

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE – UFCSPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA
REABILITAÇÃO**

Ana Paula Martins Bykowski

**Construção de Redes Bayesianas para
Apoio à Decisão Fisioterapêutica na
Reabilitação Oncológica**

**Universidade Federal de Ciências da Saúde
de Porto Alegre**

Porto Alegre

2019

Ana Paula Martins Bykowski

Construção de Redes Bayesianas para Apoio à Decisão Fisioterapêutica na Reabilitação Oncológica

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Edler Macagnan

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Cecília Dias Flores

Porto Alegre

2019

Catálogo na Publicação

Bykowski, Ana Paula Martins

Construção de redes bayesianas para apoio à decisão
fisioterapêutica na reabilitação oncológica / Ana Paula
Martins Bykowski. -- 2019.

100 f. : il., tab. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de
Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de
Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2019.

Orientador(a): Fabrício Edler Macagnan ;
coorientador(a): Cecília Dias Flores.

1. Reabilitação. 2. Oncologia. 3. Sistemas de apoio a
decisões clínicas. 4. Inteligência artificial. I. Título.

Construção de Redes Bayesianas para Apoio à Decisão Fisioterapêutica na Reabilitação Oncológica

BANCA AVALIADORA

Dr. João Carlos Gluz

Departamento de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Dr.^a Fernanda Cechetti

Departamento de Fisioterapia
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Dr. Luís Henrique Telles da Rosa

Departamento de Fisioterapia
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Porto Alegre

2019

Dedico este trabalho aos meus
pacientes oncológicos, minha
maior fonte de inspiração.

AGRADECIMENTO

Agradeço, primeiramente, à uma força superior, que me presenteou com o dom de cuidar das pessoas e que guia meus passos como fisioterapeuta.

Agradeço aos meus pais, Miria e João, pelo amor incondicional e pelo ensinamento de valores nobres, os quais levarei para sempre na vida. Vocês são aqueles com que posso contar em qualquer circunstância. Em momentos felizes vocês estavam ao meu lado e nos momentos não tão bons, foram meu amparo. Com certeza, vocês estão presentes em cada detalhe de construção do meu ser.

Agradeço à minha irmã Fabiane, por ser minha melhor amiga, e ao meu afilhado Felipe, que com sua chegada, em maio de 2017, deu mais cor e razão à minha vida.

Em especial, agradeço ao meu namorado João, por estar ao meu lado ao longo desses três anos de muito amor e companheirismo. Tu me fizeste acreditar novamente no amor. Obrigada por ser essa pessoa de caráter inquestionável, que tanto zela por mim e me trata com paciência e compreensão.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Fabrício Edler Macagnan, por ter me perguntado, há pouco mais de dois anos, se eu já havia pensado em cursar mestrado, quando nos conhecemos durante uma preceptoria de estágio, em que auxiliiei seus alunos. Obrigada pela pergunta desafiadora e por me proporcionar o desenvolvimento desse trabalho na área de oncologia, que tanto me fascina.

Agradeço à minha coorientadora, Prof.^a Dr.^a Cecilia Dias Flores, pelos ensinamentos na área de informática e por me contagiar com seu entusiasmo, quando, às vezes, eu parecia não ter mais força para prosseguir.

Agradeço ao colega André Santaló de Oliveira, pelo empenho em materializar o sonho de finalizar o projeto com um aplicativo móvel.

Agradeço aos professores do curso de Ciências da Reabilitação pelos ensinamentos, e aos funcionários da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, em especial à Daniela Dalpiaz pela competência e disposição.

Agradeço às fisioterapeutas, que se disponibilizaram a avaliar o aplicativo, pois seus comentários, críticas e sugestões serviram para engrandecer esse trabalho.

Obrigada a todos, de coração.

“Pessoas quietas têm as mentes mais barulhentas”.
Stephen Hawking

RESUMO

Introdução: O aumento da sobrevivência de pacientes com câncer impõe novos desafios, tanto em volume de demanda, quanto em complexidade de manejo. Com vistas ao avanço no processo de reabilitação funcional oncológica, tomamos por base uma avaliação física funcional, para o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão clínica para reabilitação oncológica. **Objetivos:** Construir um sistema de apoio à decisão para recomendação de condutas fisioterapêuticas apropriadas à reabilitação de pacientes oncológicos hospitalizados, que simule a opinião de um especialista da área. **Métodos:** Este é um estudo metodológico, que apresenta todas as etapas de construção de um sistema de apoio à decisão clínica, criado através de um sistema de recomendação bayesiano em saúde. As etapas incluem a modelagem do conhecimento especialista, modelagem da interface do sistema e o sistema no dispositivo móvel. Além disso, o estudo contou com a avaliação do sistema por especialistas para análise da qualidade técnica das recomendações e da funcionalidade do sistema, e uma avaliação automatizada de 170 casos provenientes do banco de dados, onde houve inserção automática dos dados clínicos no sistema, simulando seu uso por um profissional. **Resultados:** Através da avaliação da qualidade técnica das recomendações, verificamos grande predomínio de concordância total com as recomendações disparadas pelo sistema (79% das respostas) e pela avaliação da funcionalidade, observamos mais relatos de necessidade de ajustes no sistema (55% das respostas) voltados, principalmente, a inserção dos dados clínicos e a necessidade de orientações operacionais para o manuseio correto do sistema. Os resultados produzidos pela avaliação automatizada apontaram para um número maior de recomendações disparadas pelo sistema em comparação ao número de condutas fisioterapêuticas descritas nos prontuários eletrônicos dos pacientes. O total geral de recomendações disparadas pelo sistema (somando todos os níveis de probabilidade de recomendação) foi de 1.144, enquanto o número total de condutas efetivamente evoluídas nos prontuários (para todos os níveis de probabilidade de recomendação) foi de 565. **Conclusão:** Entendemos que o uso do sistema de apoio à decisão clínica para reabilitação oncológica é viável e promissor para a qualificação do cuidado ao paciente. Os resultados gerados, a partir das avaliações, indicam uma compatibilidade entre o raciocínio humano e o algoritmo, o que reforça a possibilidade da sua implementação. Seu uso auxilia o profissional diante da complexidade que envolve o paciente oncológico, possibilitando a individualização e a adaptação da reabilitação em ambiente hospitalar.

Palavras-chave: Reabilitação; Oncologia; Sistemas de Apoio a Decisões Clínicas; Inteligência Artificial.

ABSTRACT

Introduction: Increased survival of cancer patients poses new challenges, in volume of demand and in management complexity. With a view to advancing the process of functional oncological rehabilitation, we based a functional physical evaluation for the development of a clinical decision support system for cancer rehabilitation.

Objectives: Build a decision support system for the recommendation of appropriate physiotherapeutic procedures for the rehabilitation of hospitalized cancer patients, which simulates the opinion of a specialist in the field.

Methods: This is a methodological study, which presents all the steps of building a clinical decision support system, created through a Bayesian health recommendation system. The steps include modeling expert knowledge, modeling the system interface and the system on the mobile device. In addition, the study included the evaluation of the system by specialists to analyze the technical quality of the recommendations and the functionality of the system, and an automated evaluation of 170 cases from the database, where there was automatic insertion of clinical data into the system, simulating its use by a professional.

