPRad”.

4.1 Manuscrito 1: Desafios e aceitação do *software* para gestão da proteção radiológica – SisPRad no setor público

RESUMO

Introdução: o SisPrad, *software* para gestão radiológica, foi desenvolvido em 2020 e implantado no Serviço de Radiologia em um hospital público do Sul do país. Porém, o *software* não havia sido incorporado à rotina diária do serviço público para o qual foi desenvolvido. O objetivo geral do estudo foi identificar as fragilidades do *software* e analisar os fatores que contribuíram para que ele não estivesse sendo efetivamente utilizado. Os objetivos específicos foram avaliar a aceitação do *software*, utilizando-se perguntas baseadas no questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia e analisar o *software* por meio da matriz de diagnóstico SWOT, dentro do ambiente interno e externo em que se encontrava.

Metodologia: Trata-se de estudo qualitativo, com levantamento dos dados por meio de entrevista semiestruturada. As entrevistas foram gravadas e transcritas na íntegra. A análise de conteúdo das falas espontâneas foi realizada com o auxílio do *software* MAXQDA. As respostas às perguntas fechadas, baseadas no Modelo de Aceitação de Tecnologia, estão descritas conforme sua distribuição de frequência individual e acumulada. A análise das falas espontâneas e da distribuição das frequências individuais e acumuladas às respostas às perguntas baseadas no questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia serviu para a construção da matriz de análise diagnóstica SWOT, utilizada para identificar as principais vantagens e desvantagens do *software*.

dentro do ambiente em que foi implantado.

Resultados e discussão: A média de idade dos 11 participantes foi de 44 anos, 54% eram do sexo feminino e possuíam, em média, 18 anos de experiência em sua área de atuação. Ao se transcreverem as falas dos participantes, verificaram-se problemas relacionados a temas como *layout* do *software*, falta de interligação a outros sistemas e necessidade de alterar ou criar novos requisitos. A maioria dos participantes achou o *software* fácil e útil. Por meio do Diagrama de Pareto, verificou-se que não encontrar tudo de que necessitava no *software* e achar o *software* confuso foram algumas das respostas frequentes. Já ao utilizar a matriz diagnóstica SWOT, podem-se citar como forças do *software* ser considerado fácil, útil, intuitivo e, como vantagem, centralizar as informações do setor. Como fraquezas, foram listadas a existência de erros, a falta de interligação ao o Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial, a ausência de interligação a outros sistemas da instituição e a ausência de manutenção. As ameaças identificadas foram: falhas na alimentação de dados, ausência de suporte técnico e preocupação quanto à segurança e ao sigilo dos dados. As oportunidades seriam interligação a outros sistemas, criação de alertas e alarmes, compartilhamento de informações e atualização do *software*.

Considerações finais: o número de participantes pode ser considerado pequeno para alguns autores, apesar de publicações trazerem cinco participantes como suficiente para testar um *software*, pois têm-se usuários de diferentes áreas de atuação. Os problemas apontados mostram a necessidade de atualização e da interligação do *software* com outros sistemas, para tentar mitigar as falhas do *software* e impulsionar o uso rotineiro na instituição. O estudo confirmou a necessidade de atualização do SisPRad.

Palavras-chave: Proteção radiológica. Informática e saúde. *Software* e saúde. Engenharia de *software*. Gestão e saúde.

ABSTRACT

Introduction: SisPrad, a software for radiological management, was developed in 2019 and implemented in the Radiology Service in a public hospital in the south of the country. As the software was not incorporated into the daily routine of the public service

for which it was implemented, it was necessary to understand the factors that contributed to this fact. The general objective of the study was to identify the problems and weaknesses that prevented the effective use of the software. The specific objectives were to evaluate the acceptance of the software, using questions based on the Technology Acceptance Model questionnaire; Analyze, through the SWOT diagnostic matrix, the software within the internal and external environment in which it found itself, to understand it more broadly.

Methodology: This is qualitative research, with data collection through semi-structured interviews. The interviews were recorded and transcribed in full. The content analysis of the spontaneous speeches was performed using the MAXQDA software. The answers to the closed questions, based on the Technology Acceptance Model questionnaire, are described according to their individual and accumulated frequency distribution, the latter using the Pareto Diagram, and the SWOT matrix served to identify the main advantages and disadvantages of the software within the environment in which it was deployed.

Results and discussion: The 11 respondents were on average 44 years old, 54% were female and had an average of 18 years of experience in their field. With the transcription of the participants' speeches, problems were verified in relation to the software's layout, lack of interconnection to other systems and the need to change or create new requirements. Most participants found the software easy and useful. Through the Pareto Diagram, it was verified that not finding everything needed and finding the software confusing were frequent responses. When using the SWOT diagnostic matrix, the software's strengths include being considered easy, useful, intuitive and, as an advantage, centralizing sector information. As weaknesses, the existence of errors, the lack of interconnection with the *Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial*, the lack of interconnection with other systems of the institution and the lack of maintenance were listed. The threats identified were: data feed failures, lack of technical support and concerns about data security and confidentiality. Opportunities would be interconnection with other systems, creating alerts and alarms, sharing information and updating software.

Final considerations: The number of participants may be considered small for some authors, although some publications state five as enough to test a software, as it presents users from different areas of activity. The problems pointed out show the need to update and interconnect the software with other systems, to try to mitigate software

failures and boost routine use in the institution. The study confirmed the need to update the SisPrad software.

Keywords: Radiation protection. Health and informatics. Software and health. Software engineering. Management and health.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de informática, o uso de *softwares* e inteligência artificial conseguem integrar vários dados, que, vistos em conjunto, podem melhorar o desempenho e a produtividade e propiciar economia de custos, podendo ser determinante para uma instituição ter resultados melhores com o uso dessas tecnologias (SALIMON; MACEDO, 2017).

A proteção radiológica vai muito além do simples controle dosimétrico, devendo prevenir os efeitos de danos não estocásticos, limitar os efeitos estocásticos e, adicionalmente, regram que a utilização da radiação seja justificada. Seus princípios fundamentais são a justificação, a otimização e a limitação das doses (ICRP, 1977).

Desenvolver um *software* para gestão do programa de proteção radiológica, com o intuito de incentivar comportamentos saudáveis e melhorar o acesso ao conhecimento dos trabalhadores sobre cuidados com a saúde, foi o que incentivou a criação do SisPRad. Esse software foi oferecido gratuitamente, como resultado de um estudo, e implantado no serviço de radiodiagnóstico em uma instituição pública no Sul do país, em 2019 (HUHN *et al.*, 2021).

O *software* tem como finalidade fornecer uma visão integrada de dados, melhorando o monitoramento dos indicadores-chave de desempenho e de produtividade dos serviços e de seus trabalhadores. Permite, ainda, que os envolvidos na proteção radiológica possam acessar os dados de dosimetria, controle de equipamentos, controle de qualidade, treinamentos, legislação, documentos, capacitação e registros importantes que dizem respeito aos trabalhadores e pacientes que circulam no Serviço de Radiologia.

Foi necessário compreender quais fatores e desafios contribuíam para que o *software* não estivesse efetivamente sendo utilizado na instituição em que fora implantado.

O objetivo geral do estudo foi identificar, junto aos participantes, as fragilidades do *software*. Os objetivos específicos foram: listar sugestões para a nova versão; avaliar a aceitação do *software* SiPRad 1.0; analisar as forças, fraquezas, ameaças e oportunidades da primeira versão do *software* dentro do ambiente interno e externo em que ele estava implantado por meio da matriz de diagnóstico SWOT.

Colher estas informações dos seus usuários finais era crucial para auxiliar no levantamento dos requisitos, com o fim de guiar o desenvolvimento da segunda versão do SisPRad.

METODOLOGIA

Trata-se de estudo de natureza qualitativa, de caráter exploratório, transversal, realizado em instituição hospitalar pública no Sul do país, que presta atendimento aos usuários do Sistema Único de Saúde.

Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética de Estudo em Seres Humanos sob número 5.370.305 do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e da coparticipante, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob parecer 5.510.209.

Foi realizada uma revisão narrativa da literatura por meio de artigos publicados a partir do ano de 2016 a setembro de 2023, em línguas inglesa, espanhola e portuguesa nas bases de dados PubMed®, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Google Acadêmico e Science Direct. Utilizaram-se as palavras-chaves: proteção radiológica; informática e saúde; *software* e saúde; engenharia de *software*; e gestão e saúde.

Como critério de inclusão no estudo, os participantes teriam que ser trabalhadores do serviço de radiologia e membros da Comissão de Proteção Radiológica (CPR) da instituição. Foram excluídos do estudo os profissionais da CPR que estavam em férias ou licença e os que desistiram de uma das etapas do estudo.

Devido à heterogeneidade da área de atuação dos participantes do estudo, a técnica de saturação não foi responsável pela limitação no número de participantes, mas pelos critérios de exclusão.

O instrumento utilizado para coleta dos dados foi entrevista semiestruturada, com roteiro de perguntas baseado no questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM, sigla a partir do inglês *Technology Acceptance Model*) (DAVIS, 1985; 1989). O registro dessas entrevistas se deu por meio de gravações. As entrevistas foram realizadas no período de julho a novembro de 2022, tendo sido transcritas na íntegra.

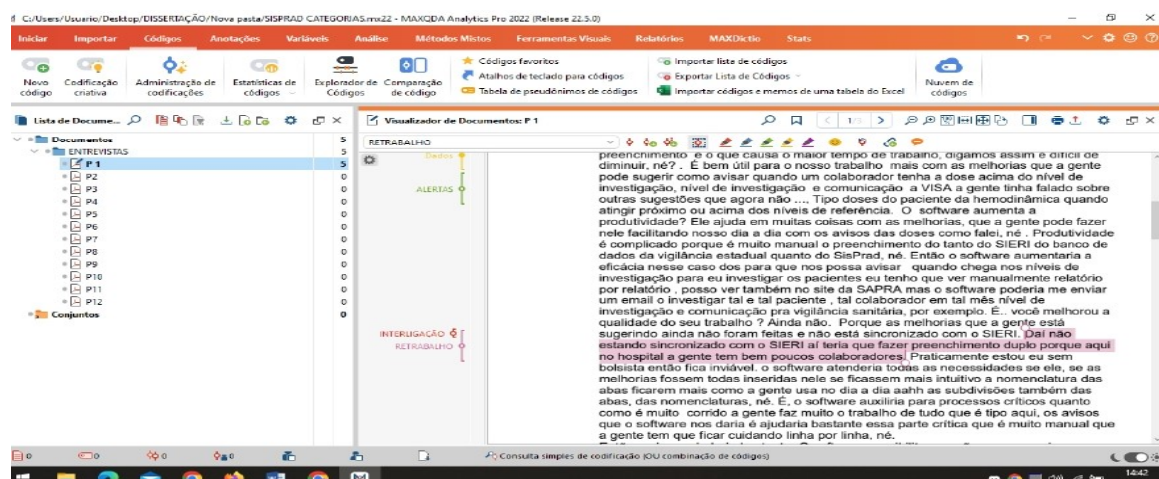
Os temas abordados nas falas dos participantes se repetiram, caracterizando saturação. Existiram temas, porém, que foram citados uma única vez, por serem inerentes à área de atuação do participante.

A análise das falas espontâneas dos participantes foi realizada pela análise de conteúdo indutiva (BARDIN, 2011). Foram colhidas as impressões gerais sobre a experiência com o uso do *software*, bem como as fragilidades apontadas e as sugestões que surgiram, tendo-se utilizado como procedimento inicial o tratamento descritivo.

A análise de conteúdo das entrevistas iniciou-se com uma leitura flutuante e atenta das transcrições, a qual buscou destacar palavras ligadas a temas, mesmo que fossem citadas uma única vez. Em seguida, realizou-se a identificação das unidades de contexto e das unidades de registro, por meio da codificação.

As unidades de registro traziam a ideia referente à apresentação visual do *software*: abas de acesso, ícones, páginas, módulos, funcionalidades, requisitos, erros, entre outros. As codificações, os grupos de codificações e a categorização foram realizadas com o auxílio do *software* MAXQDA (Figura 1). O *software* MAXQDA, assim como o Atlas.ti, são ferramentas de auxílio em estudos científicos qualitativos, mas seu uso não dispensa a análise criteriosa do pesquisador (SILVA; LEÃO, 2018).

Figura 1 – Tela da análise de conteúdo de entrevista com as citações e codificações.



Fonte: software MAXQDA.

Após a análise da fala espontânea dos entrevistados, procedeu-se à análise da frequência de respostas fechadas dos participantes às perguntas baseadas no questionário TAM. Foram construídas tabelas e gráficos, para demonstrar as frequência simples e percentual das respostas obtidas.

O Diagrama de Pareto foi utilizado para mostrar a distribuição percentual das respostas que continham uma percepção negativa dos participantes em relação à percepção da utilidade e da facilidade do uso da primeira versão do *software*. Por meio desse gráfico, procurou-se identificar quais seriam os aspectos que mais comprometeram a aceitação do *software*.

O diagrama auxilia em priorizar em que causas se deve agir para eliminar ou mitigar esses problemas, já que, dentro do princípio de Pareto, quando se atuam sobre 20% das causas, têm-se 80% de efeitos. Assim, o gráfico mostra os problemas em prioridade e onde focar os esforços (KIREMIRE, 2011).

Com a análises das falas espontânea dos participantes do estudo e de suas respostas ao roteiro das entrevistas, junto às observações colhidas pela pesquisadora durante o período em que esteve na instituição, construiu-se a matriz SWOT, acrônimo das palavras inglesas *Strengths*, *Weaknesses*, *Opportunities* e *Threats*.

A matriz SWOT é também conhecida por sua tradução para o português como matriz das Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças (FOFA). Ela tem como finalidade realizar o diagnóstico adequado das oportunidades e forças, mas também das fraquezas e das ameaças dentro de uma instituição. Permite revelar os

benefícios e os riscos da implementação de produtos em uma organização ou em um sistema de informação (HUMPHREY, 2005; LORANGE; MORTON, 1974).

A matriz SWOT foi utilizada pelo fato de autores recomendarem que a avaliação da implantação de tecnologia não se restrinja somente às avaliações de usabilidade e aceitação. Eles comentaram que questionários como o TAM constitui uma ferramenta que já atingiu seu platô, e que, nos dias atuais, é necessário realizar análises mais amplas, que incluam o ambiente no qual determinado produto foi implantado (KUMAR, 2023; SHACHAK; KUZIEMSKY; PETERSEN, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram entrevistados 11 participantes, dos quais 54,5% eram do sexo feminino. A média de idade dos participantes foi de 44 anos, e todos os participantes possuíam Ensino Superior completo. O perfil dos participantes encontra-se exposto na Tabela 1.

Tabela 1 – Perfil dos participantes, quanto a sexo, idade, grau de escolaridade, formação e área das ciências e experiência profissional em anos.

Participante	Sexo	Idade	Escolaridade	Formação	Área	Experiência
P1	M	44	Ensino Superior Completo	Especialização	Engenharia	11
P2	F	37	Ensino Superior Completo	Especialização	Ciências da Saúde	13
P3	F	52	Ensino Superior Completo	Mestrado	Ciências da Saúde	24
P4	F	47	Ensino Superior Completo	Mestrado	Ciências da Saúde	22
P5	M	46	Ensino Superior Completo	Mestrado	Ciências da Saúde	20
P6	F	37	Ensino Superior Completo	Especialização	Ciências da Saúde	12
P7	F	34	Ensino Superior Completo	Mestrado	Ciências da Saúde	12
P8	M	46	Ensino Superior Completo	Pós-Doutorado	Ciências da Saúde	23
P9	M	42	Ensino Superior Completo	Especialização	Ciências Exatas	12
P10	M	48	Ensino Superior Completo	Doutorado	Engenharia	23
P11	F	53	Ensino Superior Completo	Pós-Doutorado	Ciências da Saúde	30

Fonte: elaborada pela autora, 2023.

Nota – M: masculino; F: feminino.

A distribuição de acordo com a maior formação dos participantes foi a seguinte: quatro participantes tinham nível de formação de especialização, quatro tinham título de Mestre, um possuía título de Doutorado e dois possuíam nível de Pós-Doutorado. A média em anos de experiência profissional dos participantes era de cerca de 18 anos, variando de 11 a 30 anos.

Os participantes do estudo foram escolhidos por conveniência, o que não parece ser um limitante do estudo, pois, para avaliação de um software, é necessário selecionar usuários com perfil específico para o qual o produto foi desenvolvido (SHAHMORADI *et al.*, 2017).

O *software* MAXQDA foi utilizado para realizar a análise de conteúdo das entrevistas. De maneira indutiva, por meio das citações, dos códigos e dos grupos de códigos, chegou-se às categorias. As falas foram agrupadas de acordo com temas, como necessidade de criação ou ajustes referentes a requisitos, *layout*, erros, interligação e disponibilidade do *software*, e encontram-se dispostas no Quadro 1. As falas também foram agrupadas em duas categorias – sugestões e fragilidades – apontadas em referência à primeira versão do *software* (Quadro 2 e 3).

Quadro 1 – Categorias relacionadas às abas de acesso da tela inicial da primeira versão como do *software* MAXQDA.

Categoria/tópico	Comentários extraídos das falas dos participantes
<i>Layout</i> (Siglas nas abas)	Não se adaptou às siglas na aba no menu para seleção dos tópicos do <i>software</i>
<i>Layout</i> (Tela do menu)	Ter subdivisões e ícone mais claros e separados. Item Biblioteca ter pasta manuais e aí incluir o manual do sistema e outros como o dos equipamentos
Requisito (Preenchimento de dados)	Item preenchimento da dosimetria, colocar período de a ..., sem ter que colocar dia, data e ano separadamente. Quanto a dados pessoais, o <i>software</i> não está de acordo com a LGPD. Ter em cada página uma síntese e um sumário com instruções de preenchimento. Uma primeira linha para ajuda de como preencher essa seção, com a frase “favor clicar aqui”
Requisito (Ocorrências)	Separar eventos adversos, ter campo para quem cadastrou o evento e onde ele ocorreu e contato de quem o notificou, como <i>e-mail</i> e telefone. Campo para ter um resumo da ocorrência
Requisito (Página inicial, Instituição, Cadastro)	Espaço para cadastrar as instituições responsáveis pela gestão do hospital e de terceirizados. Não haver caixa para selecionar qual o tipo de vínculo e a qual instituição o profissional está vinculado. Desenvolver uma formatação para atender às diferentes instituições, personalizar a escala de trabalho
Requisito (Módulos)	Não ter módulo específico da saúde ocupacional e segurança do trabalho. No módulo segurança do trabalho, incluir abas Perícias e Ações trabalhistas. Poder filtrar tipos de treinamento, certificados que o trabalhador possui. Incluir alertas para limite de dose, época de realização de exames, consultas. No módulo saúde ocupacional ter pastas com o nome de cada trabalhador para incluir as cópias do PCMSO e ASO, e controle de vacinação dos trabalhadores. Sinalizar trabalhadora gestante, com outra cor ou de alguma maneira

Categoria/tópico	Comentários extraídos das falas dos participantes
Requisito (Aba Funcionários)	Não haver espaço para incluir o ASO e PCMSO, exames dos funcionários Não ter como assinalar qual equipamento o funcionário trabalha mais, frequência e quantidade de exposição, por meio de filtros, cruzando vínculo e equipamentos Não ter como incluir os certificados de capacitação que o profissional realizou separadamente. Incluir também as capacitações para operar os equipamentos para o setor de segurança do trabalho Ter um ícone monitoramento para que se possa incluir os trabalhadores ou pacientes que se expuseram a doses altas de radiação na hemodinâmica, por exemplo
Requisito (Aba Comitê de Proteção Radiológica)	Não ter item específico para a inclusão das legislações. Saber o responsável legal por cada setor. A comissão ter acesso ao nome do funcionário que fez o treinamento (conforme LGPD). Ter uma pasta arquivo para incluir os relatórios que a empresa responsável pela leitura dos dosímetros envia ao Serviço de Radiologia do hospital. Poder acompanhar a dosimetria ao longo dos meses por meio de relatórios. Pasta para incluir todas as portarias de nomeação da comissão, e outra para as atas das reuniões. Possibilitar gerar relatórios como colocar o nome do funcionário e puxar dados dele. Incluir calendário para postar as datas das novas reuniões e alerta aos membros para a data das reuniões
Requisito (Aba Gestão)	Não possuir na aba de gestão item para inclusão de documentos, como, por exemplo, de rotina de vistoria da VISA. Trocar a pasta arquivos por documentos. Criar pasta para roteiro de inspeção da VISA, com pastas para tomografia, angiógrafo, raio X, mamógrafo e ultrassom Separar o registro de intercorrências do trabalhador, do paciente e dos equipamentos Ter o ícone indicadores de qualidade Quanto a memorandos, ter espaço para o sistema gerar um modelo ou anexar um texto modelo. Colocar