Results: Through the evaluation of the technical quality of the recommendations, we found a great predominance of total agreement with the recommendations triggered by the system (79% of the answers) and by the evaluation of the functionality, we observed more reports of the need for adjustments in the system (55% of the answers), mainly focused at the insertion of clinical data and the need for operational guidelines for the correct handling of the system. The results produced by the automated evaluation pointed to a greater number of recommendations triggered by the system in comparison to the number of physiotherapeutic conducts described in the electronic patient records. The overall total of recommendations triggered by the system (totaling all levels of recommendation probability) was 1.144, while the total number of effectively evolved medical records (for all levels of likelihood of recommendation) was 565.

Conclusion: We understand that the use of the clinical decision support system for cancer rehabilitation is feasible and promising for the qualification of patient care. The results generated, from the evaluations, indicate a compatibility between the human reasoning and the algorithm, which reinforces the possibility of its implementation. Its use assists the professional in the face of the complexity that involves the oncologic patient, making possible the individualization and adaptation of the rehabilitation in hospital environment.

Key words: Rehabilitation; Oncology; Clinicar Decision Support Systems; Artificial Intelligence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de representação da parte qualitativa da RB.....	24
Figura 2 – Exemplo de representação da parte quantitativa da RB.....	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Artigos sobre SADC em áreas da fisioterapia.....	26
Quadro 2 – Artigos de saúde eletrônica relacionados à temas relevantes ao presente estudo.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACPOPC	<i>Association of Chartered Physiotherapists in Oncology and Palliative Care</i>
App	Aplicativos móveis
DANT	Doenças e agravos não transmissíveis
DI	Diagrama de influência
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
DS-DAT	<i>Discomfort Scale-Dementia of the Alzheimer's Type</i>
ECOG	<i>Eastern Cooperative Oncology Group</i>
<i>eHealth</i>	Saúde eletrônica
EORTC QLQ-BM22	<i>European Organization for Research and Treatment of Cancer - Quality of Life Questionnaire - Bone Metastase - 22</i>
EVA	Escala visual analógica
FEM	Fórum econômico mundial
FLACC	<i>Face, Legs, Activity, Cry, Consolability</i>
IA	Inteligência artificial
IdC	Internet das coisas
ILP	Instituição de longa permanência
LPP	Lesão de pele por pressão
<i>mHealth</i>	Saúde móvel
MRC	<i>Medical Research Council</i>
OMS	Organização mundial da saúde
PAINAD	<i>Pain Assessment in Advanced Dementia</i>
PEP	Prontuário eletrônico do paciente
QV	Qualidade de vida
RB	Redes bayesianas
RCPM	Reabilitação cardiopulmonar e metabólica
RDOS	<i>Respiratory Distress Observation Scale</i>
RGBD	<i>Red-green-blue-depth</i>
RNA	Rede neural artificial
RP	Redes probabilísticas
SADC	Sistemas de apoio à decisão clínica
SOF-FI	<i>Study of Osteoporotic Fracture – Frailty Index</i>

STRATIFY	<i>St Thomas Risk Assessment Tool in Falling Elderly Inpatients</i>
SUS	Sistema único de saúde
TIC	Tecnologias da informação e comunicação
TUG	<i>Timed up and go</i>
UIT	União internacional de telecomunicações

LISTA DE SÍMBOLOS

\wedge	Conjunção lógica
®	Marca registrada
P	Probabilidade
$ $	Probabilidade condicional
\subseteq	Subconjunto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO	17
2.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	17
2.1.1 <i>Inteligência Artificial na Saúde</i>	17
2.2 SAÚDE ELETRÔNICA	19
2.2.1 <i>Saúde Móvel</i>	20
2.2.1.1 Internet e saúde	21
2.2.1.2 Smartphone e saúde	22
2.3 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO CLÍNICA	23
2.3.1 <i>Redes Bayesianas</i>	23
2.3.2 <i>Estado das Artes de Sistemas de Apoio à Decisão Clínica na Reabilitação Oncológica</i>	26
2.4 CÂNCER	31
2.4.1 <i>Avaliação Fisioterapêutica do Paciente Oncológico</i>	32
2.4.1.1 Funcionalidade	33
2.4.1.2 Nível de consciência	33
2.4.1.3 Dor.....	33
2.4.1.4 Dispneia.....	34
2.4.1.5 Fadiga	35
2.4.1.6 Qualidade de vida.....	36
2.4.1.7 Fragilidade.....	36
2.4.1.8 Risco de lesão de pele por pressão	37
2.4.1.9 Timed up and go.....	37
2.4.1.10 Teste de sentar e levantar da cadeira em 30 segundos	38
2.4.1.11 Exames laboratoriais	38
2.4.2 <i>Fisioterapia em Oncologia</i>	39
2.4.2.1 Histórico	39
2.4.2.2 Ensino.....	39
2.4.2.3 Atuação	40
3 OBJETIVOS	43
3.1 OBJETIVO GERAL	43
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	43
4 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA	44
5 ARTIGO	51
6 CONCLUSÃO GERAL	79
ANEXOS	80
ANEXO A	80
ANEXO B.....	85

1 INTRODUÇÃO

O atendimento fisioterapêutico do paciente oncológico é uma tarefa que desafia o conhecimento, e quando realizado em ambiente hospitalar se torna ainda mais complexo. O próprio câncer e seus inúmeros tratamentos, na maioria das vezes, apresenta caráter agressivo e levam à efeitos colaterais extremamente debilitantes (Brito *et al.*, 2014; Lowe *et al.*, 2016; Viscuse *et al.*, 2017).

O ambiente hospitalar se caracteriza por atividades altamente complexas para organização e planejamento das rotinas assistenciais, envolvendo tarefas de caráter emergencial e inadiável, interdependência de atividades, especialização dos profissionais e dinamismo do quadro clínico do paciente. Assim, esse cenário exige do fisioterapeuta uma enorme capacidade em sua jornada diária de trabalho para atender a demanda de pacientes e suprir inúmeras questões burocráticas. (Brito *et al.*, 2014; Macagnan *et al.*, 2017). Observamos que o contato efetivo com o paciente está cada vez mais breve. Em decorrência dessa brevidade, se percebe a necessidade da fluidez de raciocínio clínico e alto poder de discernimento investigativo para encontrar com precisão e rapidez a relação denexo causal entre os processos fisiopatológicos e as disfunções orgânicas apresentadas (Macagnan *et al.*, 2017).

Além disso, a escassez de dados na literatura, a falta de padronização de métodos de avaliação e de recursos a serem utilizados e o recente reconhecimento da especialidade (Fisioterapia em Oncologia) dificultam o processo de reabilitação dos pacientes oncológicos (Borges *et al.*, 2008).

Somando-se a isso, apesar de avanços no campo de saúde eletrônica, constatamos inegável escassez de estudos que direcionem o uso dessa tecnologia para reabilitação oncológica. Por esse motivo, o desenvolvimento de um SADC, direcionado ao auxílio do manejo fisioterapêutico no enfrentamento das variadas necessidades do paciente oncológico, é, além de apropriado para o contexto epidemiológico atual, potencialmente útil para melhorar a qualidade da reabilitação de pacientes oncológicos hospitalizados.

2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A inteligência humana sempre esteve em destaque entre as ciências desenvolvidas pelo ser humano, sendo objeto de intenso estudo, ao longo da história. Esse fato pode ser notado através do estudo da inteligência por filósofos como Platão, Aristóteles e Sócrates, desde 460 a.C. Porém, com o passar dos anos e a evolução das ferramentas tecnológicas, o homem desenvolveu máquinas para realizar tarefas comuns a ele, sendo a mais extraordinária, o computador. A partir daí, todo o esforço se voltou para seu desenvolvimento a fim de transformá-lo em uma máquina totalmente pensante e capaz de realizar qualquer tarefa de forma inteligente (Marques e Dutra).

O conceito de inteligência artificial (IA) como “a ciência e engenharia de fabricação de máquinas inteligentes”, foi criado por John McCarthy, oficialmente em 1956. Hoje, a IA é considerada um ramo da engenharia que implementa novos conceitos e soluções inovadoras para resolver desafios complexos. A IA foi retratada como uma possível ameaça à economia, durante o fórum econômico mundial (FEM) de 2015, realizado em Davos (Suíça), onde Stephen Hawking expressou seu medo de que a IA possa um dia eliminar a humanidade (Hamet e Tremblay, 2017).

Nesse ano, o FEM apresentou, dentre seus quatro principais temas, considerados urgências mundiais, a IA em todas as suas formas. A revolução tecnológica foi tema central, remetendo a um conceito que tem entrelaçado as linhas das esferas biológica, física e digital. Também chamada de a quarta Revolução Industrial, traz as tecnologias de IA e Internet das coisas (IdC), e sua fusão com a vida física dos seres humanos (Mckinsey, 2019).

A IdC é um paradigma das modernas redes de comunicação sem fio. Sua ideia básica é a presença generalizada de uma variedade de coisas ou objetos - tais como smartphones, assistentes ativados por voz, reconhecimento por identificação facial, biossensores etc. - que são capazes de interagir e cooperar, uns com os outros, para alcançar objetivos comuns (Atzori *et al.*, 2010).

2.1.1 Inteligência Artificial na Saúde

A integração entre a IA e a inteligência humana para a área da saúde mal começou. Nesse âmbito, há deficiências notáveis e duradouras, que incluem um

elevado número de erros de diagnóstico e tratamento, um enorme desperdício de recursos, ineficiências no fluxo de trabalho, desigualdade e tempo inadequado despendido pelo profissional para com o paciente. Na busca por melhorias, líderes de saúde e cientistas da computação afirmam que a IA pode ter papel fundamental na resolução dessas deficiências (Topol, 2019).

Atualmente, a saúde está no cruzamento de duas grandes tendências. A primeira é um paradoxo: um maior investimento de capital humano com piores resultados para a saúde. A outra é a geração de dados clínicos em grandes quantidades, a partir de fontes como exames de imagens de alta resolução, biossensores e prontuários eletrônicos do paciente (PEP), os quais sua análise, apenas por seres humanos, foi claramente excedida. Portanto, o processamento dessa alta densidade de dados pela IA, permitirá redução de custos e prazos para produzir evidências em saúde. Desta forma, ao mesmo tempo em que há maior dependência de algoritmos na área, também há de humanos para fornecer assistência na saúde (Rocha *et al.*, 2016; Topol, 2019).

A IA na saúde, tem dois ramos principais: físico e virtual. O ramo físico é melhor representado por robôs e nanorrobôs, os quais através de um sistema exclusivo de entrega de agentes terapêuticos, são capazes de atingir órgãos, tecidos ou tumores, onde há dificuldade de difusão (Hamet e Tremblay, 2017). Um estudo sobre novas tecnologias para reabilitação de pacientes, traz o uso de um robô humanóide para avaliar exercícios de reabilitação, como por exemplo, em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Assim, o exercício, elaborado pelo profissional de saúde, é codificado como conhecimento formal e utilizado por um robô para ajudar os pacientes, sem envolver a presença física do profissional no cuidado. Essa tecnologia é capaz de permitir melhor monitoramento da reabilitação, principalmente em ambientes residenciais remotos (Simonov e Delconte, 2015).

O ramo virtual inclui abordagens de informática, desde o gerenciamento de informações de aprendizado de máquina, até o controle de sistemas de gerenciamento de saúde (Hamet e Tremblay, 2017). Um estudo, através do uso de redes probabilísticas (RP) e biossensores para monitorização do treinamento de reabilitação de pacientes com DPOC, aponta o telemonitoramento como uma parte indispensável da saúde. Tendo em vista o desenvolvimento demográfico e suas consequências para a saúde, o treinamento domiciliar monitorado, sem a presença

física de um especialista, pode ser em breve necessário nos cuidados de reabilitação (Schulze *et al.*, 2010; Ar e Akgul, 2014).

2.2 SAÚDE ELETRÔNICA

A tecnologia mediada pela Internet, as plataformas sociais e os aplicativos móveis (app) suportam e afetam as práticas on-line, como pesquisar, trocar e receber informações sobre assistência à saúde. Mais recentemente, a IA e a IdC oferecem novas perspectivas para a saúde eletrônica (*eHealth*). Há indicativos de que a IA deverá ter enormes implicações na saúde eletrônica nos próximos 10 anos, juntamente com a IdC e a robótica. A IA estará presente apoiando diagnósticos e cuidados médicos, a IdC gerenciando remotamente doentes crônicos, através de dispositivos com capacidade de conexão à Internet, capazes de interagir com outros dispositivos, serviços ou pessoas, e a robótica assistindo de maneira inteligente deficientes e idosos (Neto e Flynn, 2019).

A saúde eletrônica, que pode ser definida como a utilização de informações e de tecnologias de comunicação para oferta e melhoria de serviços de saúde, é uma área em ascensão, principalmente devido ao desenvolvimento de tecnologias e o aumento importante dos custos em saúde. A saúde eletrônica está disponível para profissionais de saúde, pacientes e indivíduos em geral (Organization., 2011; Rocha *et al.*, 2016; Neto e Flynn, 2019).

Os avanços rápidos nesse campo, principalmente nos últimos 20 anos, resultam em vantagens e desvantagens, pois prometem resolver algumas questões angustiantes que a sociedade enfrenta, todavia apresentam desafios. Se por um lado, podem reduzir custos, fornecer acesso a uma imensa gama de informações, melhorar a eficiência e qualidade do atendimento. Por outro lado, há preocupações sobre responsabilidade, segurança, privacidade e confidencialidade de dados, além de uma possível potencial redução de empregos (Rocha *et al.*, 2016; Forum, 2018; Neto e Flynn, 2019).

A incorporação da saúde eletrônica depende da capacitação do futuro profissional de saúde, que deve ter perfil de pesquisador, ainda hoje escasso. Nota-se a necessidade de revisão das matrizes curriculares, que devem estar voltadas à mineração de dados, ciência da computação, economia da saúde, epidemiologia e

Saúde Pública, e não direcionadas somente aos conteúdos de saúde (Rocha *et al.*, 2016).