Categoria/tópico	Comentários extraídos das falas dos participantes
	esses memorandos de maneira que possa ser selecionado por data, assunto. Não compreendido o campo usuário no item memorando (quem envia ou quem recebe?); ideal ter 2 campos para quem envia e quem recebe.
Requisito (Aba Insumos)	Ter campo para registro de validade. Alerta para descarte. Não compreendido o item ações nessa aba.
Requisito (Aba Salas)	Ter os insumos e equipamentos por sala, nos equipamentos ter espaço para registro da manutenção dos equipamentos das datas preventivas, corretivas.
Requisito (Aba Rejeitos)	Colocar quando e onde ocorreu o descarte e o responsável pelo descarte.
Requisito (Aba Equipamentos/ Aba Controle de Qualidade)	Para cada equipamento, mostrar profissionais que foram treinados para o mesmo, mostrar qual treinamento necessário para o equipamento. Incluir registro na Anvisa, RFID, patrimônio, número de série, data de fabricação instalação, localização do equipamento. Ter pasta para cada equipamento para incluir o POP referente à higienização do equipamento, rotinas de uso, informações tecnológicas Campo para incluir acessórios do equipamento como: fantasmas, sondas etc. Campo para notificação de necessidade de manutenção, conserto, ou seja, um campo para evento adverso referente ao equipamento (sugerido para manter o equipamento em vermelho quando o campo de notificação estiver clicado e com a solução passar para cor verde, por exemplo). Sistema de alertar que tem uma solicitação em aberto, com o número da ordem de serviço, se o equipamento está parado ou em uso parcial e quem solicitou o chamado. Colocar nos relatórios de auditoria todos os equipamentos. Calendário ou cronograma com as datas dos testes e alertas para os testes semestrais e anuais. No item testes, controle de qualidade, fuga

Categoria/tópico	Comentários extraídos das falas dos participantes
	de cabeçote, os arquivos também não abrem. CQ Diário de Mamas não carrega.
Interligação (Aba Funcionários – subitens: Escala de trabalho, Dosimetria)	Desenvolver um módulo de exportação do SisPRad, para que pudesse gerar um arquivo que fosse fácil de importação do SIERBP. Duplo trabalho de preencher dados referente ao controle de qualidade dos equipamentos, dosimetria e etc. no <i>software</i> e no SIERBP (anteriormente denominado SIERI). Não ser possível interligar o sistema da instituição para inserir no SisPrad a escala de trabalho dos funcionários, não interligado com o sistema de <i>layout</i> Teams que o hospital possui. Espaço para incluir trabalhadores de atestado, férias ou afastado, trocas de horário. Retrabalho ter que usar o sistema da instituição e re preencher no SisPrad. Integrar o SisPRad com o sistema da instituição hospitalar.
Tradução (<i>login</i>)	Estar escrito em inglês
Erros	Não conseguir acessar ícone POP, abre sempre com mensagem de erro. Ter pasta para baixar POP da instituição. Gráfico de dosimetria, não foi possível acessar. Ao se retroceder páginas, não retorna a tela anterior e sim para 2 páginas anteriores. Não foi possível fazer configurações. No item legislações não ocorre o acesso direto à legislação, sim ao <i>síte</i> da vigilância.
Disponibilidade	<i>Software</i> indisponível em momentos que foi tentado acessá-lo

Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Nota – LGPD: Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais; PCMSO: Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional; ASO: Atestado de Saúde Ocupacional; VISA: Vigilância Sanitária; Anvisa: Agência nacional de Vigilância Sanitária; RFID: *Radio Frequency Identification*; POP: Procedimento Operacional Padrão; CQ: Controle de Qualidade; SIERI: Sistema de Informação Estadual de Radiações Ionizantes.

Quadro 2 – Recorte das falas dos participantes apontando as fragilidades observadas no SisPRad 1.0.

Fragilidades
Não se adaptou às siglas e às abreviações na aba no menu à esquerda da tela de acesso.
Duplo trabalho de preenchimento. Retrabalho.
Quanto aos dados pessoais, adequar a LGPD.
<i>Login</i> estar escrito em inglês.
Não ser possível interligar ao sistema da instituição para inserir no SisPrad a escala de trabalho dos funcionários, bem como memorandos ou outros documentos de outras plataformas.
Retrabalho ao ter que usar o sistema da instituição e preencher no SisPrad.
<i>Software</i> indisponível em momentos em que foi tentado acessá-lo.
O ícone POP abre sempre com mensagem de erro.
Item gráfico de dosimetria, não foi possível acessar, não abre.
Quando se utiliza a seta para retornar a página anterior, o <i>software</i> não volta à anterior, mas para 2 páginas anteriores.
Na parte de legislações, o <i>software</i> acessa o <i>site</i> , não <i>link</i> direto da legislação, sendo mais trabalhoso de procurar a legislação por meio dele, no <i>site</i> da vigilância
Não ter módulo específico da saúde ocupacional e segurança do trabalho.
Não haver campo para selecionar qual o tipo de vínculo e a qual instituição o profissional está vinculado.
Não ter como assinalar qual equipamento o funcionário trabalha mais, a frequência e a quantidade de exposição, nem filtros com possibilidade de cruzar vínculo e equipamentos.
Não ter como incluir o certificado de capacitação que o profissional realizou separadamente.
Controles de qualidade dos equipamentos não se interliga com SIERBP.
Nos itens testes, controle de qualidade e fuga de cabecote, os arquivos não abrem.
Controle de qualidade diário mamografia a página não carrega.
Não ter item específico para a inclusão das legislações na aba do menu Comissão de Proteção Radiológica.
Não ter no item memorando maneira de filtros por data e/ou assunto.

Não foi possível compreender no campo usuário (do item memorando) se o campo a ser preenchido refere a quem envia ou a quem recebe o memorando. Ideal seria ter dois campos para quem envia e para quem recebe.

Não compreendido o item ações na aba insumos.

Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Nota – LGPD: Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais; POP: Procedimento Operacional Padrão; SIERBP: Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial.

Quadro 3 – Recorte das falas dos participantes referente às sugestões ao *software* SisPRad 1.0.

Sugestões
Na dosimetria dos trabalhadores, campo com período sem a necessidade de inserção de dia, hora e ano.
Integrar o <i>software</i> com meio de exportação dos dados ao SIERBP.
Cada tela possuir uma síntese com instruções de preenchimento ajuda para preencher.
Ter subdivisões e ícone mais claros e separados.
Item biblioteca ter pasta manuais, inclusive o do <i>software</i> e dos equipamentos.
Em ocorrências campo para colocar nome de eventos adversos, colocar quem cadastrou o evento, onde ocorreu e contato de quem notificou, como <i>e-mail</i> e telefone. Campo para inserção de resumo da ocorrência.
Página inicial Espaço para cadastrar as instituições envolvidas na gestão do hospital e os terceirizados.
Campo para incluir trabalhadores de atestado, férias ou afastados e trocas de horário.
Integrar o SisPRad com os sistemas/plataformas que a instituição utiliza.
Deveria ter uma pasta para baixar os POPs da instituição.
O segurança do trabalho incluir abas Perícias e Ações trabalhistas.
Poder filtrar tipos de treinamento, certificados que o trabalhador possui.
Incluir alertas para limite de dose e época de realização de exames, consultas.
Criar módulo saúde ocupacional e ter pastas com o nome de cada trabalhador e para as cópias do PCMSO e ASO e controle de vacinação dos trabalhadores.
Sinalizar trabalhadora gestante com outra cor ou de alguma maneira no <i>software</i> .
Incluir também as capacitações para operar os equipamentos e as capacitações para o setor de segurança do trabalho.

Ter um ícone monitoramento e que nele se possam incluir os trabalhadores ou pacientes que se expuseram a doses altas de radiação.
Colocar nos relatórios de auditoria todos os equipamentos.
Calendário ou cronograma com as datas dos testes e alertas para os testes semestrais e anuais, tanto do controle de qualidade quanto das manutenções.
Colocar o responsável legal por cada setor.
Ter uma pasta arquivo para incluir os relatórios que a empresa manda da dosimetria de cada setor. Poder acompanhar a dosimetria ao longo dos meses por meio de relatórios.
Pasta para incluir todas as portarias de nomeação da comissão, e outra para as atas das reuniões.
Possibilitar gerar relatórios, como a partir do nome do funcionário com os seus dados.
Incluir calendário para postar as datas das novas reuniões e alerta aos membros para a data das reuniões.
Não possuir na aba de gestão item para inclusão de documentos como, por exemplo, da rotina de vistoria da VISA.
Criar pasta para roteiro de inspeção da VISA, com as abas para tomografia, angiógrafo, raio X, mamógrafo, ultrassom.
Separar o registro de intercorrências do trabalhador, do paciente e dos equipamentos.
Ter o ícone indicadores de qualidade.
Quanto a memorandos, ter pastas para inserir de outro sistema da instituição e um modelo, ou anexar um texto modelo.
Ter campo para registro de validade, alerta para descarte de insumos.
Ter os insumos e equipamentos por sala e nos seus equipamentos ter espaço para registro da manutenção dos equipamentos das datas preventivas e corretivas.
Sobre rejeitos, colocar quando e onde ocorreu o descarte e o responsável pelo descarte.
Ter pasta para cada equipamento para incluir o seus POP, como da higienização, rotinas de uso e informações tecnológicas do mesmo.

Campo para notificação de necessidade de manutenção, conserto, ou seja, um campo para evento adverso referente ao equipamento (sugerido manter o equipamento em vermelho quando o campo de notificação estiver clicado e com a solução passar para cor verde, por exemplo).

Sistema alertar que tem uma solicitação em aberto, com o número da ordem de serviço, ou se o equipamento está parado em uso parcial, quem solicitou o chamado.

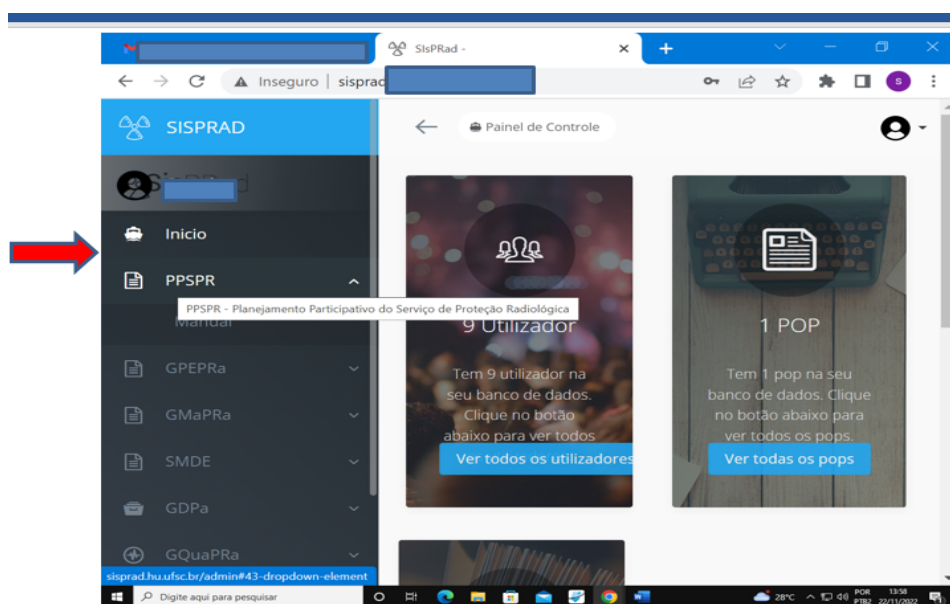
Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Nota – SIERBP: Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial; POP: Procedimento Operacional Padrão.; PCMSO: Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional; ASO: Atestado de Saúde Ocupacional; VISA: Vigilância Sanitária.

Os comentários dos participantes foram realizados pelas particularidades que foram sendo notadas por eles mesmos, conforme avançavam entre as telas e as abas do menu do *software*, o que, de certa forma, já era esperado, pois a avaliação do *software* fora realizada por profissionais sem *expertise* em tecnologia de informática, fato que coincide com o já publicado na literatura (NIELSEN,1990; 1994).

Uma das fragilidades apontadas foi em relação à presença de siglas nas abas do menu da tela inicial de acesso às funcionalidades do *software* (Figura 2). Muitos participantes referiram que elas eram incompreensíveis, outros sequer perceberam que, ao se passar o *mouse* sobre a sigla, surgia por extenso o significado dela. Esse fato fora relatado anteriormente (HUHN *et al.*, 2021).

Figura 2 – Tela inicial do SisPRad 1.0 com as abas de acesso com suas siglas e ícones.



Fonte: SisPRad 1.0.

Com base no roteiro de perguntas utilizado na entrevista (Anexo A), obteve-se a distribuição da frequência absoluta das respostas sobre a percepção da utilidade e da facilidade do uso do *software* (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 – Respostas dos participantes às perguntas sobre a percepção da utilidade da primeira versão do SisPrad, ao questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia, adaptado de DAVIS, 1985.

Perguntas sobre a percepção da utilidade do uso do SisPrad 2.0	Sim	Não	Não sabe	Total
Usando o SisPrad você despende menos tempo para realizar seu trabalho?	7	4	0	11
Você acha que o sistema é útil para seu trabalho?	11	0	0	11
O <i>software</i> aumenta sua produtividade?	4	6	1	11
O <i>software</i> aumenta sua eficácia no trabalho?	10	1	0	11
O <i>software</i> melhora a qualidade do seu trabalho?	8	3	0	11
O <i>software</i> atende todas as suas necessidades?	4	7	0	11

O <i>software</i> lhe auxilia para resolver processos críticos no seu trabalho?	8	2	1	11
O <i>software</i> lhe possibilita exercer mais atividades do que exercia?	6	3	2	11
Total da frequência das respostas	58	26	4	88

Fonte: elaborada pela autora, 2023.

Tabela 3 – Respostas às perguntas, adaptadas do questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia (DAVIS, 1985), sobre a percepção da facilidade do uso da primeira versão do SisPRad 1.0.

Perguntas sobre percepção da facilidade do uso do SisPrad 2.0	Sim	Não	Não sabe	Total
O <i>software</i> lhe confunde quando você o usa?	5	6	0	11
O <i>software</i> lhe induziu a erros?	6	2	3	11
A interação com o <i>software</i> lhe frustra?	2	9	0	11
Necessita usar o manual frequentemente?	4	7	0	11
Interagir com o <i>software</i> lhe exige grande esforço mental?	2	9	0	11
Achar e recuperar erros encontrados são fáceis?	0	3	8	11
A interação com o <i>software</i> é rígida e inflexível?	0	6	5	11
Acha o que queria fazer no <i>software</i> ?	5	6	0	11
O <i>software</i> se comporta de maneira inesperada?	1	5	5	11
Achou complicado preencher algo?	1	7	3	11
Tornou-se mais fácil lembrar suas tarefas?	6	1	4	11
Acha fácil o <i>software</i> para o uso?	10	0	1	11
Total da frequência das respostas	42	61	29	132

Fonte: elaborada pela autora, 2023.

Todos os participantes acharam o *software* útil para o setor, o que se repetiu em relação às respostas à pergunta “O *software* aumenta sua eficácia no trabalho? “, para a qual quase a totalidade dos participantes respondeu afirmativamente.

Já em relação a pergunta “O *software* atende todas as suas necessidades? “, oito participantes responderam que não. A frequência de respostas negativas a essa pergunta talvez possa ser explicada pela área de atuação, bem por peculiaridades e diversidades dos subsetores a que cada participante pertencia dentro do Serviço de Radiologia.

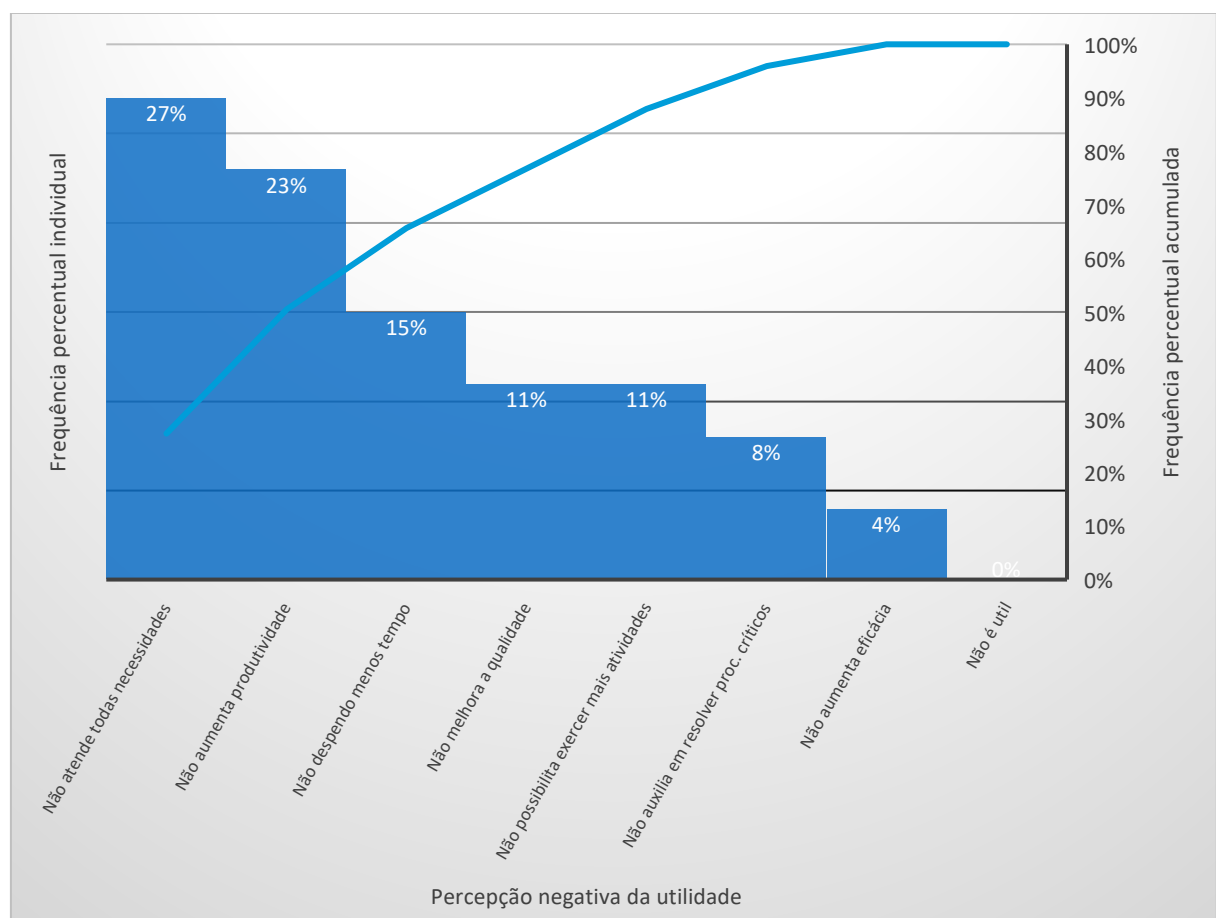
Dez dos 11 participantes acharam o *software* fácil de ser usado, e nove dos 11

participantes acharam que ele não lhe exigia grande esforço mental. Porém, sete dos 11 participantes referiram não ter encontrado o que queriam fazer no *software*, talvez pelas particularidades referentes às necessidades da área de atuação dos profissionais.

Utilizou-se o Diagrama de Pareto para avaliar as fragilidades mais frequentes que pesaram sobre a percepção negativa da utilidade e da facilidade do uso do *software*. A aplicação da representação do Diagrama de Pareto pode ser útil em muitas fases de projetos que objetivam a melhoria da qualidade e, nos ambientes de saúde, contribui para a redução do tempo, dos custos e dos esforços despendidos (ALKIAYAT, 2021, WHEELER, *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2017).

Na Figura 3 há a frequência acumulada das respostas com percepção negativa sobre a utilidade do *software*, com frequência acumulada de 80% das respostas dispostas da primeira coluna, à esquerda, até a quarta coluna.

Figura 3 – Diagrama de Pareto com as frequências percentuais individuais e acumuladas dos problemas acerca da percepção da utilidade do *software*.