2.2.1 Saúde Móvel

Com a disseminação da Internet via dispositivos móveis, surgiu uma subdivisão da saúde eletrônica, denominada e difundida como saúde móvel (*mHealth*), que cria condições para a avaliação contínua de parâmetros de saúde, configura um novo cenário de incentivo a comportamentos saudáveis e auxilia a autogestão de condições crônicas, entre outras vertentes de aplicação. Esse tema envolve a utilização de biossensores, equipamentos implantáveis, suprimentos de energia, redes de comunicação sem fio, unidades de processamento, interfaces de usuários, softwares e algoritmos (Rocha *et al.*, 2016; Neto e Flynn, 2019).

Dentre as principais categorias de saúde móvel, destacam-se:

- Suporte telefônico para cuidado em saúde;
- Serviços telefônicos gratuitos de emergência;
- Acompanhamento da adesão ao tratamento;
- Lembretes de compromissos;
- Ações de promoção da saúde e mobilização comunitária;
- Campanhas de educação em saúde;
- Telemedicina móvel;
- Atendimento de emergências em Saúde Pública;
- Vigilância e monitoramento epidemiológico;
- Monitoramento de pacientes;
- Disseminação de informações;
- Novas formas de armazenamento de dados clínicos e;
- Desenvolvimento de sistemas para apoio à tomada de decisões

(Organization., 2011; Rocha *et al.*, 2016).

Em uma revisão de literatura para identificar estudos, cujos títulos destacassem o termo ‘mHealth’ e/ou ‘Smart wearable’, publicados nos últimos 15 anos, Rocha *et al.* (2016) identificaram 467 publicações em periódicos indexados ao portal da Capes, 75 delas levadas em consideração pela análise. Assim, foram consolidadas evidências quanto às novas possibilidades decorrentes da disseminação da saúde móvel, categorizadas em monitoramento de condições de

saúde, transmissão de informações e análises de dados, diagnóstico e terapêutica. Esses estudos, ainda, sugerem que a oferta de serviços de saúde sofrerá alterações, ao longo dos próximos anos, no que diz respeito às categorias analisadas, e isso exigirá um esforço de adaptação por parte dos profissionais de saúde, acadêmicos e usuários.

Um inquérito global, conduzido pela OMS, em 2011, sobre iniciativas mundiais de saúde móvel, envolvendo a participação de 112 países, revelou que 83% deles presenciaram ao menos uma iniciativa de saúde móvel no país. Dos 83%, a maioria dos países comunicou a implementação de quatro ou mais tipos de iniciativas. Em relação aos países de baixa renda, 77% (n = 22), relataram pelo menos uma iniciativa de saúde móvel comparado com 87% (n = 29) dos países de alta renda. Os achados desse inquérito apontaram que o Brasil relatava conduzir iniciativas na área (Organization., 2011; Rocha *et al.*, 2016), porém ainda existem inúmeros desafios para a saúde móvel, antes que todo o seu potencial possa ser explorado. O contexto do país é marcado por peculiaridades em relação aos desafios para a disseminação da saúde móvel, como despreparo dos profissionais, resistência à adoção de novas tecnologias em saúde, inexistência de regulamentos, desigualdades regionais, ausência de diretrizes para a proteção de dados pessoais e dificuldades associadas às redes de comunicação (Neto e Flynn, 2019).

2.2.1.1 Internet e saúde

Hoje em dia, mais e mais pessoas e coisas estão conectadas umas às outras do que em qualquer outra época da história. As implicações da ampla adoção da Internet são tão importantes que estamos vivendo uma nova fase da era digital: uma era digital ou interdigital baseada na Internet. Essa nova fase, também implica na utilização da Internet para fins de saúde, atingindo, cada vez mais, um maior contingente de indivíduos, incluindo prestadores de cuidados de saúde (hospitais, empresas farmacêuticas etc.); receptores de cuidados de saúde (pacientes); requerentes de cuidados de saúde, os quais procuram ativamente informações para si próprios ou para outro indivíduo (membros da família, amigos, cuidadores etc.); e agentes informatizados (programas de software, *chatbot*, robôs) (Neto e Flynn, 2019).

A União Internacional de Telecomunicações (UIT), dedicada aos temas relacionados às Telecomunicações e às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), tem como objetivo “conectar o mundo” por meio da mobilização de recursos humanos, técnicos e financeiros, necessários ao alcance das metas de conectividade. Segundo o relatório de progresso da UIT para o biênio 2018-2019, cerca de 60% da população mundial deverá usar a Internet até 2020 (Union, 2018).

Apesar dessa perspectiva, atualmente, no Brasil, há considerável disparidade no acesso à Internet pela população, envolvendo fatores como classe social, localização da residência e idade. Em relação às classes sociais, a chamada classe “A” mostra taxas de acesso de cerca de 97%, enquanto as chamadas classes “C” e “D” de apenas 6%. Em relação a população rural e aos idosos também há uma redução alarmante ao acesso à Internet, de apenas 10% dos domicílios rurais e 23% dos idosos (Neto e Flynn, 2019).

2.2.1.2 Smartphone e saúde

A Internet, oferecendo acesso às informações nunca antes possíveis, contribuiu para convergir a população para um único lugar: os smartphones, tornando-os onipresentes entre o público em geral. Originalmente destinado para conversação entre duas pessoas, aos poucos, esse dispositivo adquiriu novas e variadas funcionalidades. Através dele podemos enviar e receber mensagens por e-mail, instalar app de comunicação como o *WhatsApp*, ouvir música, assistir filmes, definir alarme para despertador, usar agenda para lembrar de compromissos importantes, pesquisar locais, visualizar mapas, traçar rotas, receber notícias etc. Os smartphones tornaram-se pequenos computadores de bolso. Desta forma, atualmente, acumulam inúmeras atividades, além de simplesmente falar ao telefone (Neto e Flynn, 2019).

Dentre os acadêmicos, o uso de smartphones ou outros dispositivos móveis tornou-se um recurso para se aprender nos mais variados locais, já para os profissionais da saúde, esse recurso causou impacto positivo no atendimento ao paciente. Desta forma, essa tecnologia pode auxiliar a reduzir erros médicos, melhorar a comunicação entre a equipe atuante no hospital, promover a popularização da telemedicina e melhorar a tomada de decisões (Payne *et al.*, 2012).

Hoje, já é possível, por meio da IA, que smartphones disponibilizem app com os mais variados propósitos. Há aqueles para auxiliar o diagnóstico clínico, incluindo avaliação de pele e de doenças da retina, como retinopatia diabética e degeneração macular relacionada à idade. Outros são capazes de solicitar que o paciente transmita um vídeo enquanto faz uso das medicações prescritas. Há, ainda, os que usam o reconhecimento de imagens de alimentos para obter valor calórico e nutricional (Topol, 2019).

2.3 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO CLÍNICA

Os sistemas de apoio à decisão clínica (SADC) são ferramentas que conciliam conhecimento clínico estabelecido e informações atualizadas do paciente, para melhorar o atendimento em saúde (Fossum *et al.*, 2011; Castaneda *et al.*, 2015).

Limitações de tempo, despendido pelo profissional para com o paciente, associadas aos padrões de cuidado em saúde em constante evolução, contribuem para erros e decisões clínicas tardias. Os erros estão relacionados, principalmente, ao tempo inadequado para avaliação do paciente, resultando em diagnósticos menos precisos, priorização de dados clínicos menos relevantes, ou falta de reconhecimento de complicações e de situações de urgência (Castaneda *et al.*, 2015).

Muitos estudos vêm confirmando a eficácia dos SADC baseados na aplicação de RP. Essa tecnologia é ideal para o tratamento de incerteza, muito comum na área da saúde e, além disso, é capaz de modelar o conhecimento do especialista de domínio de uma forma intuitiva (Flores *et al.*, 2000).

2.3.1 Redes Bayesianas

Entre os métodos estatísticos utilizados na IA, uma forma de lidar com tarefas preditivas, principalmente quando as informações disponíveis são incompletas ou imprecisas, é por meio de RP, como redes bayesianas (RB) (Flores *et al.*, 2000; Vicari *et al.*, 2003; Ara-Souza, 2013; Bennett e Hauser, 2013; Faceli *et al.*, 2017).

As RB, também conhecidas como redes casuais, rede de crença e gráficos de dependência probabilística, surgiram na década de 80, e têm sido aplicadas em diversas áreas, como a saúde. Elas podem ser consideradas como uma

representação visual e informativa da tabela de probabilidade conjunta de todas as variáveis, que envolvem o domínio do problema (Ara-Souza, 2013). Dentre suas aplicações estão o diagnóstico de doença, a definição de melhores alternativas de tratamento e a previsão de resultados do tratamento (Lucas *et al.*, 2004).

Uma RB é um grafo acíclico orientado, cujos nodos representam variáveis aleatórias, e o arco, unindo dois nodos, representa a dependência probabilística entre as variáveis associadas. A teoria de RB é construída considerando grafos direcionados, conectados e acíclicos, frequentemente referenciados pela sigla DAG (*directed acyclic graph*). O termo “direcionado” faz referência à presença de direção dos arcos, o termo “conectado” é utilizado para designar que todos os nodos estão conectados na rede e, por fim, o termo “acíclico” se refere à propriedade de não retorno para um nodo após seguida a direção dos arcos (Lucas *et al.*, 2004; Ara-Souza, 2013).

A construção de uma RP para um domínio de aplicação, envolve três etapas, sendo elas: a identificação das variáveis pertinentes e relevantes; a construção de uma estrutura gráfica, em que se represente as relações entre as variáveis selecionadas; e a obtenção de valores de probabilidade para cada variável (nodo), a priori, para propagação do modelo (Pearl, 2009).

De maneira formal (Druzdzel e Gaag, 2000), o método consiste em:

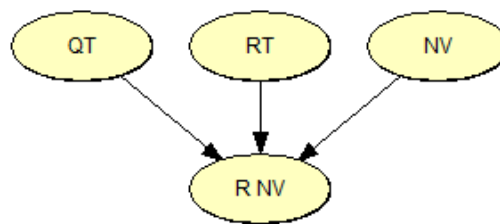
1. Ordenar o conjunto de variáveis $\{x_1, k, x_n\}$, de forma arbitrária;
2. Utilizar x_1 como raiz da RB, atribuindo a ela $P(x_1)$;
3. Selecionar x_2 e
 - a. Se x_2 for dependente de x_1 , estabelecer um arco direcionado partindo de x_1 até x_2 e estabelecer $P(x_2|x_1)$ para x_2 ;
 - b. Não havendo dependência, deixar x_2 sem ligação e definir $P(x_2)$;
4. Para cada um dos nodos x_i seguintes, criar arcos direcionados que, conceitualmente, partam do menor grupo *Pais* de variáveis já presentes na RB (i.e. $Pais\ i \subseteq \{x_1, k, x_n\}$, tal que) $(|) (| P\ x_i\ Pais\ i = P\ x_i, x_{i-1} \wedge k \wedge x_1$).

Embora as tarefas de determinar as variáveis, compor relações entre elas e deduzir valores probabilísticos, possam exigir um esforço significativo do especialista de domínio, são geralmente consideradas factíveis (Druzdzel e Gaag, 2000).

A RB é, então, um formalismo que une a teoria dos grafos e da probabilidade, sendo composta por uma parte qualitativa e outra quantitativa. A parte qualitativa

representa, através de nodos, as variáveis e suas dependências, ligados por arcos direcionados. Logo, um arco ligando as variáveis A e B ($A \rightarrow B$), indica uma relação de dependência. Essa parte da rede tem a função de estruturar o conhecimento, antes de qualquer probabilidade numérica ser determinada. Por exemplo, sabe-se que os pacientes oncológicos apresentam sintomas de náuseas ou vômitos durante o curso de sua doença. Logo, cabe ao SADC um nodo de recomendação voltado ao manejo de náusea e vômito. Sabe-se também que os tratamentos antineoplásicos, representados pelos nodos de quimioterapia (QT) e radioterapia (RT), potencializam esses sintomas, portanto, influenciam nessa recomendação. Assim como, a presença desses sintomas no momento da avaliação fisioterapêutica, representado pelo nodo de náusea e vômito (NV), que também influenciam na recomendação (Figura 1).

Figura 1 – Exemplo de representação da parte qualitativa da RB.



Fonte: Autoria própria

A parte quantitativa, por sua vez, representa as probabilidades condicionais atribuídas para cada variável. Assim, para determinar as probabilidades da tabela, consideramos que se o paciente apresenta náuseas ou vômitos no momento da avaliação fisioterapêutica, associados ou não ao tratamento antineoplásico, a probabilidade da recomendação de manejo da náusea ou vômito será de 70%. Porém, se o paciente não apresenta esses sintomas, mas está realizando quimioterapia (QT) e radioterapia (RT) concomitantemente, se determina 60% de probabilidade de recomendação. Caso o paciente não apresente os sintomas, mas está realizando apenas radioterapia, a probabilidade diminui para 50%, pois apenas algumas áreas irradiadas causam náusea ou vômito. Caso o paciente não apresente os sintomas, mas está realizando apenas quimioterapia, a probabilidade aumenta novamente para 60%, por ser a quimioterapia um tratamento sistêmico. Por fim, se o paciente não apresenta os sintomas no momento, não está realizando quimioterapia

nem radioterapia, se determina que essa recomendação seja de 40%, uma vez que esses sintomas podem estar associados à própria doença ou às medicações (Figura 2).

Figura 2 – Exemplo de representação da parte quantitativa da RB.

C31		Labelled		R NV				
NV	Sim				Nao			
RT	Sim		Nao		Sim		Nao	
QT	Sim	Nao	Sim	Nao	Sim	Nao	Sim	Nao
Sim	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6	0.4
Nao	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4	0.6

Fonte: Autoria própria

Segundo Druzdzel e Gaag (2000), para execução dessa parte, são consideradas várias fontes como os dados estatísticos, a literatura e o conhecimento de especialistas de domínio. Porém, apesar da abundância de informações, essas fontes raramente oferecem os números necessários, como consequência, a tarefa de obter os números para a rede é difícil e demorada.