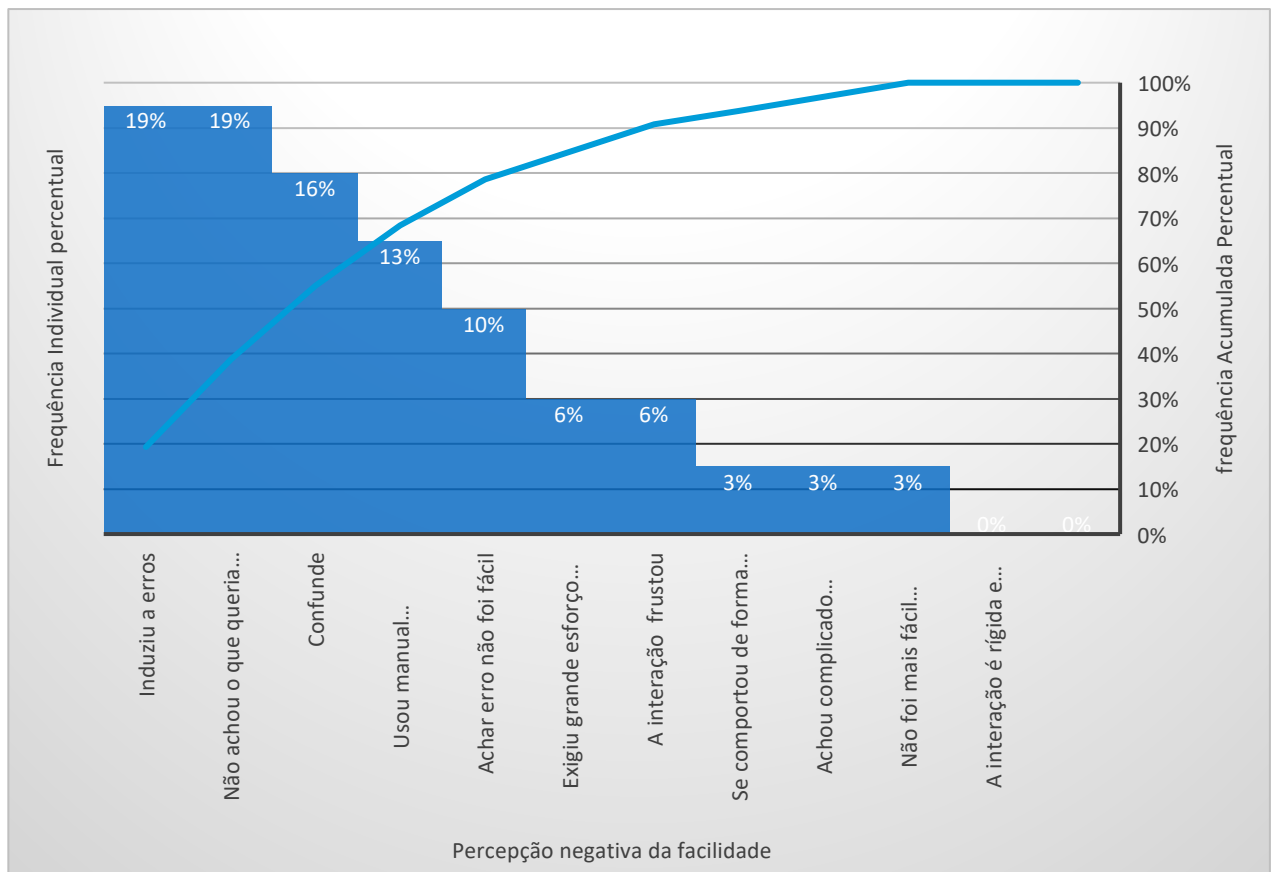


Fonte: elaborada pela autora, 2023.

As causas que mais contribuíram para a percepção negativa quanto à utilidade do *software* foram: não atender a todas as necessidades do participante, não aumentar a produtividade, não despendar menos tempo para realizar suas tarefas e o *software* não melhorar a qualidade do trabalho.

Na Figura 4, encontra-se a disposição das ocorrências, em ordem decrescente, das impressões negativas sobre a percepção da facilidade do uso do *software*. As frequências acumuladas de cerca de 80% das respostas com as impressões negativas sobre a facilidade do uso do *software* estão dispostas nas primeiras cinco barras da Figura 4, no sentido da esquerda para a direita.

Figura 4 – Diagrama de Pareto com as frequências percentuais individuais e acumuladas dos problemas acerca da percepção da facilidade do uso do *software*.



Fonte: elaborada pela autora, 2023.

Impressões como induzir a erros, não ter achado o que queria fazer, achar o *software* confuso, necessidade do uso frequente do manual e dificuldade em achar erros representaram as principais causas para percepção negativa da facilidade de uso do *software*.

Para melhorias no futuro, seria necessário concentrar esforços em mitigar os problemas mais frequentes apontados por meio do Diagrama de Pareto. Esses achados foram utilizados para compor as fraquezas e ameaças na matriz SWOT.

Quando se trata do desenvolvimento de um produto de engenharia de *software*, a análise por meio da matriz SWOT auxilia na identificação do diagnóstico dos pontos importantes a serem aprimorados, bem como as qualidades do produto, além de possibilitar a compreensão dos problemas internos e externos presentes na instituição em que o *software* foi ou será implantado (SANTOS; PEREIRA; SILVEIRA *et al.*, 2017, WIĘCKOWSKA; RAULINAJTYS-GRZYBEK; BYSZEK, 2022; KITTEL, 2020).

A implantação de tecnologia e os sistemas eletrônicos em saúde devem levar em todos os aspectos administrativos, econômicos, técnicos e financeiros envolvidos. A utilização da matriz SWOT permite avaliar os sistemas de tecnologia na realidade da organização, dentro das instituições de saúde (HUMPHREY, 2005).

Por meio da análise SWOT, podem-se identificar os pontos fortes, fracos, as oportunidades e as ameaças presentes na instituição pública em que o estudo foi realizado e que interferem diretamente no *software* (Figura 5).

Figura 5 – Análise SWOT da primeira versão do *software* SisPRad.



Fonte: elaborada pela autora.

Nota – SIERBP: Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial.

A forma clássica de sua construção foi utilizada neste estudo. Utilizaram-se os resultados obtidos da análise do conteúdo das falas espontâneas das entrevistas e das frequências absolutas e as acumuladas das respostas às perguntas baseadas no questionário TAM.

As forças identificadas da primeira versão foram percepção do *software* ser fácil, útil e intuitivo e ser importante para o serviço, por centralizar informações. As fraquezas encontradas referiam-se aos erros no *software*, à indisponibilidade e ao fato de não oferecer tudo de que os usuários necessitavam para exercer suas atividades diárias, além de ter o menu de acesso confuso.

Como ameaças verificou-se que o fato de ele não estar interligado a outros sistemas e plataformas aos quais os participantes utilizam em seu dia a dia diminui a intenção do uso do *software*. A falta de manutenções do *software* e a não inserção rotineira dos dados também foram identificadas como ameaças detectadas na análise do *software*.

As oportunidades vislumbradas seriam possibilidade de interligar o *software* aos demais sistemas utilizados pela instituição; criação de sistema de alarmes dentro do *software* para os limites da dosimetria dos trabalhadores e alertas para os testes de controle de qualidade e manutenção dos equipamentos; compartilhamento de informações entre os diversos setores da radiologia; e possibilidade de se chegar a melhorias com a atualização do *software*.

As ameaças que cercam o *software* estiveram relacionadas à falta de alimentação rotineira de dados e à ausência de suporte técnico, segurança e sigilo de dados compartilhados.

O estudo foi importante para identificar as melhorias necessárias a serem implantadas à primeira versão do *software*, demonstrando a necessidade de sua atualização, por meio de uma nova versão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou que a presença de siglas no menu de navegação confundia os participantes para acessar as funcionalidades do *software*. A ocorrência de erros ao acessar abas do *software* e a falta de suporte técnico traziam insegurança aos participantes para o uso do SisPRad em sua rotina diária de trabalho.

O *software* possui pontos fortes como possibilitar o compartilhamento em um

mesmo local de várias informações que se encontravam descentralizadas nos vários setores do serviço de radiologia da instituição.

Percebeu-se a forte necessidade de promover a integração do SisPrad com os demais sistemas e plataformas utilizados pela instituição. A ausência dessa integração pode ser um dos fatores que desmotivou os profissionais a utilizarem, pois haveria a necessidade de alimentação de dados nos sistemas ou plataformas que a instituição utiliza e repetir esse trabalho no SisPRad.

A importância da integração do SisPRad ao Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial (SIERBP) da vigilância estadual de Santa Catarina, reportada pelos participantes é explicada pelo fato do SIERBP ser um sistema oficial amparado por legislação, que impõe obrigações legais aos serviços de radiodiagnóstico o envio mensal de dados, entre os quais pode-se citar os testes de controle de qualidade de alguns equipamentos, dosimetria dos trabalhadores e a dosimetria dos pacientes submetidos a procedimentos angiográficos.

O desconhecimento da existência ou contato prévio com o SisPrad pode ter impactado na quantidade de informações trazidas pelos participantes do estudo, pois a maioria deles teve contato com o software somente no período de sete dias do estudo. Como a maioria dos participantes possuía como vínculo de trabalho o regime celetista, o que geralmente aumenta a rotatividade de trabalhadores nas instituições seja também uma explicação para ausência de contato prévio com o software.

A instituição por sua vez possuía o software em seu servidor, porém não havia suporte técnico para o software, nem tão pouco uma diretriz para que o serviço de radiodiagnóstico o alimentasse com dados.

Em relação ao citado anteriormente o treinamento e a capacitação permanente para a utilização do *software* poderiam incentivar a adesão ao uso do *software*, assim como a presença de manutenção rotineira e de suporte técnico. Esses fatores poderiam influenciar os profissionais a se sentirem confiantes e seguros em utilizar o SisPrad.

O fato de o estudo ter sido realizado com 11 participantes não pode ser considerado como um limitante, já que a abordagem qualitativa do estudo visa conhecer profundamente o fenômeno que está sendo estudado.

A literatura refere que o número de cinco entrevistados é suficiente para avaliar a qualidade dos produtos tecnológicos, por meio de instrumentos já amplamente validados, como o questionário TAM e a *System Usability Scale*.

Conclui-se que a atualização do *software SisPrad* era necessária, não somente com o intuito de solucionar os problemas encontrados, mas se justifica pelo avanço constante nas tecnologias que exigem que softwares estejam em constante renovação impedindo que se tornem obsoletos e desinteressantes a quem os utilize.

REFERÊNCIAS

ALKIAYAT, M. A practical guide to creating a pareto chart as a quality improvement tool. **Global Journal of Health Science**, v. 4, n. 2, p. 83-84, 2021.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

DAVIS, F. D. **A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results**. 1985. Tese (Doutorado em Gestão) – Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 1985.

DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS Quarterly**, n. 3, v. 13, p. 319-340, 1989.

HAJESMAEEL-GOHARI, S. *et al.* The most used questionnaires for evaluating satisfaction, usability, acceptance, and quality outcomes of mobile health. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, v. 22, n. 22, 2022.

HUHN, A. *et al.* SisPRad: software for radiological protection management in a hospital environment. **Texto & Contexto – Enfermagem**, v. 30, p. 1-15, 2021.

HUMPHREY, A. SWOT analysis for management Consulting. **SRI Alumni Newsletter**, p. 7-8, 2005.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). **Recommendations of the International Commission on Radiological Protection**. 1977. ICRP Publication 26.

KIREMIRE, A. R. **The application of the Pareto Principle in software engineering**. Louisiana Tech University, 2011. Disponível em: <https://studylib.net/doc/8372157/the-application-of-the-pareto-principle-in-software>. Acesso em: 2 out. 2023.

KITTEL, A *et al.* 360° Virtual Reality: A SWOT analysis in comparison to virtual reality. **Frontiers in Psychology**, v. 11, 2020.

KUMAR, M. Technology acceptance model: a review. **Journal of Advanced Research in Information Technology, Systems and Management**, v. 7, n. 1, p. 4-7, 2023.

LORANGE, P.; MORTON, M. S. S. **Management control systems**: A conceptual framework. Massachusetts Institute of Technology, 1974.

MAXQDA. **VERBI Software**. 2020 [computer software]. Berlin, Germany: VERBI Software, 2019. Disponível em: <https://www.maxqda.com/pt/software-analise-qualitativa>. Acesso em: 5 out. 2023.

NIELSEN, J. **Usability inspection methods**. ACM Digital Library, 1994. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/259963.260531>. Acesso em: 2 out. 2023.

NIELSEN, J.; LANDAUER, T. K. A mathematical model of the finding of usability problems. **CHI '93: Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems**, p. 206-213, 1993. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/169059.169166>. Acesso em: 5 out. 2023.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. **Heuristic evaluation of users interfaces**. ACM Digital Library, 1990. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/97243.97281> Acesso em: 5 out. 2023.

SALIMON, C. C.; MACEDO, M. C. S. Aplicações de business intelligence na saúde: revisão de literatura. **Journal of Health Informatics**, v. 9, n. 1, p. 31-35, 2017.

SANTOS, T. O.; PEREIRA, L. P.; SILVEIRA, D. T. Implantação de sistemas informatizados na saúde: uma revisão sistemática. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, v. 11, n. 3, p. 1-11, 2017.

SHACHAK, A.; KUZIEWSKY, C.; PETERSEN, C. Beyond TAM and UTAUT: Future directions for HIT implementation research. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 100, p. 103315, 2019.

SHAHMORADI L. *et al.* Eletronic health record implementacion: a SWOT analysis. **Acta Medica Iranica**, v. 55 p. 642-649, 2017.

SILVA, D. F. *et al.* Análise de Pareto na resolução de problemas organizacionais: estudo de caso. **Revista Mundo Acadêmico**, v. 11, n. 16, p. 74-94, 2017.

SILVA Jr L. A.; LEÃO, M. B. C. O software Atlas.ti como recurso para a análise de conteúdo: analisando a robótica no Ensino de Ciências em teses brasileiras. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 3, p. 715-728, 2018.

WHEELER, P. A. *et al.* Evaluating the application of Pareto navigation guided automated radiotherapy treatment planning to prostate cancer. **Radiotherapy & Oncology**, v. 141 p.

220-226, 2019.

WIĘCKOWSKA, B.; RAULINAJTYS-GRZYBEK, M.; BYSZEK, K. Using the Dynamic SWOT Analysis to Assess Options for Implementing the HB-HTA Model. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, p. 7281, 2022.

4.2 Manuscrito 2: Atualização do *software* para gestão da proteção radiológica SisPRad

RESUMO

Introdução: o desenvolvimento de tecnologias em saúde é mais complexo e envolve cuidados com segurança e a otimização de recursos nas instituições ou organizações em que elas são implantadas. Os *softwares* também têm sido amplamente desenvolvidos nos serviços de saúde e devem obedecer a diretrizes internacionais, para assegurarem padrões de qualidade. A avaliação de usabilidade e de aceitação é utilizada para avaliar a qualidade e a satisfação dos usuários com determinado produto tecnológico. O *software* SisPRad foi desenvolvido para a gestão da proteção radiológica, porém apresentava lacunas e fragilidades, não sendo efetivamente utilizado na instituição para a qual foi desenvolvido, fazendo-se necessária sua atualização, que foi o objetivo geral deste estudo. Os objetivos específicos foram: realizar melhorias na conectividade do *software*, criar sistemas de alerta para os limites dosimétricos dos trabalhadores e para os testes de controle de qualidade e avaliar a usabilidade e aceitação da segunda versão do *software*.

Metodologia: Pesquisa qualitativa do tipo metodológica, quase-experimental, que foi realizada em duas etapas: o desenvolvimento da segunda versão do *software* e a avaliação da usabilidade dele. O desenvolvimento do *software* se deu por meio de metodologia ágil. As fases do desenvolvimento compreenderam a definição dos objetivos; levantamento, análise e elicitação de requisitos; elaboração do projeto do *software*, com definição da arquitetura, linguagem de programação e *designer*. A etapa de avaliação da usabilidade e da aceitação foi realizada por meio de questionário *on-line* enviado aos participantes da pesquisa. Foi utilizada a análise descritiva do cálculo da *System Usability Scale* e das respostas ao questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia.

Resultados e discussão: A segunda versão foi desenvolvida sob a licença do *Massachusetts Institute of Technology License*, por ser um *software* com código

aberto. Utilizaram-se o *framework* Laravel e o banco de dados MySQL para seu desenvolvimento. Foram realizadas alterações no *layout* e a retirada de siglas da tela de navegação da primeira versão do *software*, além de ter sido criado um sistema de alerta para doses dos trabalhadores, testes de controle de qualidade e manutenção dos equipamentos. Essa etapa transcorreu de dezembro de 2022 a junho de 2023. A avaliação da usabilidade pela *System Usability Scale* foi de 70,5, ou seja, um resultado considerado bom e dentro da média dos artigos publicados. Quanto a avaliação por meio do questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia, a maioria dos participantes teve percepção positiva em relação à facilidade e à utilidade do uso do *software*.

Considerações finais: A segunda versão, apesar de ter alcançado a satisfação por parte dos participantes, ainda necessita da integração do *software* ao Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial e aos demais sistemas utilizados pela instituição, o que constitui uma oportunidade para um estudo futuro.

Palavras-chaves: proteção radiológica; informática e saúde; *software* e saúde; usabilidade e *software*; engenharia de *software*.

ABSTRACT

Introduction: the development of health technologies is more complex and involves safety precautions and the optimization of resources in the institutions or organizations in which they are implemented. Software has also been widely developed in healthcare services and must comply with international guidelines to ensure quality standards. Usability and acceptance evaluation are used to evaluate the quality and satisfaction of users with a certain technological product. The SisPRad software was developed for the management of radiological protection, but it had gaps and weaknesses and was not effectively used in the institution for which it was developed. It was necessary to update it, which was the general objective of the study. The specific objectives were: to make improvements in software connectivity, create alert systems for workers' dosimetric limits and for quality control tests and evaluate the usability and acceptance of the second version of the software.

Methodology: this is a qualitative methodological, quasi-experimental research that was carried out in two stages: the development of the second version of the software and the evaluation of the software's usability. The software was developed using agile methodology. The development phases included the definition of objectives; requirements gathering, analysis and elicitation; development of the software project

with definition of architecture, programming language and designer. The usability and acceptance evaluation stage were carried out through an online questionnaire sent to research participants. Descriptive analysis was used to calculate the System Usability Scale and responses to the Technology Acceptance Model questionnaire.

Results and discussion: The second version was developed under the Massachusetts Institute of Technology License, as it is open source software. The Laravel framework and the MySQL database were used for its development. Changes were made to the layout, removing acronyms from the navigation screen that were present in the first version of the software, in addition to creating an alert system for worker doses, quality control tests and equipment maintenance. This stage took place from December 2022 to June 2023. The usability assessment using the System Usability Scale was 70.5, a result considered good and within the average of published articles. Regarding the evaluation through the Technology Acceptance Model questionnaire, the majority of participants had a positive perception regarding the ease and usefulness of using the software.

Final considerations: Despite having achieved satisfaction among participants, the second version still requires interconnection of the software with systems such as *Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial* and other systems used by the institution, which constitutes an opportunity for future study.

Keywords: radiological protection; IT and health; software and health; usability and software; Software Engineering.

INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas em saúde possuem uma complexidade maior em relação às demais tecnologias, e seu desenvolvimento deve ter uma abordagem diferenciada e ser coproduzido. O codesign, um processo criativo distinto da coprodução, envolve desenvolvedores, pacientes e usuários que, em equipe, trabalham para propiciar melhorias e executar intervenções necessárias em uma determinada tecnologia a ser produzida (BIRD *et al.*, 2021).

Os serviços radiológicos públicos possuem despesas que frequentemente não são cobertas pelos repasses financeiros que recebem. Otimizar o uso da estrutura desses serviços, por meio de avanços tecnológicos, pode baixar seus custos e melhorar seu desempenho (DAROIT *et al.*, 2018).

O processo de criação das tecnologias envolve a preocupação com a consistência, a compatibilidade e a segurança. Por isso padrões internacionais surgiram ao longo dos anos, para orientar esses processos por meio da publicação de diretrizes sobre o assunto (BEVAN, 2009; ABNT, 1998).

Vários sistemas e *softwares* têm sido amplamente desenvolvidos para os serviços de saúde. Após a produção de uma tecnologia, problemas relacionados a satisfação e à aceitação do produto podem ocorrer. O modelo de desenvolvimento de *software* do tipo “em cascata” não permite que problemas sejam corrigidos após a conclusão de suas etapas, sendo necessário, muitas vezes, reiniciar o projeto para corrigi-los, o que causa desperdício de tempo e aumento nos custos (VALENTE, 2020; PRESSMAN, 2011).

A utilização de modelos, como o incremental e o espiral, tem técnicas ágeis de desenvolvimento, diminuindo a chance de que, ao término do projeto, problemas não possam ser mais corrigidos. Nesses modelos, o relacionamento entre as partes interessadas ocorre a todo momento, e o processo está em constante reavaliação (SOMMERVILLE, 2011).

A qualidade oferecida por uma tecnologia é crucial para determinar seu sucesso. As características referentes à qualidade de um *software* são as seguintes: funcionalidade, confiabilidade, eficiência, manutenibilidade, portabilidade, qualidade em uso e usabilidade (ISO, 2011).

Atributos de qualidade e suas métricas são importantes dentro de um projeto tecnológico. As normas internacionais têm sido publicadas para orientar a utilização e a aplicação de métricas para avaliação das características e subcaracterísticas de qualidade (ISO, 2016).

Para que uma tecnologia tenha sucesso em sua utilização, é necessário que ela obedeça a padrões de qualidade, e a usabilidade contribui de maneira relevante para a qualidade de um *software*. A usabilidade pode ser definida como a maneira com que, a partir de metas específicas, um usuário consegue atingi-las, com eficácia e eficiência, levando à sua satisfação (NIELSEN, 1993).