2.3.2 Estado das Artes de Sistemas de Apoio à Decisão Clínica na Reabilitação Oncológica

A busca nas bases de dados eletrônicas PubMed, Lilacs, SciELO e Biblioteca Virtual de Saúde, foi realizada com o intuito de verificar o que há na literatura científica sobre SADC, estruturados em RP e relacionados a fisioterapia oncológica. Não houve restrição quanto ao ano de publicação do estudo nem quanto ao idioma. A estratégia de busca foi composta por descritores do vocabulário médico para indexação de artigos ou *Medical Subject Headings (MeSHs)*, com termos relacionados aos pacientes de interesse (oncológicos), a intervenção (fisioterapêutica) e ao método probabilístico (RB), com a utilização dos termos booleanos *AND* e *OR*.

Com a associação dos termos *oncology AND physiotherapy OR rehabilitation AND bayesian network*, não foram obtidos artigos científicos. Através de busca manual em bases de dados da área da informática, também não obtivemos. No entanto, por meio da busca, foi possível encontrar artigos relacionando SADC à outras áreas da fisioterapia (Quadro 1), bem como artigos de saúde eletrônica relacionados à temas relevantes ao presente estudo (Quadro 2).

Título	Foco	Propósito	Conclusões do estudo
Supporting rehabilitation training of COPD patients through multivariate sensor-based monitoring and autonomous control using a Bayesian network: prototype and results of a feasibility study (Schulze <i>et al.</i> , 2010).	RP: RB e biossensores.	Uso de RB e biossensores para monitorar remotamente o treinamento de pacientes com DPOC e otimizar a individualização do treinamento.	A área da saúde evolui para uma abordagem assistencial descentralizada com monitoramento e biossensores (confiáveis e de fácil uso), que também podem ser usados por profissionais não especialistas. Além disso, o estudo sugere um aumento da eficiência do treinamento dos pacientes com DPOC, em comparação com o método convencional devido a carga de exercício constante.
Redes bayesianas para eleição da ventilação mecânica no pós-operatório de cirurgia cardíaca (Schenekenberg <i>et al.</i> , 2011).	RP: RB.	Uso de RB para auxiliar o profissional na eleição da modalidade e parâmetros da ventilação mecânica em pacientes em pós-operatório cardíaco, agilizando o atendimento.	Os resultados com a RB foram semelhantes aos indicados pela literatura, mostrando assim uma compatibilidade entre o raciocínio humano e o computacional.
Influence Diagram As a Support Tool for Clinical Decisions In Cardiopulmonary And Metabolic Rehabilitation (Klahr <i>et al.</i> , 2015).	RP: diagrama de influência (DI).	Uso de DI para apoiar à tomada de decisão na fase II da reabilitação cardiopulmonar e metabólica (RCPM), em relação a dois momentos. No primeiro, auxilia a decidir se o paciente deve executar a RCPM. Em um segundo momento, ajuda a definir modalidades e equipamentos para o treinamento daqueles pacientes aptos à RCPM.	A implementação do DI parece ser capaz de prever os cenários em que as novas variáveis podem ser incorporadas ou analisadas, contribui no processo de customização da saúde e, em última instância, fornece uma segunda opinião para o profissional de saúde auxiliando no diagnóstico, processo terapêutico e tomada de decisão do fisioterapeuta.

<p>An Artificial Neural Network classification approach for use the ultrasound in physiotherapy (Işik e Arslan, 2011).</p>	<p>RP: rede neural artificial (RNA)</p>	<p>Uso de RNA para determinar o comprimento de onda do ultrassom para pacientes em fisioterapia, assim como área e tempo de aplicação, considerando taxa de gordura no tecido e outros fatores relacionados.</p>	<p>Os valores obtidos após o funcionamento do sistema, quando comparados aos dados reais, apresentam conformidade. O sistema projetado funcionava descarregado, porém os resultados mostraram que o sistema poderá ser usado em pacientes. Assim, no próximo estudo, planeja-se experimentá-lo em um paciente, de acordo com seu consentimento, para que os resultados possam ser publicados.</p>
--	---	--	---

Quadro 1: Artigos sobre SADC em áreas da fisioterapia.

Título	Foco	Propósito	Conclusões do estudo
<p>Smooth Bayesian Network Model for the Prediction of Future High-cost Patients with COPD (Lin <i>et al.</i>, 2019).</p>	<p>RP: RB</p>	<p>Uso de RB para identificar pacientes com DPOC, futuros geradores de altos custos com tratamento.</p>	<p>O modelo proposto não só obteve maior precisão de predição de pacientes geradores de altos custos futuramente, como foi capaz de capturar as relações causais complexas entre os diferentes preditores, incorporando o conhecimento especializado. Foram confirmados fatores da literatura, por exemplo, que pacientes com DPOC e doenças crônicas específicas (diabetes mellitus, doença renal e câncer), são mais propensos a se tornarem futuros pacientes de alto custo do que pacientes com outras doenças crônicas (por exemplo, doença hepática e acidente vascular cerebral). Além disso, se verificou o uso de esteroides sistêmicos como um forte preditor para esses pacientes.</p>

<p>A smartphone Chatbot application to optimize monitoring of older patients with cancer (Piau <i>et al.</i>, 2019).</p>	<p>Aprendizado de máquina</p>	<p>Uso de <i>chatbot</i> para modernizar o programa de acompanhamento aos pacientes idosos com câncer, que recebem quimioterapia domiciliar, a fim de otimizar a atuação dos enfermeiros especialistas em oncologia, que atuam no programa.</p>	<p>A integração do <i>chatbot</i> na organização de assistência à saúde é viável e aceitável. O monitoramento através do <i>chatbot</i> revelou sérios problemas de saúde (por exemplo, febre) ou de aderência (por exemplo, exames de sangue) que requerem intervenções oportunas. O ponto forte desta solução é confiar no atual conhecimento da tecnologia, que permite uma integração perfeita em programas de saúde complexos.</p>
<p>Opinion versus practice regarding the use of rehabilitation services in home care: an investigation using machine learning algorithms (Cheng <i>et al.</i>, 2015).</p>	<p>Aprendizado de máquina</p>	<p>Uso de um instrumento de triagem como avaliação preliminar, para identificar potenciais pacientes de cuidados domiciliares, que devem ser encaminhados para uma avaliação completa, ou para serviços de reabilitação.</p>	<p>Inconsistências entre as variáveis consideradas importantes para classificar pacientes que necessitam de reabilitação e aquelas identificadas neste estudo, podem indicar uma discrepância nas características consideradas relevantes em teoria versus prática. Por exemplo, as análises confirmaram a importância do declínio funcional e da mobilidade para indicação de serviços de reabilitação. Entretanto, variáveis como diagnóstico de câncer foi altamente associado à redução da indicação de reabilitação, porém há evidências de que esses pacientes, embora, muitas vezes, não recebam serviços de reabilitação, são capazes de alcançar melhora física e mental, após a reabilitação.</p>