Uma das maneiras de se avaliar a qualidade de um *software* é por meio de testes de usabilidade, que são realizados pela observação dos usuários, utilizando protótipos de um *software*, os quais podem estar ainda longe da versão final; e testes de baixa fidelidade, ou com protótipos próximos da versão final, chamados de testes de alta fidelidade (WALKER; TAKAYAMA; LANDAY, 2002).

Medidas objetivas já existiam para definir a eficácia e a eficiência de um *software*. Porém, não existiam maneiras de se avaliar a usabilidade de um *software* de tal forma que se pudessem mensurar ou replicar os achados acerca de opiniões subjetivas, que resultavam da interação do usuário com o *software*. Assim, foi desenvolvida, por meio de um questionário, uma escala para se medir a usabilidade de um *software*, denominada *System Usability Scale* (BROOKE, 1996; 2013).

O uso de tecnologias vem realizando importantes contribuições para a proteção radiológica. *Softwares* têm sido utilizados, por simulação, para calcular efeitos estocásticos, como o risco de câncer em indivíduos expostos a altas doses de radiação, como em acidentes nucleares (WALSH *et al.*, 2019).

A utilização de sistemas de gestão para proteção radiológica é importante, pois permite revisar e auditar atividades, proporciona segurança aos pacientes e aumenta a qualidade de uma organização (ALMÉN; LUNDH, 2014).

Após a observação de que profissionais das técnicas radiológicas desconheciam legislações e condutas de proteção radiológica (HUHN *et al.*, 2016), foi desenvolvido o SisPRad para a gestão da proteção radiológica de um Serviço de Radiologia. Porém verificaram-se fragilidades, como a necessidade de interligação do *software* a outros sistemas utilizados pela instituição, presença de siglas na tela de navegação que eram incompreensíveis e lacunas, como a inexistência de um sistema de alerta para os limites dosimétricos dos profissionais expostos à radiação ionizante (HUHN *et al.*, 2021).

Ao ser revisitada a instituição em que o *software* SisPRad 1.0 foi implantado, verificou-se que ele não estava sendo utilizado na rotina diária da instituição. Isso motivou o estudo para avaliar as fragilidades da primeira versão e sugestões a serem implementadas em sua atualização e para compreender a influência do ambiente interno e externo em que o SisPRad se encontrava.

O objetivo deste estudo foi desenvolver a segunda versão do *software* a partir da atualização de sua primeira versão. Os objetivos específicos foram realizar melhorias em sua conectividade, por novas interfaces, entre as quais se enquadram aplicativos de mensagens instantâneas e *webmail*; disponibilizar alertas para o controle de qualidade dos equipamentos e dosimetria de Indivíduos Ocupacionalmente Expostos (IOE); testar a usabilidade e avaliar a aceitação do *software*.

A segunda versão do SisPRad foi desenvolvida com código aberto, para

domínio público, licenciada por meio da *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) *License* (c2014-2015). A linguagem de programação utilizada foi a PHP, por meio do *framework* Laravel, utilizando banco de dados MySQL. A interface do usuário foi implementada utilizando HTML5, CSS3 e JavaScript, com o objetivo de fornecer uma experiência ao usuário dinâmica e responsiva.

METODOLOGIA

Trata-se de estudo de abordagem qualitativa, metodológico quase-experimental.

Foi realizada revisão narrativa bibliográfica para construir o referencial teórico do estudo, por meio da busca livre de artigos publicados de 2016 a setembro de 2023, em português, inglês ou espanhol, nas bases de dados: PubMed®, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Google Acadêmico e Science Direct. As palavras-chaves utilizadas na busca foram: proteção radiológica; informática e saúde; *software* e saúde; usabilidade e *software*; engenharia de *software*.

Após a leitura dos resumos, foram selecionados os artigos que estavam ligados à temática para subsidiar a análise dos resultados obtidos e sua discussão. A busca foi ampliada para livros, *sites*, teses e dicionários, para melhor embasamento de conceitos clássicos e dos assuntos que envolviam o estudo propiciando uma compreensão mais profunda do tema que estava sendo abordado.

O estudo compreendeu 11 participantes e, como critério de inclusão, era necessário que o participante fosse membro da Comissão de Proteção Radiológica do hospital após ter assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foram excluídos do estudo os profissionais que estavam em férias ou licença e aqueles que desistiram de uma das duas etapas do estudo.

O estudo foi aprovado pelo CEPESH da instituição proponente, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), sob número 5.370.305 e da coparticipante, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob parecer 5.510.209.

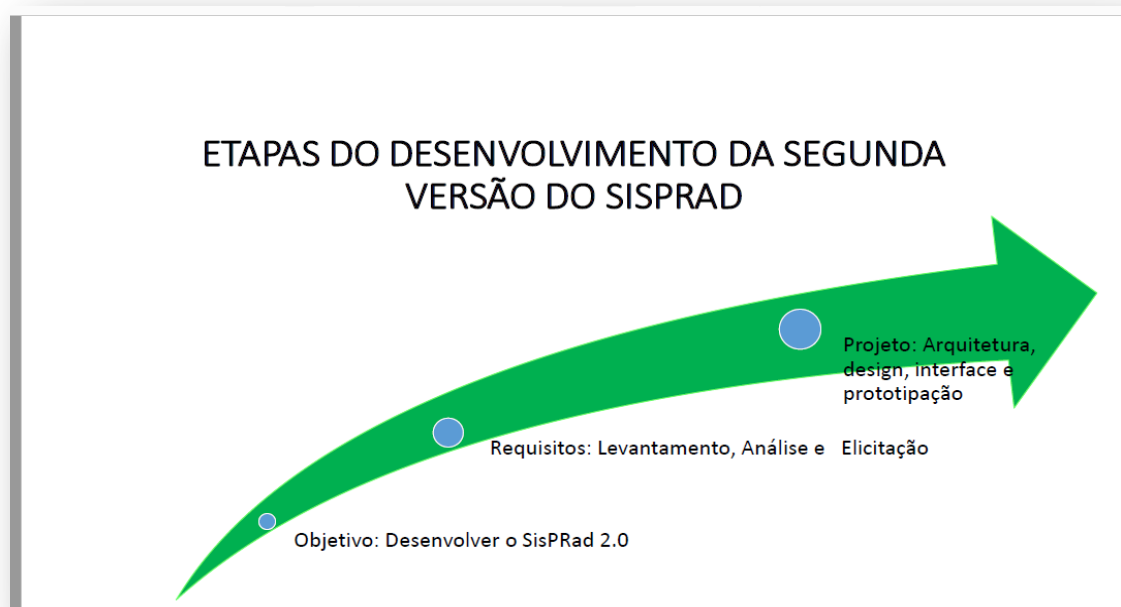
O estudo compreendeu duas etapas: o desenvolvimento da segunda versão do *software* e a avaliação da usabilidade e aceitação dele.

A etapa da atualização do *software* foi guiada por dados coletados em estudo anterior, que apontou as alterações a serem realizadas no *layout* do *software*, a

necessidade de mudança ou criação de requisitos, a correção de erros, a melhoria na disponibilidade e a interligação do *software* a outros sistemas. Essa etapa do estudo estendeu-se de dezembro de 2022 a junho de 2023.

O desenvolvimento do *software* compreendeu reuniões entre as partes interessadas com a definição dos objetivos, seguida do levantamento dos requisitos, funcionais e não funcionais e os requisitos dos usuários. Foram realizadas a análise dos requisitos e sua elicitação. Em seguida, ocorreu a construção do projeto, com especificações da arquitetura, linguagem de programação, interface do usuário e prototipação, seguida posteriormente de sua implantação. Essas etapas encontram-se esquematizadas de maneira resumida na Figura 1.

Figura 1 – Representação esquemática das etapas de desenvolvimento da segunda versão do *software* SisPRad.



Fonte: elaborada pela autora, 2023.

O desenvolvimento da nova versão foi realizado utilizando técnica ágil e metodologia *Scrum* pela equipe envolvida e estendeu-se de dezembro de 2022 a junho de 2023.

A técnica ágil consiste em constante interação do cliente e/ou dos usuários com o desenvolvedor do *software*, para acelerar as etapas do produto que está sendo

desenvolvido.

O método *Scrum* consiste em planejar, em tempos predefinidos, as atividades que serão executadas e os responsáveis por elas, dentro do processo de desenvolvimento de determinada tecnologia. Ao fim de períodos semanais, quinzenais ou mensais previamente determinados, são realizadas reuniões com a equipe, para verificar se os objetivos foram atingidos, além de definir ações, correções ou mudanças que devem ser tomadas para as próximas etapas do projeto (SUTHERLAND, 2014; SCRUM.ORG, 2023).

Para a segunda etapa do estudo, os participantes foram convidados a utilizar o *software* pelo período de 7 a 10 dias. Após esse período, os participantes responderam um formulário eletrônico, que continha perguntas referentes a dados demográficos e seções com afirmações referentes à *System Usability Scale* (BROOKE, 1996), para avaliar a usabilidade, e afirmações do questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM, sigla a partir do inglês *Technology Acceptance Model*) (DAVIS, 1986), para avaliar a aceitação do *software*. As respostas às afirmações contidas em ambos os instrumentos deviam ser respondidas de acordo com a escala Likert, distribuídas entre valores de um a cinco, conforme orienta a literatura (LIKERT *et al.*, 1974).

O questionário TAM é largamente utilizado para avaliar a aceitação de tecnologias (MARIKYAN; PAPAGIANNIDIS, 2023). Inicialmente, era composto de cerca de 28 afirmações, que, em estudo posterior, foram reduzidas para 12, sendo seis referentes à percepção da utilidade e seis sobre a percepção da facilidade de uso (DAVIS, 1986; 1989); novas versões do questionário foram publicadas com o avançar dos anos (LEWIS, 2019).

Existem atualmente várias escalas para avaliar a usabilidade, as quais não avaliam pontos como segurança do produto tecnológico. As respostas a esses testes podem variar conforme idade, grau de instrução e região onde mora o participante (GRALHA; BITTENCOURT, 2022).

A *System Usability Scale* permite construir uma pontuação, conforme o tipo de resposta dada pelo participante, e pode ser utilizada para avaliar duas versões de um aplicativo, mesmo que utilizem tecnologias diferentes (BROOKE, 2013).

Foram realizadas a análise qualitativa dos valores obtidos pelo cálculo do escore da *System Usability Scale* (BROOKE, 1996) e a análise descritiva da distribuição simples de frequência das respostas às afirmações baseadas no

questionário TAM (DAVIS, 1986).

Durante todas as etapas do estudo, foram seguidas as normas éticas, e foi mantido o sigilo dos participantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolvimento da segunda versão do *software* SisPRad

Descrição técnica da segunda versão

A seguir, descrevem-se os códigos, a linguagem de programação, as ferramentas e os frameworks utilizados para a atualização do *software*, o que culminou em sua segunda versão.

Foi utilizado o *framework* Laravel na versão 8.0 e as recomendações da PSR-1 (*Basic Coding Standard*) e da PSR-2 (*Coding Style Guide*), para a formatação de código, nomenclatura de classes e métodos e tratamento de erros (PHP 2023a; 2023b), com banco de dados MySQL, utilizando o ORM Eloquent (LARAVEL, 2023).

A interface do usuário foi implementada utilizando HTML5, CSS3 e JavaScript. Para tornar mais dinâmica e responsiva a experiência do usuário, foram utilizadas técnicas AJAX, para atualizar partes específicas da página, sem recarregar a página inteira (HTLM, 2023; MDN WEB DOCS, 2023; W3C, 2023).

Para a nomenclatura de classes, a segunda versão do SisPrad utilizou a convenção de nomenclatura *StudlyCase*, para nomear classes e *namespaces*, e a *kebab-case*, para nomear rotas. *Kebab-case* é um termo utilizado em programação para descrever a convenção de nomear variáveis, funções, ou outros elementos de código, usando letras minúsculas separadas por hífens. Um exemplo de uso dessa convenção pode ser encontrado na especificação CSS do W3C, que define que os nomes das propriedades devem ser escritos em *kebab-case* (LARAVEL, 2023).

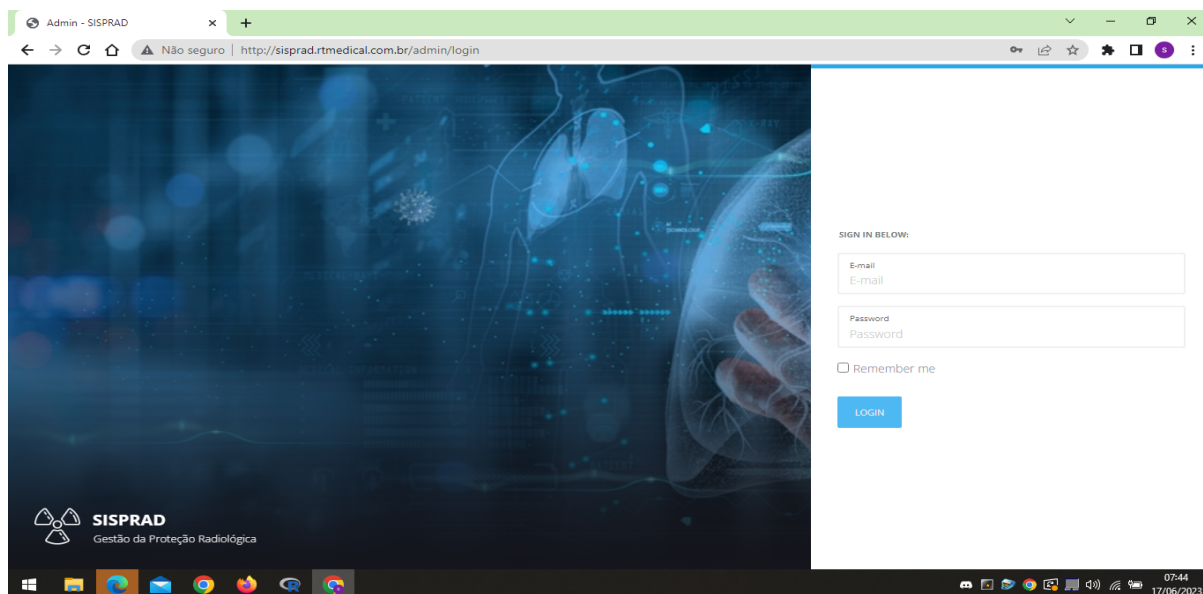
A organização de arquivos foi realizada em diretórios específicos, como *app* (para código-fonte da aplicação), *config* (para configurações), *database* (para migrações e *seeds*), entre outros.

A segunda versão do *SisPRad* é um projeto *Open Source* licenciado sob a MIT License.

Modificações realizadas em relação ao SisPRad 1.0

Entre as várias modificações que a segunda versão apresenta em relação à primeira, podem-se citar as alterações feitas já na tela de *login*, que permite o acesso ao *software*, conforme pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – Layout da tela de *login* de acesso da segunda versão do *software*.

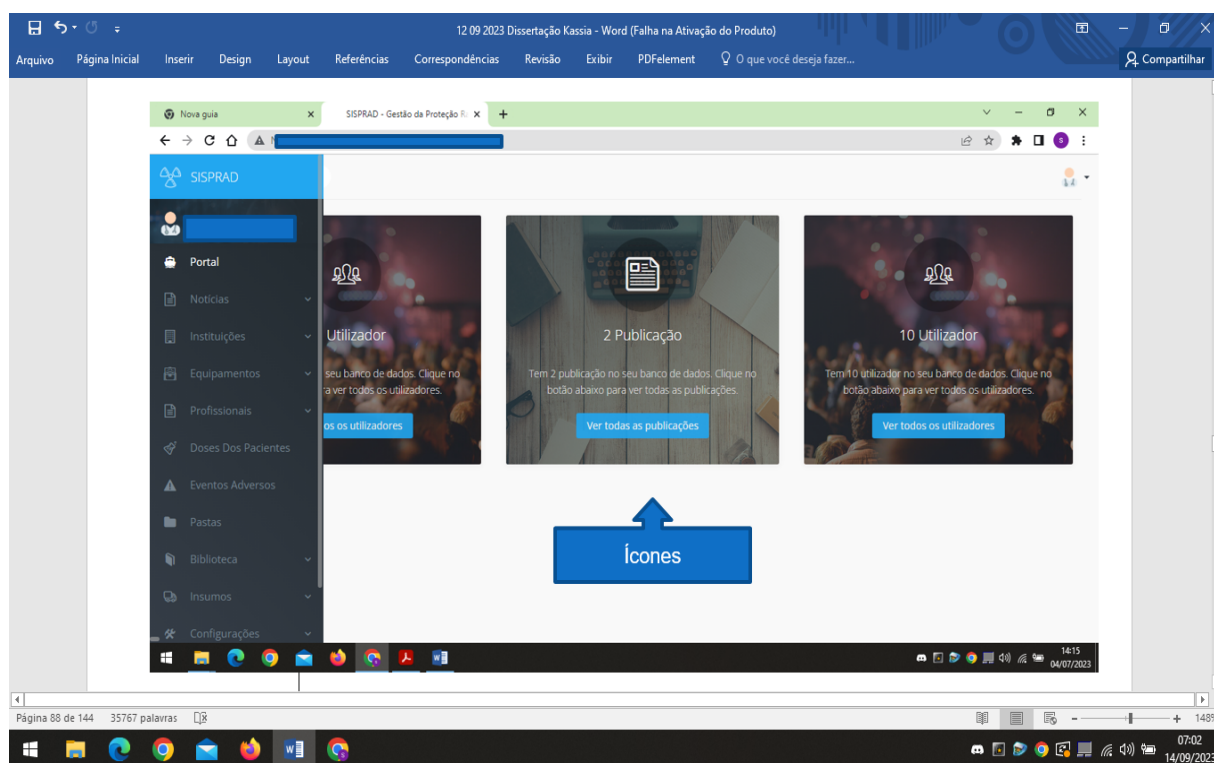


Fonte: <http://sisprad.rtmedical.com.br/admin/login>

As siglas que existiam na tela na barra lateral, a qual permitia a navegação dentro do menu da primeira versão, foram retiradas. Elas já tinham sido apontadas em estudo anterior como fonte de confusão aos usuários, que necessitavam constantemente passar o *mouse* sobre elas para saber seu significado (HUHN *et al.*, 2021).

A configuração da barra lateral a esquerda foi mantida na segunda versão, e isso permite a navegação entre os diversos conteúdos que o *software* contém. As opções contidas na barra são distribuídas nos itens trabalhadores, equipamentos, dose de pacientes, biblioteca, eventos adversos, equipamentos etc. Na Figura 3, encontra-se a imagem dessa tela.

Figura 3 – Tela com conteúdo de navegação do *software*.



Fonte: <http://sisprad.rtmedical.com.br/admin/login>

As abas só podem ser acessadas de acordo com o perfil do usuário, conforme permissões específicas que são determinadas pelo administrador ou pelo gestor do serviço. Essa alteração mostrou-se necessária, com vista a obediência à lei de proteção de dados vigente no país, pois o *software* comporta dados sensíveis, que não podem estar disponíveis a todos que o utilizam.

Nesta tela com conteúdo de navegação, podem-se configurar ícones (Figura 3, seta indicativa). É possível, por exemplo, adicionar o ícone “Publicação”, e o usuário, ao clicar nesse ícone, pode visualizar aviso de cursos, reuniões ou outros conteúdos que tenham sido inseridos no *software*.

Foram criados mecanismos de alerta para: notificação do prazo para realização de testes de controle de qualidade dos equipamentos; realização dos exames clínicos ocupacionais; controle da dosimetria mensal dos profissionais com exposição ocupacional; testes de controle de qualidade dos equipamentos; e datas para realização da manutenção dos equipamentos.

O sistema de alerta necessita que sejam realizados os cadastros dos *e-mails* dos profissionais responsáveis por meio do preenchimento de campos, com as datas-limite aos respectivos alertas citados. Assim, o *software* envia *e-mails* aos

profissionais alertando sobre a atividade ou ação a ser executada nas datas determinadas.

A segunda versão (SisPrad 2.0) obteve seu certificado de registro de programa de computador por meio do processo BR512023003116-0 no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

Avaliação da usabilidade da segunda versão do *software*

Onze participantes, todos membros da Comissão de Proteção Radiológica da instituição, avaliaram a usabilidade e a aceitação do *software*. Na Tabela 1, estão dispostos os escores de usabilidade atribuído ao *software* por cada participante, a formação e área da ciência a qual o participante pertencia.

Tabela 1 – Escore da *System Usability Scale* por participante, de acordo com idade, área de formação e setor de atuação.

Participante	Formação	Área da ciência	SUS
P1	Especialização	Ciências Exatas	50
P2	Especialização	Ciências da Saúde	72,5
P3	Mestrado	Ciências da Saúde	67,5
P4	Mestrado	Ciências da Saúde	72,5
P5	Mestrado	Ciências da Saúde	92,5
P6	Especialização	Ciências da Saúde	70
P7	Mestrado	Ciências da Saúde	72,5
P8	Pós-Doutorado	Ciências da Saúde	55
P9	Especialização	Engenharias	62,5
P10	Doutorado	Engenharias	80
P11	Pós-Doutorado	Ciências da Saúde	82,5
Média	-	-	70,7

Fonte: elaborada pela autora, 2023.

Nota – SUS: *System Usability Scale*.

A média de idade dos participantes foi de 44 anos, e 54% dos participantes eram do sexo feminino. O menor nível de formação foi especialização, de quatro participantes; quatro participantes possuíam Mestrado, um Doutorado, e dois Pós-

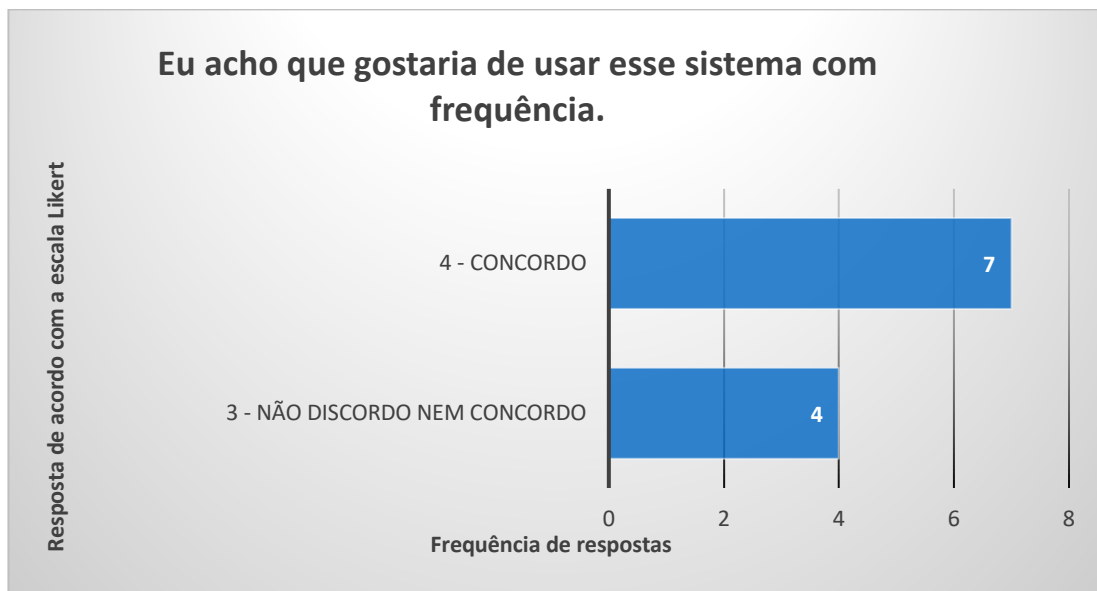
Doutorado.

Avaliação da usabilidade por meio da *System Usability Scale*

Para a realização do teste de usabilidade, não foi fornecido tutorial explicativo aos participantes sobre como deveria ser utilizado o *software*. Ao contrário de outros autores que utilizaram tutorias para que os participantes realizassem tarefas específicas a serem executadas nos seus sistemas estudados (ROCHA *et al.*, 2021), no presente estudo os participantes ficaram livres para usarem o *software* como julgassem adequado.

Ao se analisarem as respostas, chamou a atenção a frequência da resposta à afirmação “Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência”. Sete participantes concordaram com a afirmação, mas quatro deles responderam “não concordo nem discordo”, mostrando que parte significativa dos participantes parecia possuir dúvida sobre o benefício da utilização do *software* em sua rotina diária (Figura 4).

Figura 4 – Frequência de respostas à afirmação da *System Sustainability Scale*.



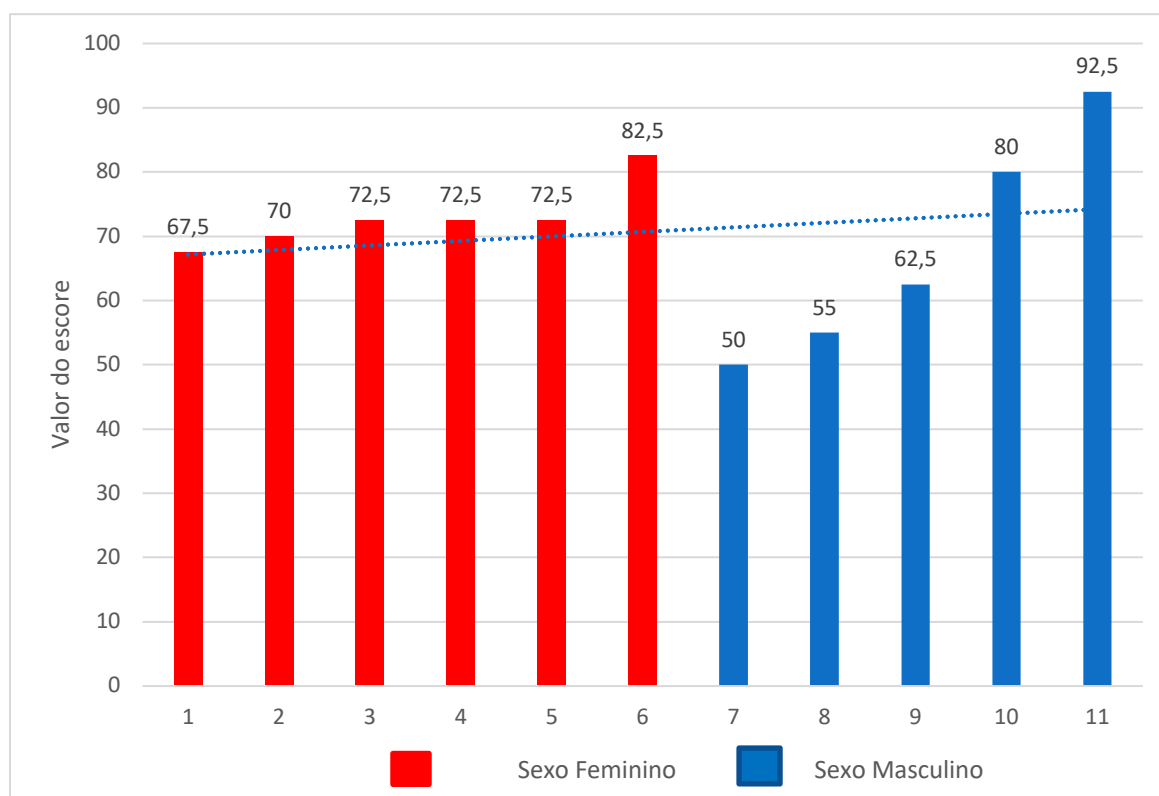
Fonte: elaborada pela autora.

Na Tabela 1, pode-se observar que a média geral da *System Sustainability Scale* obtida no estudo foi de 70,7, valor que se encontra no terceiro quartil, ou seja, dentro da média de mais de 1.000 estudos realizados e sendo classificado com o adjetivo “bom” (BANGOR *et al.*, 2009).

Aplicativos digitais de saúde, voltados para atividade física e cuidados da saúde, quando avaliados, obtiveram uma distribuição da *System Sustainability Scale* bastante variada, indo de valores altos (83,28), quando somente eram avaliados os aplicativos *fitness*, a valores mais baixos (próximos de 68 ou menos), quando eram avaliados todos os aplicativos (HYZY *et al.*, 2022).

O valor do escore no presente estudo variou de 67,5 a 85,5, entre as mulheres e 50 a 92,5, entre os homens. A representação gráfica da variação em relação ao sexo dos participantes encontra-se na Figura 5, tendo sido aparentemente maior entre os homens.

Figura 5 – Distribuição do valor da *System Sustainability Scale*, de acordo com o sexo dos participantes.



Fonte: elaborada pela autora com dados colhidos das respostas dos participantes à *System Sustainability Scale*.

A avaliação da usabilidade da segunda versão do *software* foi realizada com uma versão intermediária dele. Alguns autores acham ser mais vantajoso avaliar uma tecnologia em seus estágios iniciais, por reduzir o tempo para o suporte de erros e minimizar a implementação de novos recursos, além de diminuir posteriormente o tempo de treinamento e a disponibilização do suporte aos usuários (BARAJAS-

BUSTILLOS *et al.*, 2019).

Enquanto o questionário TAM pode avaliar a efetividade, a eficiência, a aprendizagem e a satisfação, a *System Usability Scale* avalia somente a satisfação e a aprendizagem de um *software*. Autores referem que o TAM não apresentaria desvantagens. Em contrapartida, a *System Usability Scale* teria como desvantagem avaliar de uma maneira geral uma tecnologia, sem se concentrar em pontos específicos, dificultando diagnósticos (HODRIEN; FERNANDO, 2021).

Este estudo utilizou os dois questionários, com fim de realizar uma avaliação mais completa do produto produzido.

Aceitação da segunda versão do *software* baseada no questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia

Nas Tabela 2 e 3, respectivamente, tem-se a distribuição da frequência absoluta das respostas às perguntas do questionário TAM, de acordo com a escala Likert, em relação à percepção da utilidade e à facilidade de seu uso.

Tabela 2 – Respostas às afirmações sobre a percepção da utilidade do uso do *software*, com base no questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia (Davis,1986), de acordo com a escala Likert.

Afirmações	Escala Likert					Total
	1	2	3	4	5	
Despende menos tempo para realizar meu trabalho	0	1	4	6	0	11
O <i>software</i> é útil para meu trabalho	0	0	2	9	0	11
O <i>software</i> aumenta minha produtividade	0	0	4	7	0	11
O <i>software</i> aumenta minha eficácia no trabalho	0	1	7	3	0	11
O <i>software</i> melhora a qualidade do meu trabalho	0	0	7	4	0	11
O <i>software</i> atende todas minhas necessidades	0	4	5	2	0	11

O <i>software</i> me auxilia para resolver processos críticos no meu trabalho	0	0	4	7	0	11
O <i>software</i> me possibilita exercer mais atividades do que exercia	0	0	6	5	0	11
Total	0	6	39	43	0	88

Fonte: elaborada pela autora, 2023.

Tabela 3 – Respostas às afirmações sobre a percepção da facilidade do uso do *software*, com base no questionário Modelo de Aceitação de Tecnologia, de acordo com a escala Likert.

Afirmações sobre percepção da facilidade do uso do SisPrad	Respostas às afirmações, de acordo com a escala Likert					Total
	1	2	3	4	5	
O <i>software</i> me confunde quando eu uso	2	6	2	1	0	11
O <i>software</i> me induziu a erros	3	7	1	0	0	11
A interação com o <i>software</i> me frustrou	3	5	2	1	0	11
Necessito usar o manual frequentemente	2	6	3	0	0	11
Interagir com o <i>software</i> me exige grande esforço mental	5	4	2	0	0	11
Achar e recuperar erros encontrados é fácil	0	0	7	4	0	11
A interação com o <i>software</i> é rígida e inflexível	1	8	0	2	0	11
Achei o que queria fazer no <i>software</i>	0	1	2	8	0	11
O <i>software</i> se comporta frequentemente de maneira inesperada	2	6	3	0	0	11
Achei complicado preencher algo no sistema	2	7	0	2	0	11

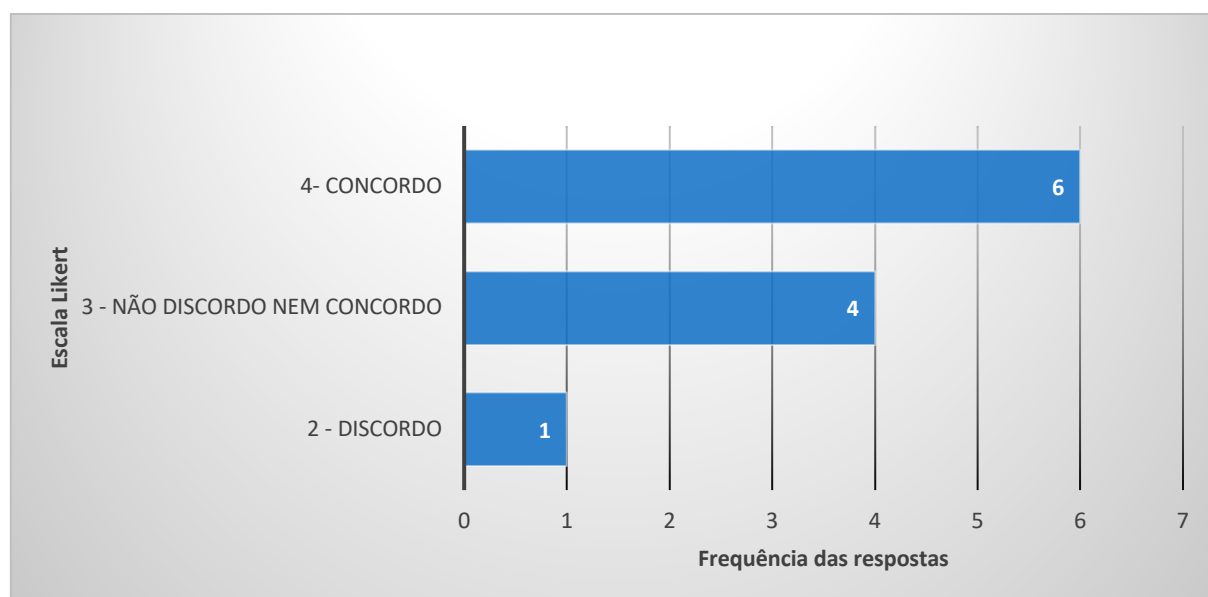
Tornou-se mais fácil lembrar minhas						
tarefas, quando executadas com o	0	1	8	2	0	11
<i>software</i>						
De uma maneira geral, achei fácil o	0	1	1	5	4	11
<i>software</i> para o uso						
Total	20	52	31	25	4	132

Fonte: elaborada pela autora, 2023.

A seguir foram destacadas por meio de representação gráfica a frequência das respostas obtidas a algumas perguntas do questionário TAM, por envolverem as questões sobre a compreensão dos participantes em relação a desempenho, eficácia, dispêndio de tempo e utilidade do *software* na execução de suas tarefas diárias.

Em relação a afirmação “Usando o SisPrad eu despendo menos tempo para realizar meu trabalho” (Figura 6), quatro participantes concordaram com a afirmação, três não concordaram nem discordaram, e um discordou. A consciência de que a implantação de um *software* necessita do abastecimento inicial de dados para seu uso talvez tenha influenciado nas respostas dos participantes, já que alguns referiram essa preocupação no campo aberto a sugestões que o formulário continha.

Figura 6 – Distribuição da frequência das respostas segundo a escala Likert à afirmação “Usando o SisPrad eu despendo menos tempo para realizar meu trabalho do TAM questionário”.

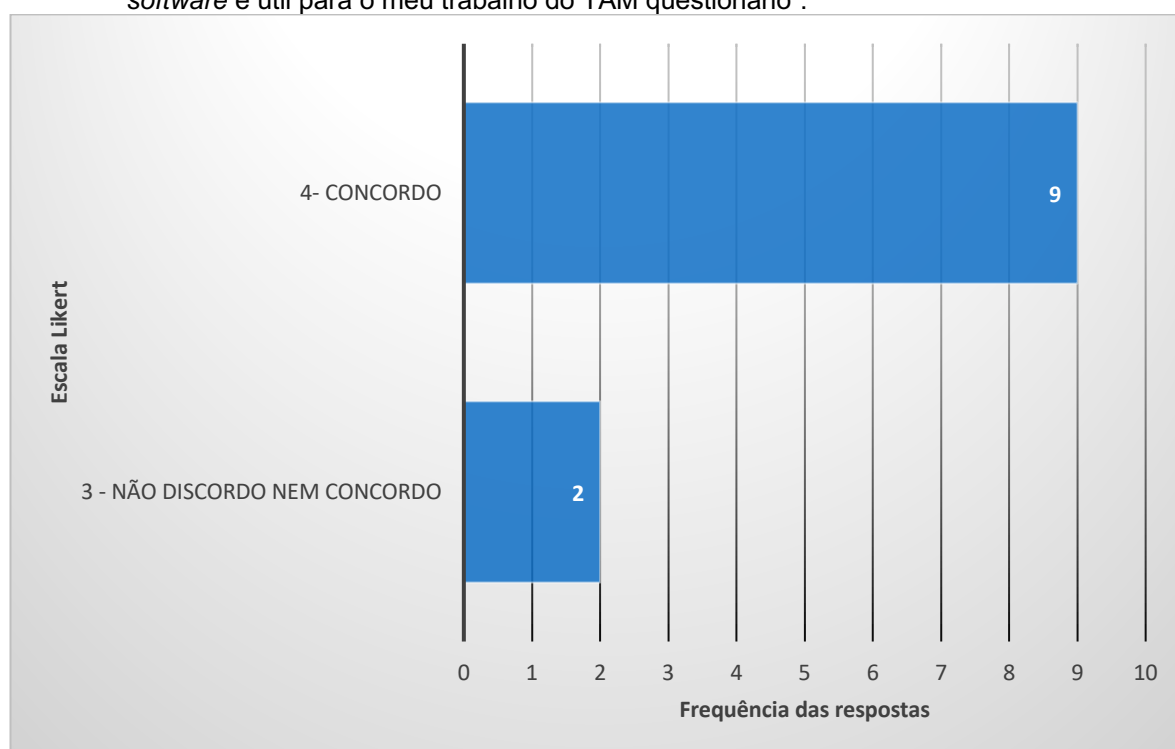


Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Apesar da necessidade inicial do preenchimento dos dados, o *software* posteriormente proporciona acesso rápido e economia de tempo, além de centralizar informações, que se encontram atualmente fragmentadas nos diversos setores do Serviço de Radiologia da instituição.

Quanto à afirmação “O *software* é útil para o meu trabalho”, a maioria dos participantes concordou com ela (Figura 7), demonstrando que reconheceram a importância do *software* em suas atividades diárias. A literatura cita que a percepção da utilidade de uma tecnologia é um dos fatores determinantes para que o usuário a adote (KUMAR, 2023).

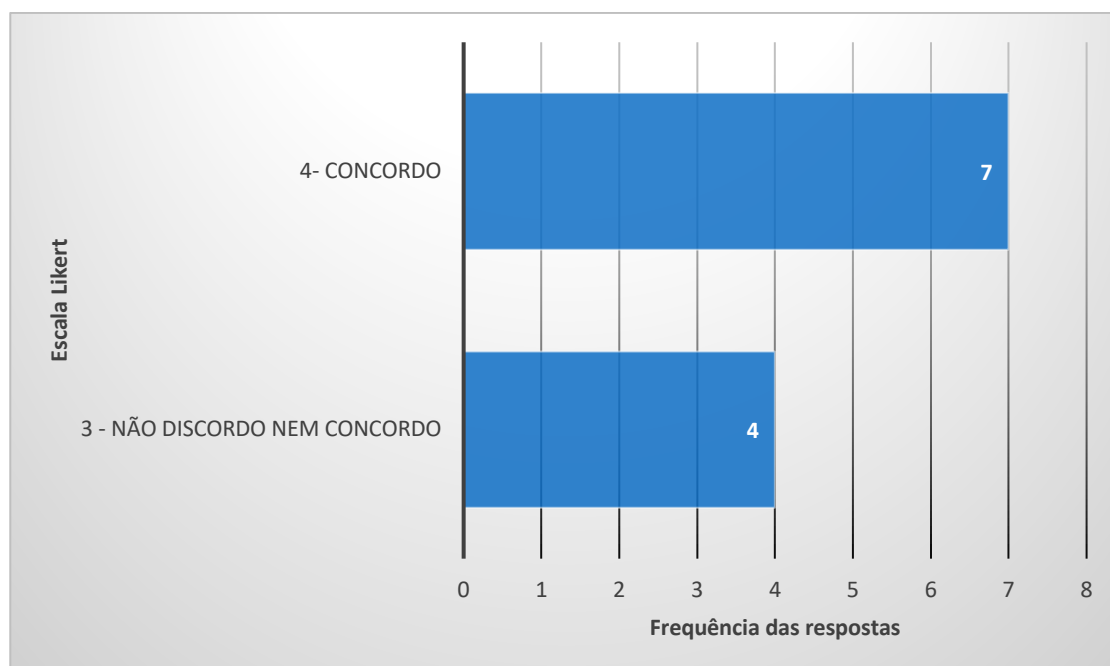
Figura 7 – Distribuição da frequência das respostas, segundo a escala Likert, para a afirmação “O *software* é útil para o meu trabalho do TAM questionário”.



Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Sete dos 11 participantes tiveram a percepção de que o *software* aumentou sua produtividade, e quatro se mostraram neutros em relação a essa afirmação, o que traduz para esse último grupo de participantes a necessidade da compreensão das vantagens do *software*, em relação à sua produtividade (Figura 8) – o que poderá ser feito no futuro, se o *software* for utilizado oficialmente na instituição.