<p>A data-driven and practice-based approach to identify risk factors associated with hospital-acquired falls: Applying manual and semi- and fullyautomated methods (Lucero <i>et al.</i>, 2019).</p>	<p>Regressão</p>	<p>Uso de modelos preditivos para identificação de fatores de risco associados às quedas em hospitais.</p>	<p>O uso desses modelos em relação as abordagens baseadas apenas em especialistas ou em dados, pode melhorar significativamente a identificação de fatores de risco para quedas em hospitais, tanto fatores clínicos quanto organizacionais.</p>
<p>Sensors vs. experts - A performance comparison of sensor-based fall risk assessment vs. conventional assessment in a sample of geriatric patients (Marschollek <i>et al.</i>, 2011).</p>	<p>Biossensores</p>	<p>Uso de biossensores para avaliar automaticamente o risco individual de queda de idosos, e comparar seu uso com instrumentos convencionais como <i>Timed Up and Go</i> (TUG) e <i>St. Thomas Risk Assessment Tool in Falling Elderly Inpatients</i> (STRATIFY).</p>	<p>Medições objetivas baseadas em biossensores, em pacientes idosos, podem ser usadas para avaliar o risco individual de queda. O modelo preditor corresponde a um modelo baseado em dados clínicos e avaliação. Biossensores podem contribuir com informações aos instrumentos convencionais e são viáveis em ambientes não supervisionados.</p>
<p>Effects of a computerized decision support system on pressure ulcers and malnutrition in nursing homes for the elderly (Fossum <i>et al.</i>, 2011).</p>	<p>SADC</p>	<p>Uso de modelos preditivos para verificação de fatores de risco de lesão de pele por pressão (LPP) e desnutrição em idosos internados em instituições de longa permanência (ILP).</p>	<p>O uso dessa ferramenta em ILP ainda é pouco explorado. Um SADC pode ser incorporado ao PEP nos cuidados de enfermagem. Porém, os efeitos do SADC no fluxo de trabalho do profissional de saúde, na tomada de decisão clínica e de medidas preventivas nas ILP, ainda precisam de maior exploração.</p>

Automating pressure ulcer risk assessment using documented patient data (Kim <i>et al.</i> , 2010).	SADC	Uso de um SADC baseado na escala de Braden, para testar se os escores de risco de LPP podem ser definidos de forma automática com base nos dados clínicos documentados do paciente.	Um SADC pode ser uma ferramenta potencial para determinar o risco de LPP com base em dados detalhados do paciente. É promissor que a maioria dos dados necessários são rotineiramente documentados.
A computadorized recognition system for the home-based physiotherapy exercises using an RGBD camera (Ar e Akgul, 2014)	RP: RB e câmera	Uso de uma câmera <i>red-green-blue-depth</i> (RGBD) para o monitoramento domiciliar de exercícios de fisioterapia para ombro e joelho.	O sistema é capaz de reconhecer os exercícios de fisioterapia, através de três componentes: padrões de movimento, postura do paciente e objeto de movimento. Também fornece um módulo para a estimativa das contagens de repetições dos exercícios, que é uma informação importante para monitoramento de exercícios domiciliares.

Quadro 2: Artigos de saúde eletrônica relacionados à temas relevantes ao presente estudo.

2.4 CÂNCER

As doenças e agravos não transmissíveis (DANT) são as principais responsáveis pelo adoecimento e óbito da população mundial. Estima-se que, em 2008, as DANT foram a causa de 36 milhões dos óbitos (63%), com destaque para as doenças cardiovasculares (48% das DANT) e o câncer (21%). Enquanto, nos países desenvolvidos, predominam os tipos de câncer associados à urbanização e ao desenvolvimento (pulmão, próstata, mama, cólon e reto), nos países de baixo e médio desenvolvimento, ainda é alta a ocorrência de tipos de câncer associados a infecções (colo do útero, estômago, esôfago, fígado). Estima-se, para o Brasil, para o biênio 2018-2019, a ocorrência de 600 mil casos novos de câncer, para cada ano. Essas estimativas refletem o perfil de um país que possui os cânceres de próstata,

pulmão, mama, cólon e reto entre os mais incidentes, entretanto ainda apresenta altas taxas para os cânceres do colo do útero, estômago e esôfago (Saúde, 2017).

Apesar das altas taxas de morbidade, o câncer vem se tornando uma doença crônica devido a sobrevida que tem se elevado em razão de diagnósticos e tratamentos mais eficazes, exigindo maiores esforços no manejo das complicações decorrentes da própria doença ou de efeitos adversos do tratamento. Logo, o atendimento fisioterapêutico do paciente oncológico é uma tarefa que desafia o conhecimento, e quando realizado em ambiente hospitalar se torna ainda mais complexo. Somente uma avaliação apropriada, para obter o perfil clínico e funcional do paciente, propicia a elaboração de um programa efetivo de reabilitação oncológica (Brito *et al.*, 2014; Macagnan *et al.*, 2017).

2.4.1 Avaliação Fisioterapêutica do Paciente Oncológico

A investigação das necessidades físicas e funcionais, de pacientes adultos com câncer, apontam para uma série de variáveis importantes a serem consideradas.

Um estudo para a investigação das necessidades físicas e funcionais de pacientes oncológicos adultos em reabilitação, considerou uma série de dados clínicos, como dados demográficos, diagnóstico clínico, anamnese, queixa principal, presença de metástases, tratamento oncológico, atividades básicas de vida diária, problemas sensoriais (como polineuropatia, distúrbios cognitivos e problemas de comunicação). Funções físicas, englobando dor, fadiga, amplitude de movimento articular, força muscular, sensibilidade, edema, equilíbrio e ventilação, também foram avaliadas por fisioterapeutas (Yıldız Kabak, 2016).

Macagnan *et al.* (2017) propõem uma avaliação física funcional em oncologia, com vistas a estimular o avanço no processo de reabilitação funcional do paciente oncológico hospitalizado. A avaliação é composta por um checklist que engloba os sistemas neurológico, pulmonar, cardiovascular, musculoesquelético, exames laboratoriais, incluindo também alguns instrumentos como ECOG *Performance Status*, Escala de Norton, entre outros.

Diante dessa imensa variabilidade, se fez necessária uma breve revisão de literatura, sobre avaliação fisioterapêutica, para busca de dados clínicos relevantes ao paciente oncológico, para o presente estudo.

2.4.1.1 Funcionalidade

A *ECOG Performance Status* é um método usual em oncologia, que classifica o paciente de acordo com sua funcionalidade, com escores de zero à quatro, sendo que escores menores indicam maior dependência funcional (Brito *et al.*, 2014).

2.4.1.2 Nível de consciência

Para avaliação do nível de consciência existem escalas distintas para pacientes sem sedação e sedados. A escala de coma de Glasgow, considerada padrão ouro, é aplicada para documentar níveis de consciência, sendo a mais utilizada para definir o grau de severidade da lesão cerebral. Examina três áreas de função que inclui abertura dos olhos, resposta motora e verbal. A pontuação total da escala varia entre três e 15, sendo que, por gradação, teremos pontuação: < 9, indicando lesão cerebral severa e coma; ≥ 9 e < 13, sugerindo lesão cerebral moderada; ≥ 13 , apontando uma lesão cerebral leve. Em casos de paciente traqueostomizado, a resposta verbal será de um ponto justificado (O'sullivan e Schmitz, 2010; Brito *et al.*, 2014).