Figura 8 – Distribuição da frequência das respostas, segundo a escala Likert. para à afirmação “O *software* aumenta minha produtividade do TAM questionário”.

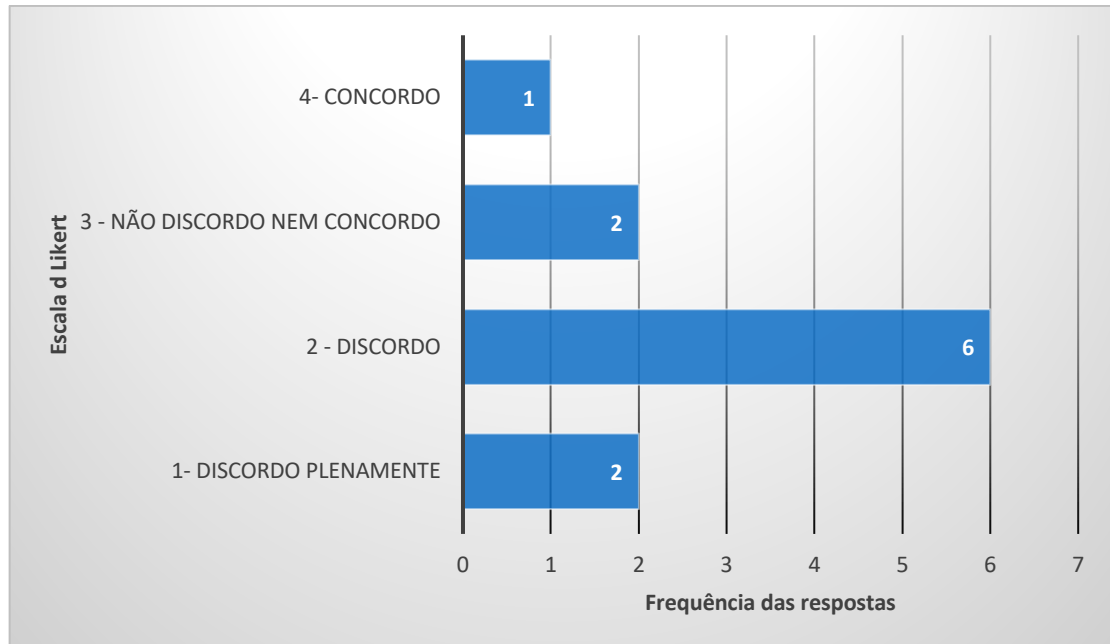


Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Quanto à facilidade do uso do *software* (Tabela 3), nove participantes responderam “concordo” ou “concordo plenamente” com a afirmação “De uma maneira geral, achei fácil o *software* para o uso”.

Oito participantes discordaram da afirmação segundo a qual *software* lhe confundia. Isso demonstra que as informações dele eram demonstradas de maneira clara, e somente um participante concordou com a afirmação (Figura 9).

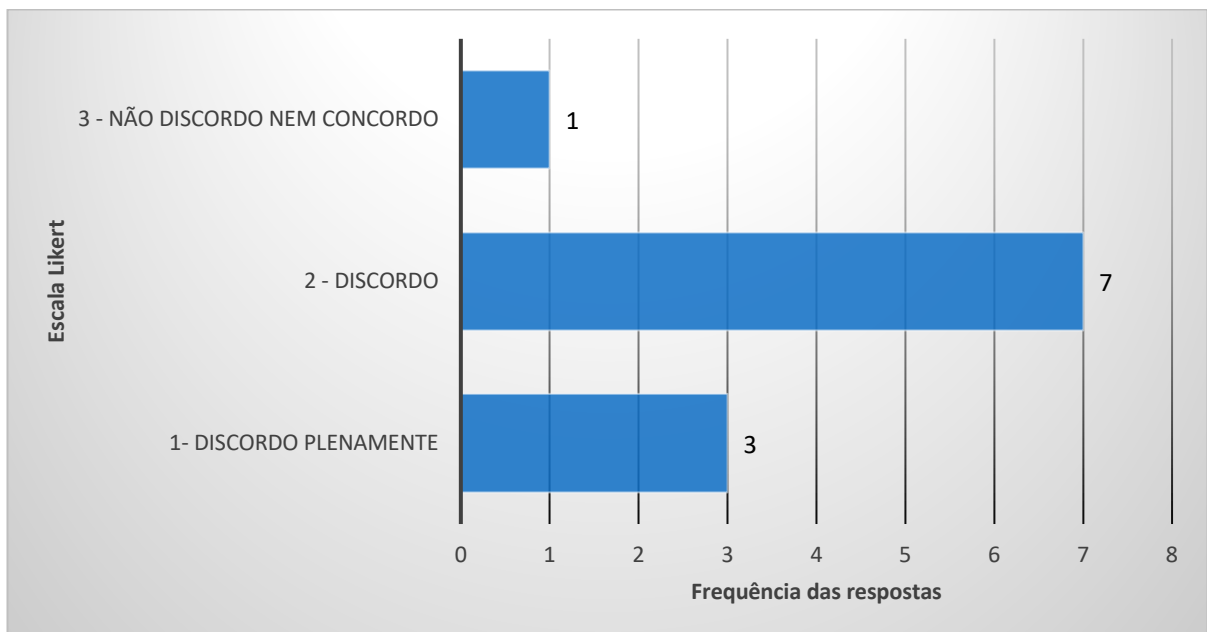
Figura 9 – Distribuição da frequência das respostas, segundo a escala Likert, para a afirmação “O *software* me confunde quando eu o uso do TAM questionário”.



Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Dos 11 participantes, dez responderam que discordavam da afirmação “O *software* me induziu a erros” (Figura 10). Um sistema que induz o usuário a erro colocaria este sistema como inadequado para ser utilizado.

Figura 10 – Distribuição da frequência das respostas, segundo a escala Likert, para a afirmação “O *software* me induziu a erros”.

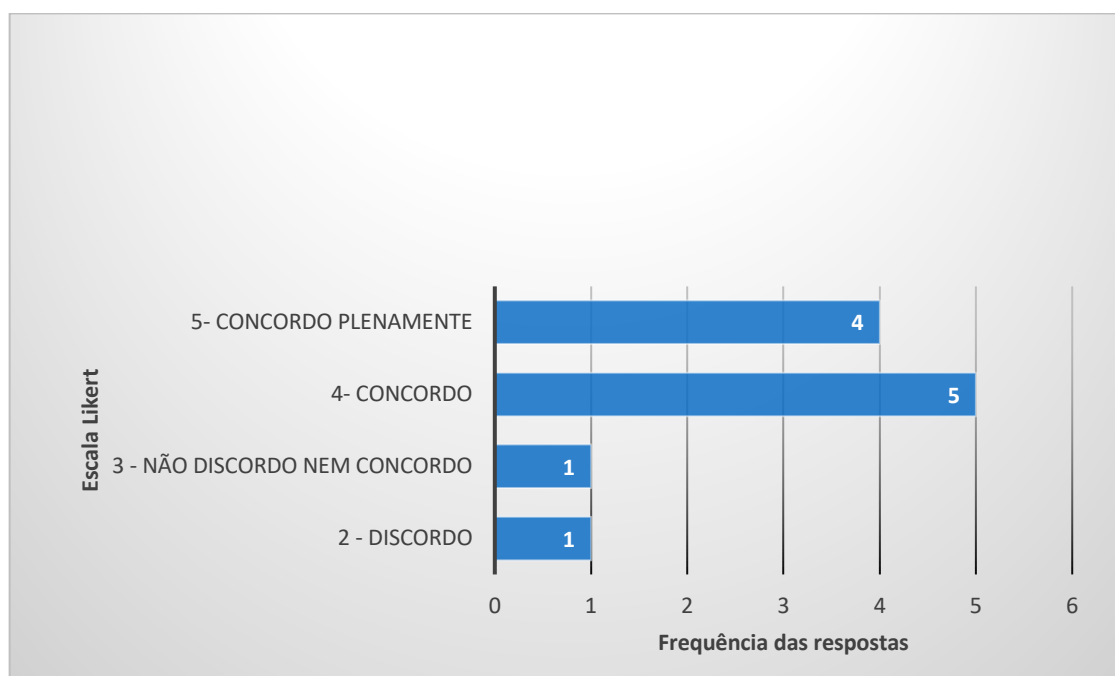


Fonte: elaborado pela autora, 2023.

O fato de os Serviços Radiológicos envolverem processos de alta complexidade os torna mais suscetíveis a erros, e ferramentas que proporcionam melhorias na comunicação diminuem o risco de falhas e impactam positivamente o desempenho nesses serviços (VISHAL; FLANDERS; ZOGA, 2019).

Assim como na percepção da utilidade, a maioria dos participantes referiu ser o *software* fácil para o uso (Figura 11). A percepção da facilidade costuma diminuir quando a tecnologia é menos funcional ou se é avaliada por usuários específicos para os quais o produto ou sistema foi desenvolvido (KUMAR, 2023).

Figura 11 – Distribuição da frequência das respostas, segundo a escala Likert, para a afirmação: De uma maneira geral, achei o *software* fácil para o uso.



Fonte: elaborado pela autora, 2023.

A utilização de múltiplas perguntas ou uso de único item para avaliar, por exemplo, a satisfação com um produto foi motivo de debate. A avaliação psicométrica com múltiplas perguntas parecia ser mais confiável, porém estudos que utilizavam a avaliação por meio de único item produziram resultados semelhantes àqueles com múltiplas perguntas (BANGOR, 2009).

Algumas críticas ao uso do questionário TAM na literatura são relativas a ter uma simplicidade excessiva. Tentando solucionar os problemas com o modelo, novas versões desse questionário foram construídas com o passar dos anos (KUMAR, 2023). Modelos como o TAM não incluem a avaliação da complexidade sociotécnica

em que uma tecnologia está inserida e reduzem-se a avaliar somente as expectativas dos usuários. Recomendam-se direções para nortear os desafios de se implantar uma tecnologia. O questionário TAM é uma ferramenta rápida para avaliar a aceitação em tecnologia, porém esse modelo e suas adaptações já atingiram seu platô (SHACHAK; KUZIEMSKY; PETERSEN, 2019).

Os questionários para avaliação de usabilidade não identificam os problemas que precisam ser resolvidos, sendo os métodos qualitativos mais úteis para isso (MARAMBA *et al.*, 2019). Por esse motivo, no formulário enviado aos participantes do estudo, foi deixado espaço para que escrevessem suas impressões, sugestões e críticas à nova versão do *software*.

Existiram, ainda, por parte dos participantes, algumas sugestões, críticas e elogios a segunda versão do *software*, conforme transcrito a seguir:

Ter tipo de proteção usada pelo trabalhador... Acredito que seja necessário um treinamento prévio para melhorar a usabilidade.

Talvez melhorar a parte da hemodinâmica, ficou um pouco confuso.

A aba "PORTAL" poderia ter outra nomenclatura, para ser mais intuitivo. A lista dos usuários do programa já consta nas "CONFIGURAÇÕES", não necessita constar também na aba "PORTAL". Na subaba "PROCEDIMENTOS", poderia ser colocada a nomenclatura "PROCEDIMENTOS REALIZADOS" para um melhor entendimento dos visualizadores do sistema. Sugestões: integração com banco de dados SIERBP da vigilância, ao passar o *mouse* sobre nomenclatura das abas mostrarem informações sucintas das funcionalidades das mesmas, como podemos verificar em diversos aplicativos de bancos, *softwares*. Um tutorial para os operadores demonstrando as funcionalidades do sistema seria útil.

Na aba EQUIPAMENTOS, a coluna de documentos poderia ficar por última. Outro ponto, é que todas as vezes que coloco um cadastro de atividades nos equipamentos, todas as abas referentes ao equipamento se abrem, podendo ser editadas sem necessidade. O botão "exclusão em massa" poderia ver escrito apenas "exclusão" e deveria ser limitado para o administrador. Também acredito que deveria ficar o histórico das manutenções registradas nas fichas de cada equipamento.

Visualmente está muito agradável.

As alterações e correções sugeridas no formulário foram levadas ao desenvolvedor do *software*, e novos ajustes foram realizados para se chegar à versão final do *software*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo conseguiu atingir seus objetivos, como a criação de sistemas de alarme de doses e de testes de controle de qualidade dos equipamentos, além de ter implementado melhorias no layout. A segunda versão foi considerada útil e de fácil uso pela maioria dos participantes, sendo indicativo de aceitação.

O escore de teste de usabilidade com a segunda versão está abaixo do encontrado no estudo da primeira versão, porém o valor obtido é considerado bom, estando dentro do relatado pela literatura.

O fato de a amostra ter sido por conveniência não parece ser um limitante do estudo, pois outras pesquisas de *software* mostram que é necessário selecionar usuários com o perfil para o qual o produto está sendo desenvolvido.

Foram apontadas fragilidades da segunda versão do SisPRad, fazendo-se necessários futuros ajustes, o que não prejudica os resultados obtidos, já que os testes de usabilidade e percepção geralmente são aplicados nos estudos antes da implantação efetiva da versão final do *software*.

A oportunidade de interligar o SisPRad ao Sistema de Informação Estadual de Risco e Benefício Potencial e aos demais sistemas utilizados pela instituição abre caminho para a realização de novo estudo, com foco nessa interligação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Requisitos ergonômicos para trabalho de escritório com terminais de visualização (VDTS)** – Parte 11: Orientações sobre usabilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ALMÉN, A.; LUNDH, C. A management system integrating radiation protection and safety supporting safety culture in the hospital. **Radiation Protection Dosimetry**, v.164, n. 1-2, p. 18-21, 2015.

BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining What individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. **Journal of Usability Studies**, v. 4, n. 3, 2009.

BARAJAS-BUSTILLOS, M. A. *et al.* Design and validation of a questionnaire in Spanish language for software usability evaluation. **Work**, v. 64, n. 3, p. 453-459, 2019.

BEVAN, N. International standards for usability should be more widely used. **Journal**

of **Usability Studies**, v. 4, n. 3, p. 106-113, 2009.

BIRD, M. *et al.* A generative co-design framework for healthcare innovation: development and application of an end-user engagement framework. **Research Involvement and Engagement**, n. 7, v. 12, 2021.

BROOKE, J. SUS: A 'quick and dirty' usability scale. In: JORDAN, P. W.; THOMAS, B.; BERNARD, A. **Usability evaluation in industry**. Chicago: Taylor & Francis: 1996. p. 189-194.

BROOKE, J. SUS: a retrospective. **Journal of Usability Studies**, v. 8, p. 29-40, 2013.

DAROIT, N. B. *et al.* Custeio baseado em atividade e tempo (TDABC) em um departamento de radiologia hospitalar no Sul do Brasil. **Jornal Brasileiro de Economia da Saúde**, v. 10, n. 3, p. 302-307, 2018.

DAVIS, F. D. **A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results**. 1985. Tese (Doutorado em Gestão) – Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 1985.

DAVIS, F. D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. **MIS Quarterly**, n. 3, v. 13, p. 319-340, 1989.

GRALHA, S. R.; BITTENCOURT, O. N.S. Análise de questionários de avaliação de aplicativos na área da saúde: uma revisão sistemática. **Clinical and Biomedical Research**, v. 42, n. 2, 2022.

HODRIEN, A.; FERNANDO, T. A Review of Post-Study and Post-Task Subjective Questionnaires to Guide Assessment of System Usability. **Journal of Usability Studies**, v. 16, n. 3, 2021.

HTML. **Living standard**. 2023. Disponível em: <https://html.spec.whatwg.org/multipage/#toc-ipr>. Acesso em: 2 out. 2023.

HUHN, A. *et al.* Proteção radiológica: da legislação à prática de um serviço. **Enfermagem em Foco**, v. 7, n. 2, p. 27-31, 2016.

HUHN, A. **SisPRad**: software para gestão da proteção radiológica. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/216693>. Acesso em: 5 out. 2023.

HUHN, A. *et al.* SisPRad: software for radiological protection management in a hospital

environment. **Texto & Contexto – Enfermagem**, v. 30, p. 1-15, 2021.

HYZY, M. *et al.* System Usability Scale Benchmarking for Digital Health Apps: Meta-analysis. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 10, n. 8, 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO/IEC 25010:2011. **Systems and software engineering. Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE)**. System and software quality model. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/56737.html>

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO/IEC 25023:2016**. Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/35747.html>.

KUMAR, M. Technology acceptance model: a review. **Journal of Advanced Research in Information Technology, Systems and Management**, v. 7, n. 1, p. 4-7, 2023.

LARAVEL. **Contribution guide**. 2023. Disponível em: <https://laravel.com/docs/8.x/contributions#coding-style-guide>. Acesso em: 2 out. 2023.

LEWIS, J. R. Comparison of four TAM item formats: effect of response option labels and order. **Journal of Usability Studies**, v. 14, n. 4, p. 224-236, 2019.

LIKERT, R.; ROSLOW, S.; MURPHY, G. A simple and reliable method of scoring the Thurstone attitude scales. **Journal of Psychology**, 5, 1934. Disponível em: https://brocku.ca/MeadProject/Likert/Likert_1934.html. Acesso em: 5 out. 2023.

MARAMBA, I.; CHARTTERJEE, A.; NEWMAN, C. Methods of usability testing in the development of eHealth applications: A scoping review. **International Journal of Medical Informatics**, v. 126, p. 95-104, 2019.

MARIKYAN, D.; PAPAGIANNIDIS, S. **Technology Acceptance Model**: A review. TheoryHub Book, 2023. Disponível em: <https://open.ncl.ac.uk/theories/1/technology-acceptance-model/>. Acesso em: 2 out. 2023.

MDN WEB DOCS. **JavaScript**. 2023. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>. Acesso em: 2 out. 2023.

MYSQL. **MySQL documentation**. 2023. Disponível em: <https://dev.mysql.com/doc/>. Acesso em: 2 out. 2023.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Morgan Kaufmann Publishers, 1993. Disponível em:

<https://dl.acm.org/doi/epdf/10.5555/2821575>. Acesso em: 2 out. 2023.

OPEN SOURCE INIATIVE®. **The MIT License (MIT)**. c2014-2015. Disponível em: <https://opensource.org/license/mit>. Acesso em: 2 out. 2023.

PHP-FIG. **PSR-1**: Basic coding standard. 2023a. Disponível em: <https://www.php-fig.org/psr/psr-1/>. Acesso em: 2 out. 2023.

PHP-FIG. **PSR-2**: Coding style guide. 2023b. Disponível em: <https://www.php-fig.org/psr/psr-2/>. Acesso em: 2 out. 2023.

PHP. Site oficial do PHP: URL: <https://www.php.net/>

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**: uma abordagem profissional. 7a. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

ROCHA, H. M. N. *et al.* Usabilidade de um sistema de monitoramento das internações em pronto-socorro. **Revista de Saúde Pública**, v. 55, p. 113, 2021.

SCRUM.ORG. **What is scrum?** 2023. Disponível em: <https://www.scrum.org/learning-series/what-is-scrum>. Acesso em: maio de 2023.

SHACHAK, A.; KUZIEWSKY, C.; PETERSEN, C. Beyond TAM and UTAUT: Future directions for HIT implementation research. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 100, p. 103315, 2019.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 9. ed. Pearson Universidades: São Paulo, 2011.

SUTHERLAND, J. S. **A arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo**. Tradução de Natalie Gerhardt. São Paulo: LeYa, 2014.

VALENTE, M. T. **Engenharia de software moderna**: princípios e práticas para desenvolvimento de software com produtividade. Independente, 2020.

VISHAL, D.; FLANDERS, A.; ZOGA, A. C. Leveraging Technology to Improve Radiology Workflow. **Seminars in Musculoskeletal Radiology**, v. 22, n. 5, p. 528-539, 2018.

WALKER, M.; TAKAYAMA, L.; LANDAY, J. A. High-fidelity or low-fidelity, paper or computer? Choosing attributes when testing web prototypes. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 46, n. 5, p. 661-665, 2002.

W3C. **Cascading style sheets**. 2023. Disponível em: <https://www.w3.org/Style/CSS/>. Acesso em: 2 out. 2023.

WALSH, L. *et al.* Risk bases can complement dose bases for implementing and optimising a radiological protection strategy in urgente and transition emergency phases. **Radiation and Environmental Biophysics**, v. 58, n. 4, p. 539–552, 2019.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O instrumento de coleta por meio de entrevistas mostrou-se muito útil para se estudarem pontos específicos da primeira versão, já que os testes utilizados para avaliação de usabilidade são mais restritos a uma impressão geral da interação do usuário com o *software*.

A primeira etapa do estudo possibilitou analisar todos os fatores que contribuíram para as fragilidades da primeira versão do *software* e foi crucial para guiar o desenvolvimento da segunda versão. A segunda versão mostrou-se útil, intuitiva e fácil de ser usada. De maneira geral, os participantes a acharam agradável, sem lhes exigir grande esforço mental.

Na etapa do desenvolvimento da segunda versão, apesar de ter sido obtida a autorização formal para o envio automático dos dados do SisPRad ao SIERBP, a demora para essa formalização comprometeu um dos objetivos iniciais secundários do estudo, que era realizar a integração dos sistemas, sendo novamente uma das fragilidades apontadas na avaliação da segunda versão.

Outra limitação que se pode citar, apesar de não ser objetivo do presente estudo, foi o fato de o *software* não ter sido interligado aos demais sistemas e plataformas utilizados pelos profissionais da instituição. Essa interligação demandaria processos de autorização formal das instituições responsáveis pelo hospital, o que exigiria novos processos de autorização legal diante da empresa gestora do hospital. A falta dessa interligação contribui para que os trabalhadores não se sintam motivados a utilizar o *software*.

A oportunidade de realizar a interligação do *software* ao SIERBP e aos demais sistemas utilizados na instituição pode ser a justificativa para novo estudo. A solução desde a fragilidade pode ser o diferencial para a adesão e o sucesso da implantação do *software* na instituição.

A criação de novos módulos dentro do *software* e a utilização de inteligência artificial são perspectivas que podem ser abordadas com o fim de otimizar o SisPrad. O *software* poderá ganhar mais versatilidade com a possibilidade de fornecer novos recursos tecnológicos adaptando-o as exigências do mundo real.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Requisitos ergonômicos para trabalho de escritório com terminais de visualização (VDTS)** – Parte 11: Orientações sobre usabilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Engenharia de software – Avaliação de Produto**. Parte 6: Documentação de módulos de avaliação. ABNT NBR ISSO/IEC 14598-6. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Engenharia de software – Requisitos e avaliação da qualidade de produto de software (SquaRE)**: Requisitos de qualidade. ABNT NBR ISSO/IEC 25030. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Engenharia de sistemas e de software** – Processo de medição. ABNT NBR ISSO/IEC 15939. Rio de Janeiro: ABNT, 2009a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Engenharia de software – Requisitos e avaliação da qualidade de produto de software (SquaRE)**: Guia e modelo de referência para medição. ABNT NBR ISSO/IEC 25020. Rio de Janeiro: ABNT, 2009b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Engenharia de software – Requisitos e avaliação da qualidade de produto de software (SquaRE)**: Planejamento e gestão. ABNT NBR ISSO/IEC 25001. Rio de Janeiro: ABNT, 2009c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Informática em saúde** – Requisitos de segurança para arquivamento de registros eletrônicos em saúde. – Princípios. ABNT ISO/TS. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Informação e documentação**. Referências — Elaboração. ABNT NBR 6023. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ALKIAYAT, M. A practical guide to creating a pareto chart as a quality improvement tool. *Global Journal of Health Science*, v. 4, n. 2, p. 83-84, 2021.

ALMÉN, A.; LUNDH, C. A management system integrating radiation protection and safety supporting safety culture in the hospital. *Radiation Protection Dosimetry*, v.164, n. 1-2, p. 18-21, 2015.

AMMAR, L. B. A Usability Model for Mobile Applications Generated with a Model-Driven Approach. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, v. 10, n. 2, 2019.

ANKER, J. S. *et al.* Guidance for publishing qualitative research in informatics. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 28, n. 12, p. 2743-2748, 2021.

ARTHMAR, R. VILFREDO PARETO. Manual of Political Economy. A critical and variorum edition. Edited by Aldo Montesano, Alberto Zanni, Luigino Bruni, John Chipman and Michael McLure. Oxford: Oxford University Press, 2014, 664 p. **Estudos Econômicos**, v. 45, n. 2, p.459-470, 2015.

BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining What individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. **Journal of Usability Studies**, v. 4, n. 3, 2009.

BARAJAS-BUSTILLOS, M. A. *et al.* Design and validation of a questionnaire in Spanish language for software usability evaluation. **Work**, v. 64, n. 3, p. 453-459, 2019.

BARBETTA, P.A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. Florianópolis: UFSC, 2019.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARNUM, C. *et al.* The "magic number 5": is it enough for web testing? April 2003 CHI 2003: NEW HORIZONS p. 698-699, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/200553097_The_magic_number_5_is_it_enough_for_web_testing

BEVAN, N. *et al.* The "magic number 5": is it enough for web testing? In: CONFERENCE: CHI '03 EXTENDED ABSTRACTS. April 2003.

BASS, L.; CLEMENTS, P.; KAZMAN, R. **Software architecture in practice**. Addison-Wesley Professional, 2013.

BEEDLE, M. **Manifesto for agile software development**. 2001. Disponível em: <http://agilemanifesto.org>. Acesso em: 27 set. 2023.

BELFIORE, P. Estatística aplicada a administração, contabilidade e economia. Rio de Janeiro: GEN, 2015.

BEVAN, N. International standards for usability should be more widely used. **Journal of Usability Studies**, v. 4, n. 3, p. 106-113, 2009.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto, 1994.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2013. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 589, de 20 de maio de 2015. Institui a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS). **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2015.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2016. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Resolução - RDC nº 330, de 20 de dezembro de 2019. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-rdc-n-330-de-20-de-dezembro-de-2019-235414748?inheritRedirect=true>. Acesso em: 27 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Instrução Normativa – I/N Nº 90, de 27 de maio de 2021. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-90-de-27-de-maio-de-2021-323020973>. Acesso em: 8 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Resolução – nº 611, de 9 de março de 2022. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2022.

BROOKE, J. SUS: A 'quick and dirty' usability scale. In: JORDAN, P. W.; THOMAS, B.; BERNARD, A. **Usability evaluation in industry**. Chicago: Taylor & Francis: 1996. p. 189-194.

BROOKE, J. SUS: a retrospective. *Journal of Usability Studies*, v. 8, p. 29-40, 2013.

BUENO, C. F. S.; CAMPELO, G. B. **Qualidade de Software**. Pernambuco: Departamento de Informática da Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~mrsj/Qualidade/Qualidade%20de%20Software.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

CAMPBELL, F. D.; STANLEY J. C. **Experimental and quasi-experimental designs for research**. Chicago: Rand McNally & Company, 1963. Disponível em: https://moodle2.units.it/pluginfile.php/132646/mod_resource/content/1/Estratto_ShadishCookCampbellExperimental2002.pdf. Acesso em: 27 set. 2023.

CESARIO, J. M. S; FLAUZINO, V. H. P.; MEJIA, J. V. C. Metodologia científica: principais tipos de pesquisas e suas características. **Revista Científica Multidisciplinar**, 2020.

CHIPMAN, J. **Pareto**: Manual of Political Economy. Minnesota: University of Minnesota, 2002. Disponível em: <http://www.econ.umn.edu/~jchipman/DALLOZ5.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

CIELO A.C. *et al.* Implantação da Estratégia e-SUS Atenção Básica: uma análise fundamentada em dados oficiais. **Revista de Saúde Pública**, v.56, 2022

CLARKE, R. H.; VALENTIN, J. The history of ICRP and the evolution of its policies invited by the Commission in October 2008. **Annals of the ICRP**, v. 39, n. 1, p. 75-110, 2009.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). Resolução CNEN nº 114 de 24/08/2011. Dispõe sobre alteração do item 5.4.2.1 da norma CNEN-NN-3.01 - Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, abrangendo o limite de dose para o cristalino do olho. **Diário Oficial**: Brasília, DF, 2011. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-114-2011_114665.html. Acesso em: 27 set. 2023.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). Resolução 164, de 07 de março de 2014. Dispõe sobre a alteração do item 5.4.3.1 da Norma CNEN NN 3.01 Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, que define a otimização médica da proteção radiológica aplicável à área de medicina nuclear. **Diário Oficial**: Brasília, DF, 2014. Disponível em: <http://memoria.cnen.gov.br/manut/ImprimeLeg.asp?Tipo=RES%20%20&Ano=2014&Numero=164>. Acesso em: 27 set. 2023.

COOPER, A.; REIMANN, R.; CRONIN, D. **About face 3**. The Essentials of Interaction Design. Indianápolis: Wiley Publishing, 2007.

DAROIT, N. B. *et al.* Custeio baseado em atividade e tempo (TDABC) em um departamento de radiologia hospitalar no Sul do Brasil. **Jornal Brasileiro de Economia da Saúde**, v. 10, n. 3, p. 302-307, 2018.

DAVIS, F. D. **A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems**: theory and results. 1985. Tese (Doutorado em Gestão) – Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 1985.

DAVIS, F. D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. **MIS Quarterly**, n. 3, v. 13, p. 319-340, 1989.

DEV MEDIA. **Ciclos de vida do software**. 2011. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/ciclos-de-vida-do-software/21099>. Acesso em: 27 set. 2023.

FRANE N.; BITTERMAN, A. Radiation Safety and Protection. In: **StatPearls**. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023.

GRALHA, S. R.; BITTENCOURT, O. N. S. Análise de questionários de avaliação de aplicativos na área da saúde: uma revisão sistemática. **Clinical & Biomedical Research**, v. 42, n. 2, 2022.

GROSSOEHME, D. H. Overview of qualitative research. **Journal of Health Care Chaplaincy**, v. 20, n. 3, p. 109-122, 2014.

HAJESMAEEL-GOHARI, S. *et al.* The most used questionnaires for evaluating satisfaction, usability, acceptance, and quality outcomes of mobile health. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, v. 22, n. 22, 2022.

HARRIS, A. D. *et al.* The use and interpretation of quasi-experimental studies in medical informatics. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v.13, n. 1, p. 16-23, 2006.

HEDLER, H. C. *et al.* Aplicação do modelo de aceitação de tecnologia à computação em nuvem. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 6, n. 2, p. 188-207, 2016.

HODRIEN, A.; FERNANDO, T. A Review of Post-Study and Post-Task Subjective Questionnaires to Guide Assessment of System Usability. **Journal of Usability Studies**, v. 16, n. 3, 2021.

HTML. **Living standard**. 2023. Disponível em: <https://html.spec.whatwg.org/multipage/#toc-ipr>. Acesso em: 27 set. 2023.

HUHN, A. **Software para gestão da proteção radiológica**. 2020. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

HUHN, A. *et al.* Proteção radiológica: da legislação à prática de um serviço. **Enfermagem em Foco**, v. 7, n. 2, p. 27-31, 2016.

HUHN, A. *et al.* SisPRad: software for radiological protection management in a hospital environment. **Texto & Contexto – Enfermagem**, v. 30, p. 1-15, 2021.

HUMPHREY, A. SWOT analysis for management Consulting. **SRI Alumni Newsletter**, p. 7-8, 2005.

HYZY, M. *et al.* System Usability Scale Benchmarking for Digital Health Apps: Meta-analysis. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 10, n. 8, 2022.

IBM. **Db2 11.1**. 2014. Disponível em: <https://www.ibm.com/docs/en/db2/11.1>. Acesso em: 27 set. 2023.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). **Recommendations of the International Commission on Radiological Protection**. 1977. ICRP Publication 26.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). **1990**

Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. 1991. ICRP Publication 60.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). **The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.** 2007. ICRP Publication 103.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO/IEC 25010:2011.** Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. 2011. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/35733.html>. Acesso em: 5 out. 2023.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO/IEC/IEEE 29119-3:2013.** Software and systems engineering – Software testing. Part 3: Test documentation. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/56737.html>. Acesso em: 27 set. 2023.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO/IEC 25023:2016.** Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/35747.html>. Acesso em: 27 set. 2023.

IZAGUIRRE, L. V. *et al.* Impacto de las aplicaciones y servicios informáticos desarrollados por la Universidad de las Ciencias Informáticas para el sector de la salud. **Revista Cubana de Informática Médica**, v. 12, n. 1, p. 58-75, 2020.

KARAMI, M.; HAFIZI, N. Enhancing patient safety using medical imaging informatics. **Radiology Management**, v. 39, n. 2, p. 27-35, 2017.

KIREMIRE, A. R. **The application of the Pareto Principle in software engineering.** Louisiana Tech University, 2011. Disponível em: <https://studylib.net/doc/8372157/the-application-of-the-pareto-principle-in-software>. Acesso em: 27 set. 2023.

KITTEL, A. *et al.* 360° Virtual Reality: A SWOT analysis in comparison to virtual reality. **Frontiers in Psychology**, v. 11, 2020.

KUHN, E. *et al.* Interfaces of occupational health management and corporate social responsibility: a multi-centre qualitative study from Germany. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1, p. 1-10, 2021.

KUMAR, M. Technology acceptance model: a review. **Journal of Advanced Research in Information Technology, Systems and Management**, v. 7, n. 1, p. 4-7, 2023.

LARAVEL. **Contribution guide.** 2023. Disponível em: <https://laravel.com/docs/8.x/contributions#coding-style-guide>. Acesso em: 27 set. 2023.

LEITE, J. C. S. P. **Engenharia de requisitos**. 2007. Disponível em: <http://livrodeengenhariaderequisitos.blogspot.com>. 2007. Acesso em: 27 set. 2023.

LEWIS, J. R. Comparison of Four TAM Item Formats: Effect of Response Option Labels and Order. **Journal of Usability Studies**, v. 14, n. 4, p. 224-236, 2019.

LIKERT, R.; ROSLOW, S.; MURPHY, G. A simple and reliable method of scoring the Thurstone attitude scales. **Journal of Psychology**, 5, 1934. Disponível em: https://brocku.ca/MeadProject/Likert/Likert_1934.html. Acesso em: 5 out. 2023.

LOCKART, J. **PHP The Right Way**. s./d. Disponível em :<https://phptherightway.com/>. Acesso em 27 set. 2023.

LOOSE, R. W. *et al.* Radiation dose management systems - requirements and recommendations for users from the ESR EuroSafe Imaging initiative. **European Radiology**, v. 31, p. 2106-2114, 2021.

LORANGE, P.; MORTON, M. S. S. **Management control systems**: A conceptual framework. Massachusetts Institute of Technology, 1974.

MACHADO, M. P.; SOUZA S. F. **Métricas e qualidade de software**. Universidade Federal do Espírito Santo, 2010. Disponível em: <https://mmpsw.files.wordpress.com/2010/04/aula-12-qualidade-sw.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

MANZINI, E. J. Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE ESTUDO E ESTUDOS QUALITATIVOS, 2004. **Anais...** Bauru, 2004.

MARAMBA, I.; CHARTTERJEE, A.; NEWMAN, C. Methods of usability testing in the development of eHealth applications: A scoping review. **International Journal of Medical Informatics**, v. 126, p. 95-104, 2019.

MARIKYAN, D.; PAPAGIANNIDIS, S. **Technology Acceptance Model**: A review. TheoryHub Book, 2023. Disponível em: <https://open.ncl.ac.uk/theories/1/technology-acceptance-model/>. Acesso em: 27 set. 2023.

MARIN, H. de F. Sistemas de informação em saúde: considerações gerais. **Journal of Health Informatics**, v. 2, n. 1, 2010.

MAXQDA. **VERBI Software**. 2020 [computer software]. Berlin, Germany: VERBI Software, 2019. Disponível em: <https://www.maxqda.com/pt/software-analise-qualitativa>. Acesso em: 5 out. 2023.

MDN WEB DOCS. **JavaScript**. 2023. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>. Acesso em: 27 set. 2023.

MYSQL. **MySQL documentation**. 2023. Disponível em: <https://dev.mysql.com/doc/>. Acesso em: 27 set. 2023.

NARDELLI, C. **Apostila da disciplina de Engenharia de Software I**. 2009.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Morgan Kaufmann Publishers, 1993. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/epdf/10.5555/2821575>. Acesso em: 27 set. 2023.

NIELSEN, J. **Usability inspection methods**. ACM Digital Library, 1994. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/259963.260531>. Acesso em: 27 set. 2023.

NIELSEN, J. **Why you only need to test with 5 users**. Nielsen Norman Group. 2000. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>. Acesso em: 5 out. 2023.

NIELSEN, J.; LANDAUER, T. K. A mathematical model of the finding of usability problems. **CHI '93: Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems**, p. 206-213, 1993. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/169059.169166>. Acesso em: 5 out. 2023.

NOGUEIRA, A. **100 termos de programação para você entender**. Disponível em: <https://www.hostgator.com.br/blog/100-termos-programacao/>. Acesso em: 10 out. de 2022.

OPEN SOURCE INIATIVE®. **The MIT License (MIT)**. c2014-2015. Disponível em: <https://opensource.org/license/mit>. Acesso em: 27 set. 2023.

PALINKAS, L. A. *et al.* Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. **Administration and Policy in Mental Health**, v. 42, n. 5, p. 533-544, 2015.

PHP-FIG. **PSR-1**: Basic coding standard. 2023a. Disponível em: <https://www.php-fig.org/psr/psr-1/>. Acesso em: 27 set. 2023.

PHP-FIG. **PSR-2**: Coding style guide. 2023b. Disponível em: <https://www.php-fig.org/psr/psr-2/>. Acesso em: 27 set. 2023.

PHP. Site oficial do PHP: URL: <https://www.php.net/>

PICARILLO, A. P. Introduction to quality improvement tools for the clinician. **Journal of Perinatology**, v. 38, n. 7, p. 929-935, 2018.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de estudo em enfermagem: métodos, avaliação e utilização**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**. 7a. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

QUEIROZ, J. V. *et al.* Gestão da qualidade em um setor de radiologia hospitalar: um estudo no centro de diagnóstico por imagem (Santa Catarina). **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde**, v. 4, n. 4, p. 1-13, 2011.

REED, J. C.; DUNAWAY, N. Cyberbiosecurity Implications for the Laboratory of the Future. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 7, p. 182, 2019.

ROBERTSON, A. A. The use of computers in medicine with particular reference to general practice. **Journal of the Royal College of General Practitioners**, v. 15, n. 5, p. 329-335, 1968.

ROCHA, H. M. N. *et al.* Usabilidade de um sistema de monitoramento das internações em pronto-socorro. **Revista de Saúde Pública**, v. 55, p. 113, 2021.

RÖNTGEN, W. C. Über eine neue art von strahlen. vorläufige mittheilung. **Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg**, v. 9, p. 132-141, 1895.
Disponível em:
https://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/archivos_10/Über_eine_neue_art_von_strahlen_ocr.pdf. Acesso em: 5 out. 2023.

SALIMON, C. C.; MACEDO, M. C. S. Aplicações de business intelligence na saúde: revisão de literatura. **Journal of Health Informatics**, v. 9, n. 1, p. 31-35, 2017.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Saúde. **Instrução Normativa N° 001/2014/DIVS/SES - de 27/03/2014**. Florianópolis: 2014.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Saúde. **Instrução normativa N° 004/DIVS/SES**. Florianópolis: SIERI, 2019.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Saúde. **Resolução Normativa n° 005/DIVS/SES de 02/10/2020**. Florianópolis, 2020. Disponível em:
<https://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/component/content/article/sierbp.html?catid=26:legislacao-por-assunto&Itemid=109>. Acesso em: 27 set. 2023.

SANTOS, T. O.; PEREIRA, L. P.; SILVEIRA, D. T. Implantação de sistemas informatizados na saúde: uma revisão sistemática. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, v. 11, n. 3, p. 1-11, 2017.

SCRUM.ORG. **What is scrum?** 2023. Disponível em: <https://www.scrum.org/learning-series/what-is-scrum>. Acesso em: 27 set. 2023.

SHACHAK, A.; KUZIEWSKY, C.; PETERSEN, C. Beyond TAM and UTAUT: Future directions for HIT implementation research. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 100, p. 103315, 2019.

SHAHMORADI L. *et al.* Eletronic health record implementacion: a SWOT analysis. **Acta Medica Iranica**, v. 55 p. 642-649, 2017.

SILVA, D. F. *et al.* Análise de Pareto na resolução de problemas organizacionais: estudo de caso. **Revista Mundo Acadêmico**, v. 11, n. 16, p. 74-94, 2017.

SILVA, A. P. *et al.* Usabilidade dos aplicativos móveis para profissionais de saúde: Revisão Integrativa. **Journal of Health Informatics**, v. 13, n. 3, p. 100-105.

SILVA JÚNIOR L. A.; LEÃO, M. B. C. O software Atlas.ti como recurso para a análise de conteúdo: analisando a robótica no Ensino de Ciências em teses brasileiras. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 3, p. 715-728, 2018.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 9. ed. Pearson Universidades: São Paulo, 2011.

SRINIVASAN, C. A.; DASCHER, P. E. Manage each step for quality software. **Hospital Financial Management**, v. 33, n. 5, p. 18-20, 1979.

SUTHERLAND, J. S. **A arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo**. Tradução de Natalie Gerhardt. São Paulo: LeYa, 2014.

TAO, D. *et al.* Integrating usability and social cognitive theories with the technology acceptance model to understand young users' acceptance of a health information portal. **Health Informatics Journal**, v. 26, n. 2, p. 1347-1362, 2020.

TARIQ, A. *et al.* Current clinical applications of artificial intelligence in radiology and their best supporting evidence. **Journal of the American College of Radiology**, v.17, n. 11, p. 1371-1381, 2020.

VALENTE, M. T. **Engenharia de software moderna: princípios e práticas para desenvolvimento de software com produtividade**. Independente, 2020.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de estudo em administração**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

VISHAL, D.; FLANDERS, A.; ZOGA, A. C. Leveraging Technology to Improve Radiology Workflow. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*, v. 22, n. 5, p. 528-539, 2018.

W3C. **Cascading style sheets**. 2023. Disponível em: <https://www.w3.org/Style/CSS/>. Acesso em: 27 set. 2023.

WALSH, L. *et al.* Risk bases can complement dose bases for implementing and optimising a radiological protection strategy in urgent and transition emergency phases. **Radiation and Environmental Biophysics**, v. 58, n. 4, p. 539–552, 2019.

WHEELER, P. A. *et al.* Evaluating the application of Pareto navigation guided automated radiotherapy treatment planning to prostate cancer. **Radiotherapy & Oncology**, v. 141 p. 220-226, 2019.

WIĘCKOWSKA, B.; RAULINAJTYS-GRZYBEK, M.; BYSZEK, K. Using the Dynamic SWOT Analysis to Assess Options for Implementing the HB-HTA Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, p. 7281, 2022.

ZANELLI, J. C. Estudo qualitativa em estudos da gestão de pessoas. **Estudos de Psicologia**, v. 7, p. 79-88, 2002.

ZHI, Q. *et al.* Element quality indicator: A quality assessment and defect detection method for software requirement specification. **Heliyon**, v. 9, n. 5, 2023.

ANEXOS

ANEXO A – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA – ETAPA 1 (BASEADO EM DAVIS JR, 1986)

Perguntas sobre a percepção da utilidade do *software* SisPrad versão 1.0

Fale quais dificuldades encontrou no SisPrad para realizar seu trabalho?

Usando o SisPrad você despende menos tempo para realizar seu trabalho?

Você acha que o sistema é útil para seu trabalho?

O *software* aumenta sua produtividade?

O *software* aumenta sua eficácia no trabalho?

O *software* melhorou a qualidade do seu trabalho?

O *software* atende todas as suas necessidades? Em caso negativo, explique sua resposta.

O *software* lhe auxilia para resolver processos críticos no seu trabalho?

O *software* lhe possibilitou exercer mais atividades do que exercia?

Perguntas sobre a facilidade de uso do *software* SisPrad versão 1.0

O *software* lhe confunde quando você o usa?

Enumere os erros frequentes que você encontrou com o uso do *software*. O *software* lhe induziu a erros? Quais erros?

A interação com o *software* lhe frustrou? Em que?

Você necessita usar o manual frequentemente para usar o SisPrad? Interagir com o *software* lhe exige grande esforço mental?

Achar e recuperar erros encontrados é fácil usando o *software*?

A interação com o *software* é rígida e inflexível? Cite em que pontos? Você achou o que queria fazer no *software*?

O *software* frequentemente se comporta de maneira inesperada? Você achou complicado precisar preencher algo no sistema?

Tornou-se mais fácil lembrar suas tarefas quando executadas com o *software*? De uma maneira geral você achou fácil o *software* para o uso?

ANEXO B – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS DA ETAPA 2

PRIMEIRA SEÇÃO – QUESTIONÁRIO DE DADOS DEMOGRÁFICOS E AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DO USUÁRIO EM RELAÇÃO À USABILIDADE DO SOFTWARE POR MEIO DA SYSTEM USABILITY SCALE

Profissional:

Idade em anos:

Tempo de atuação em anos:

Sexo:

☐ Masculino ☐ Feminino

Nível de escolaridade:

☐ nível Fundamental ☐ nível Médio ☐ nível Superior incompleto ☐ nível Superior completo

Maior formação concluída:

☐ Pós-Doutorado ☐ Doutorado ☐ Mestrado ☐ Especialização ☐ Graduação ☐ Técnico ☐ Fundamental

Área de formação:

☐ Ciências Exatas ☐ Ciências Biológicas ☐ Ciências da Saúde ☐ Ciências Humanas
☐ Multidisciplinar

Área de atuação:

☐ Educação Profissional e Tecnológica ☐ Tecnologia e Inovação ☐ Administração
☐ Recursos Humanos ☐ Prospectiva Profissional ☐ Orçamento e Financeiro ☐ Tecnologia da Informação

Muito obrigada por participar desta avaliação. Para que a nossa avaliação seja eficaz, porfavor, atente para os detalhes:

- Não deixe nenhuma pergunta sem resposta.
- Dê a nota que achar justa, não se preocupe se a nota for baixa.

Responda cada pergunta, tendo em mente que escala vai de 1 a 5, onde 1 **significa Discordo Completamente** e 5 **significa Concordo Completamente**.

1. Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

2. Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

3. Eu achei o sistema fácil de usar.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

4. Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

5. Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

6. Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

7. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

8. Eu achei o sistema atrapalhado de usar.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

9. Eu me senti confiante ao usar o sistema.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

10. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

SEGUNDA SEÇÃO – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DO USUÁRIO EM RELAÇÃO À PERCEPÇÃO DA FACILIDADE E DA UTILIDADE DO USO DO SOFTWARE – *TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL* (BASEADO EM DAVIS, 1986)

1. Usando o *software* despendo menos tempo para realizar meu trabalho.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

2. Acho o sistema útil para meu trabalho.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

3. O *software* aumenta minha produtividade.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

4. O software aumenta minha eficácia no trabalho.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

5. O software melhorou a qualidade do meu trabalho.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

6. O software atende todas minhas necessidades.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

7. O software me auxilia para resolver processos críticos no meu trabalho.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

8. O software me possibilita exercer mais atividades do que exercia.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.

5() Concordo completamente.

9. O *software* me confundiu quando eu o usei.

1() Discordo completamente.

2() Discordo.

3() Neutro.

4() Concordo.

5() Concordo completamente.

10. O *software* me induziu a erros.

1() Discordo completamente.

2() Discordo.

3() Neutro.

4() Concordo.

5() Concordo completamente.

11. A interação com o *software* me frustrou.

1() Discordo completamente.

2() Discordo.

3() Neutro.

4() Concordo.

5() Concordo completamente.

12. Necessitei usar o manual frequentemente para usar o *software*.

1() Discordo completamente.

2() Discordo.

3() Neutro.

4() Concordo.

5() Concordo completamente.

13. Interagir com o *software* me exige grande esforço mental.

1() Discordo completamente.

2() Discordo.

3() Neutro.

4() Concordo.

5() Concordo completamente.

14. Achar e recuperar erros encontrado é fácil usando o *software*.

1() Discordo completamente.

2() Discordo.

3() Neutro.

4() Concordo.

5() Concordo completamente.

15. A interação com o *software* é rígida e inflexível.

1() Discordo completamente.

2() Discordo.

3() Neutro.

4() Concordo.

5() Concordo completamente.

16. Achei o que queria fazer no *software*.

1() Discordo completamente.

2() Discordo.

3() Neutro.

4() Concordo.

5() Concordo completamente.

17. O *software* frequentemente se comporta de maneira inesperada.

1() Discordo completamente.

2() Discordo.

3() Neutro.

4() Concordo.

5() Concordo completamente.

18. Achei complicado precisar preencher algo no sistema.

1() Discordo completamente.

2() Discordo.

- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

19. Tornou-se mais fácil lembrar minhas tarefas quando executadas com o *software*.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

20. Achei fácil o *software* para o uso.

- 1() Discordo completamente.
- 2() Discordo.
- 3() Neutro.
- 4() Concordo.
- 5() Concordo completamente.

ANEXO C – REGISTRO DA PATENTE NO INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI) DO SISPRAD 2.0






REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
 MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
 INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
 DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS

Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: BR512023003116-0

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 03/07/2023, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: SisPrad 2.0

Data de publicação: 03/07/2023

Data de criação: 03/07/2023

Titular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA - IFSC

Autor(es): ANDREA HUNZ, MARIA AMBRÓSIA DE OLIVEIRA VARGAS, KASSIA ROSANGELA PAZ DE MACEDO

Linguagem: HTML, JAVA SCRIPT, SQL, PHP, OUTROS

Campo de aplicação: SD-01, SD-09

Tipo de programa: AP-01, DS-04

Algoritmo hash: SHA-512

Resumo digital hash:
 94e4d1da821f1d76c499853ad200603c86c7796cf103c5eada81d1896319c5494c82673815cb16820061b3ee4a862f1
 bf50ea43854c320ba60cb2a28025

Expedido em: 24/10/2023

15 de Novembro
 REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
 de 1889

Aprovado por:
 Carlos Alexandre Fernandes Silva
 Chefe da DIPTO

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO APROVADO PELO COMITÊ DE ÉTICA E ESTUDO COM SERES HUMANOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Pró-Reitoria de Estudo Comitê de Ética em Estudo com Seres Humanos

Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima - Trindade Prédio Reitoria II – CEP: 88040-400
Florianópolis - Santa Catarina Telefone: 55 (48) 3721-6094 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado (a) para participar como voluntário em um estudo. Após a leitura e esclarecimento sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, rubrique todas as páginas e assine no final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador.

Título da pesquisa: *Atualização do Software da Gestão da Proteção Radiológica SisPrad*

O Comitê de Ética em Estudo envolvendo seres humanos é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. O Comitê de Ética e Estudo com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC) está localizado na Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, 7º andar do Prédio Reitoria II, sala 701, Trindade, Florianópolis. Horário de funcionamento de segunda a sexta, das 8h às 12h e das 14h às 18h, telefone para contato (48) 37XXXXXX, e-mail: XXXXXXXX.

O objetivo desta pesquisa é desenvolver melhorias na versão original do SisPrad, para que atenda às necessidades do Setor de Radiologia do Hospital Universitário XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

A sua colaboração na pesquisa consiste em participar de entrevista semiestruturada na primeira etapa do estudo, propiciando ao pesquisador compreender quais os problemas e as melhorias a serem realizadas no SisPrad.

As entrevistas ocorrerão individualmente, para que não ocorra influência das falas dos demais participantes. Para melhor compreensão e captação das informações relatadas, as entrevistas serão registradas por meio de gravação e transcritas pela pesquisadora, caso haja o consentimento de todos os envolvidos.

A segunda etapa consistirá no desenvolvimento da versão 2.0 do SisPrad a partir dos problemas e melhorias apontadas na entrevista da primeira etapa. Esta etapa será realizada exclusivamente por um programador de sistemas.

Assim que ocorra a finalização da versão 2.0, solicitamos novamente sua colaboração para que utilize a nova versão do *software* no seu dia a dia de trabalho responda a um questionário semiestruturado, que lhe será enviado por meio de correio eletrônico. Este questionário visa avaliar a usabilidade do *software* em sua nova versão desenvolvida, sem qualquer prejuízo ou constrangimento para o participante. Os procedimentos aplicados por esta pesquisa eventualmente podem oferecer riscos. O participante da pesquisa que vier a sofrer qualquer tipo de dano resultante da sua participação na pesquisa, previsto ou não no Registro de Consentimento Livre e Esclarecido, tem direito a assistência e a buscar indenização.

Os riscos durante as etapas do estudo são graduados como mínimos já que sua participação na pesquisa ocorrerá por meio da coleta de informações por meio da entrevista e após a utilização do *software* uma segunda etapa com resposta a um questionário que poderá ser aplicada *on-line* após a implementação da versão 2.0. Este risco pode ser individual, coletivo, imediato, tardio, físico, psíquico, dentre outros, contudo pode ocorrer em menor ou maior grau, observa-se que o estudo não possui a probabilidade de danos em maior grau.

Durante a entrevista poderá ocorrer: cansaço ou aborrecimento ao responder o questionário; desconforto, constrangimento ou alterações de comportamento durante gravações de áudio. Existe a possibilidade remota do risco de quebra de sigilo. Caso possua alguma particularidade que possa interferir em sua integridade moral, física, mental ou efeitos colaterais, entretanto, informe ao pesquisador caso possua e nesse caso, você não deverá participar da pesquisa. Caso ocorram efeitos indesejáveis encaminharemos para que ocorra avaliação com a médica membro da

equipe de estudo Kassia Rosangela Paz de Macedo, bastando que entre em contato pelo telefone (48) 99XXXXX3 e a mesma orientará qual serviço deverá procurar, sendo garantida a assistência, sem ônus de qualquer espécie a sua pessoa com todos os cuidados necessários à sua participação de acordo com seus direitos individuais e respeito ao seu bem-estar físico e psicológico.

Os resultados da pesquisa trarão benefícios no sentido de oferecer um *software* de gestão Proteção Radiológica e sua implementação no Serviço de Radiologia hospitalar, bem como no auxílio às questões de proteção radiológica envolvendo a equipe multiprofissional envolvida no setor. E com sua participação na pesquisa poderá auxiliar na atualização do respectivo *software* cujo objetivo é facilitar o processo de trabalho no setor de radiologia, além de garantir melhor acesso ao controle da dosimetria dos trabalhadores e evitará o duplo trabalho de preenchimento caso se consiga interligá-lo ao SIERI. Ressalta-se ainda que proporcionará a otimização do trabalho no Serviço de Radiologia, organização dos dados exigidos pela legislação para garantir a proteção radiológica dos indivíduos ocupacionalmente expostos, paciente e acompanhantes que utilizam o serviço. Não está previsto nenhum tipo de pagamento pela sua participação e você não terá nenhum custo com respeito aos procedimentos envolvidos.

Os termos, registros, anotações, coletados ficarão sob a guarda do pesquisador principal. Só terão acesso aos mesmos os pesquisadores envolvidos e serão guardados por 5 anos.

As informações obtidas por meio da coleta de dados serão utilizadas para alcançar o objetivo acima proposto e publicação em revistas nacionais e aparecerão na Dissertação de Mestrado, a qual será publicizada na página do Programa de Pós-Graduação em Proteção Radiológica do IFSC, resguardando sempre sua identidade durante todas as fases da pesquisa. Ao término da pesquisa, os resultados obtidos serão retornados a sua pessoa na forma de correio eletrônico, por *e-mail* pessoal e/ou profissional, conforme sua preferência. O participante da pesquisa não sofrerá nenhuma penalidade até mesmo laboral, caso recuse-se a participar ou solicite a retirada de seu consentimento em qualquer fase desta pesquisa. Caso não queira mais fazer parte da pesquisa, favor entrar em contato com o pesquisador responsável.

É garantida indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa a sua pessoa.

Após a leitura e o esclarecimento de todas as dúvidas pelo pesquisador, o TCLE deverá ser rubricado por ambos (pesquisador e participante), nas duas vias em todas as folhas e assinado em seu término.

Você concorda com a gravação de áudio da sua entrevista?

() Concordo

() Não concordo

Nome do participante da pesquisa: _____

Assinatura do participante da pesquisa: _____

Nome do pesquisador: _____

Local: _____

Nome do pesquisador: _____

Assinatura do pesquisadores: _____

Local: _____

Data: __/__/__

Em caso de dúvida você poderá contactar as pesquisadoras listadas abaixo:

Andrea Huhn

Endereço: XXXX

Telefone para contato: (48) 99XX- XXX4

E-mail: XXXXXX

Kassia Rosangela Paz de Macedo

Endereço: XXXX

Telefone para contato: (48) 99XXX-XXX3

E-mail: XXXXX

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO APROVADO PELO COMITÊ DE ÉTICA E ESTUDO COM SERES HUMANOS DO INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado (a) para participar como voluntário em um estudo. Após a leitura e esclarecimento sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, rubrique todas as páginas e assine no final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador.

Título da pesquisa: *Atualização do Software da Gestão da Proteção Radiológica SisPrad*

O Comitê de Ética em Estudo envolvendo seres humanos é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. O CEP/IFSC está localizado dentro da própria Instituição, à Rua 14 de Julho, 150, 2o andar, sala 33B, CEP 88075-010, Florianópolis-SC. Horário de funcionamento definido de segunda-feira a sexta-feira das 8h às 12h e das 14h às 17h para contato dos pesquisadores e participantes da pesquisa. Telefone para contato (48)38XX-XXXX e e-mail XXXXXX.

O objetivo desta pesquisa é desenvolver melhorias na versão original do SisPrad, para que atenda às necessidades do setor de radiologia do Hospital Universitário XXXXXXXXXXXX.

A sua colaboração na pesquisa consiste em participar de entrevista semiestruturada na primeira etapa do estudo, propiciando ao pesquisador compreender quais os problemas e as melhorias a serem realizadas no SisPrad.

As entrevistas ocorrerão individualmente, para que não ocorra influência das falas dos demais participantes. Para melhor compreensão e captação das

informações relatadas, as entrevistas serão registradas por meio de gravação e transcritas pelo pesquisador, caso haja o consentimento de todos os envolvidos.

A segunda etapa consistirá no desenvolvimento da versão 2.0 do SisPrad a partir dos problemas e melhorias apontadas na entrevista da primeira etapa. Esta etapa será realizada exclusivamente por um programador de sistemas.

Assim que ocorra a finalização da versão 2.0, solicitamos novamente sua colaboração para que utilize a nova versão do *software* no seu dia a dia de trabalho e responda a um questionário semiestruturado, que lhe será enviado **por meio de correio eletrônico**. Este questionário visa avaliar a usabilidade do *software* em sua segunda versão.

Durante a entrevista poderá ocorrer: cansaço ou aborrecimento ao responder o questionário; desconforto, constrangimento ou alterações de comportamento durante gravações de áudio. Existe a possibilidade remota do risco de quebra de sigilo.

Caso possua alguma particularidade que possa interferir em sua integridade moral, física, mental ou efeitos colaterais, entretanto, informe a pesquisadora caso possua, e nesse caso, você não deverá participar da pesquisa. Caso ocorram efeitos indesejáveis encaminharemos para a que ocorra avaliação com a médica membro da equipe de estudo Kassia Rosangela Paz de Macedo, bastando que entre em contato pelo telefone (48) 99XXXXXX3 e a mesma orientará qual serviço deverá procurar, sendo garantida a assistência, sem ônus de qualquer espécie a sua pessoa com todos os cuidados necessários à sua participação de acordo com seus direitos individuais e respeito ao seu bem-estar físico e psicológico.

Os resultados da pesquisa trarão benefícios no sentido de oferecer um *software* de gestão Proteção Radiológica e sua implementação no Serviço de Radiologia hospitalar, bem como no auxílio às questões de proteção radiológica envolvendo a equipe multiprofissional envolvida no setor. E com sua participação na pesquisa poderá auxiliar na atualização do respectivo *software* cujo objetivo é facilitar o processo de trabalho no setor de radiologia, além de garantir melhor acesso ao controle da dosimetria dos trabalhadores e evitará o duplo trabalho de preenchimento caso se consiga interligá-lo ao SIERI. Ressalta-se ainda que proporcionará a otimização do trabalho no Serviço de Radiologia, organização dos dados exigidos pela legislação para garantir a proteção radiológica dos indivíduos ocupacionalmente expostos, paciente e acompanhantes que utilizam o serviço. A atividade não prevê nenhum tipo de ressarcimento ou compensação material para os participantes.

Os termos, registros, anotações, coletados ficarão sob a guarda da pesquisadora principal. Só terão acesso aos mesmos os pesquisadores envolvidos e serão guardados por 5 anos. As informações obtidas por meio da coleta de dados serão utilizadas para alcançar o objetivo acima proposto, e para publicação em revistas nacionais e aparecerão na Dissertação de Mestrado, a qual será publicada na página do Programa de Pós-Graduação em Proteção Radiológica do IFSC. Após a leitura e esclarecimento de todas as dúvidas pelo pesquisador, o TCLE deverá ser rubricado por ambos (pesquisador e participante), nas duas vias em todas as folhas e assinado em seu término, resguardando sempre sua identidade durante todas as fases da pesquisa.

Ao término da pesquisa, os resultados obtidos serão retornados a sua pessoa na forma de correio eletrônico, por *e-mail* pessoal e/ou profissional, conforme sua preferência. Você poderá recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma.

Caso não queira mais fazer parte da pesquisa, favor entrar em contato com a pesquisadora responsável.

É garantida indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa a sua pessoa.

CONSENTIMENTO DA PESSOA COMO PARTICIPANTE DE ESTUDO

Eu, _____, abaixo-assinado, concordo em participar do estudo. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador sobre a pesquisa e os procedimentos nela envolvidos, bem como os riscos e benefícios decorrentes da minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento e ter acesso ao registro do consentimento sempre que solicitado.

Assinatura do participante da pesquisa: _____.

Assinatura do pesquisador: _____.

Em caso de dúvida você poderá contatar as pesquisadoras listadas abaixo:

Andrea Huhn

Endereço: XXXXXX

Telefone para contato: (48) 99XXXXXX4

E-mail: XXXXX

Kassia Rosangela Paz de Macedo

Endereço: XXXX

Telefone para contato: (48) 99XXXXXX3

E-mail: XXXX

Instituto Federal de Santa Catarina

Av Mauro Ramos, 950 | Centro | Florianópolis /SC | CEP: 88020- 300 Fone: (48) 3877-9000 | www.ifsc.edu.br | CNPJ
11.402.887/0004-03