A escala de agitação e sedação de Richmond é uma ferramenta que quantifica o nível de sedação, sendo necessário alguns passos para sua aplicação. Primeiramente, se deve observar o paciente, se está alerta, inquieto ou agitado, assim pontuará de zero a +4. Se o paciente não está alerta, então se deve dizer seu nome, solicitar abertura ocular (AO) e contato visual com o profissional, se o paciente acordado, sustenta a AO e realiza contato visual, pontuará (-1), se acordado, realiza AO e contato visual, porém breve, pontuará (-2), se é capaz de realizar algum tipo de movimento ou AO, sem contato visual, pontuará (-3). Por fim, se o paciente não responder ao estímulo verbal, se deve realizar estímulos físicos, se houver resposta através de movimento ou AO, pontuará (-4), se não houver resposta então pontuará (-5) (Pessoa e Nácul, 2006; Brito *et al.*, 2014).

2.4.1.3 Dor

A dor, fenômeno subjetivo, vem ganhando importância no exame do paciente, passando a ser reconhecida como o quinto sinal vital. Sua avaliação é fator determinante na funcionalidade, sendo necessário questionar sua localização, intensidade, característica e duração, além de aplicar uma escala padronizada.

Considerando que, para o bom gerenciamento da dor, é fundamental uma avaliação adequada, é necessário que o instrumento de avaliação aplicado seja condizente com o perfil e condições cognitivas do paciente (O'sullivan e Schmitz, 2010; Brito *et al.*, 2014; Pinto *et al.*, 2015).

A escala visual analógica (EVA), uma ferramenta básica para a medida da dor, é amplamente utilizada e de simples administração. Composta por uma linha de 10 cm, com âncoras terminais, que apresentam descritores sobre a dor, como, por exemplo, sem dor e pior dor possível. Pesquisas indicam que a escala se torna mais confiável quando não apresenta marcas numéricas, possibilitando ao paciente indicar, por uma marca na linha, qual a intensidade da sua dor. Após a marcação pelo paciente, a escala pode ser convertida pelo avaliador para uma pontuação de zero a dez, onde zero será inexistência de dor e dez a pior dor possível. É importante salientar, que a EVA apresenta limitações quanto ao uso clínico, por ser a dor um sintoma subjetivo, portanto não se pode afirmar que a diferença entre a pontuação um a três seja igual à da pontuação oito a dez, apesar do intervalo entre os números serem iguais (O'sullivan e Schmitz, 2010).

A escala descritiva verbal, comumente escolhida para a avaliação da população idosa, inclui as descrições sem dor, dor leve, moderada ou intensa (O'sullivan e Schmitz, 2010; Brito *et al.*, 2014).

Por fim, a *Pain Assessment in Advanced Dementia* (PAINAD) é uma adaptação da escala *Discomfort Scale-Dementia of the Alzheimer's Type* (DS-DAT) e da escala pediátrica *Face, Legs, Activity, Cry, Consolability* (FLACC), que permite quantificar a dor em indivíduos com déficit cognitivo. A escala pontua de zero a dez, onde valores mais altos indicam maior intensidade de dor. É composta pelos itens respiração independente de vocalização, vocalização negativa, expressão facial, linguagem corporal e consolo, cada um pontuado de zero a dois. A PAINAD foi validada em pessoas idosas sob cuidados agudos e de longa duração. É de fácil uso e rápida aplicação, já que requer menos de cinco minutos para seu preenchimento (Pinto *et al.*, 2015).

2.4.1.4 Dispneia

A dispneia é um sintoma muito frequente em pacientes oncológicos, sendo a escala de dispneia modificada do *Medical Research Council* (MRC) amplamente

utilizada. De fácil aplicação, envolve situações sobre a percepção da dispneia em atividades de diferentes intensidades, desde atividades complexas e que envolvem maior esforço físico, como caminhadas rápidas e subidas de rampas, até atividades cotidianas e relativamente simples, como vestir-se. Para aplicação do instrumento, o paciente deve estar sentado e descansado, deve-se explicar o objetivo da aplicação e as situações descritas na escala devem ser lidas ao paciente, a fim de que o teste se torne mais fidedigno. Em seguida, o paciente deve identificar na escala, de zero a quatro, qual situação caracteriza seu grau de dispneia cotidiana, sendo que um escore mais elevado representa maior sensação de dispneia (Brito *et al.*, 2014).

Entretanto, vale ressaltar que, teoricamente, as mesmas alterações fisiológicas que produzem dispneia no paciente com cognição intacta, também a produzem em um paciente com declínio da cognição. Assim, a incapacidade de relatar desconforto ventilatório, não significa sua ausência, por isso esse desconforto deve ser observado quando não puder ser relatado pelo paciente. A *Respiratory Distress Observation Scale* (RDOS) é uma escala de nível ordinal com oito parâmetros avaliados pelo observador: frequência cardíaca, frequência respiratória, inquietação, padrão de respiração paradoxal, uso de musculatura acessória, ronco ao final da expiração, batimento das asas nasais e “olhar de medo”, que significa expressões faciais temerosas. Cada parâmetro é pontuado de zero a dois, sendo então os pontos somados. Os escores da escala variam de zero, significando sem sofrimento respiratório, a 16 pontos, que representa um grave sofrimento (Campbell *et al.*, 2010).

2.4.1.5 Fadiga

A Escala de Fadiga de Piper revisada é um instrumento de autorrelato para avaliação da fadiga oncológica, composto por 27 itens, sendo 22 quantitativos e cinco qualitativos. É constituída por quatro dimensões da fadiga, sendo elas sensorial, afetiva, cognitiva e comportamental. Mesmo sendo um instrumento de autorrelato, em decorrência, muitas vezes, da incapacidade de entendimento ou por analfabetismo, se orienta o paciente a responder as questões lidas pelo avaliador. Para preenchimento do questionário, o paciente deve ser instruído a escolher apenas uma resposta para cada item quantitativo, e para os itens qualitativos pode relatar da forma que desejar. A escala será válida se ao menos 75% das questões

quantitativas forem respondidas. Para alcançar a pontuação final, se deve somar os valores de todas as questões respondidas pelo paciente, dividindo pelo número de questões respondidas, assim se constatando a gradação da fadiga. Essa gradação pode ser: zero, ausência de fadiga; ≥ 1 e < 3 , fadiga leve; ≥ 3 e < 6 , moderada; ≥ 6 , grave (Brito *et al.*, 2014).

2.4.1.6 Qualidade de vida

A *European Organization for Research and Treatment of Cancer - Quality of Life Questionnaire - Bone Metastase – 22* (EORTC QLQ-BM22) é uma ferramenta específica para avaliação de qualidade de vida (QV) em pacientes com metástase óssea. As metástases ósseas correspondem a uma complicação frequente do câncer, com alta incidência, principalmente no carcinoma de mama com 75% e de próstata com 68%, além de estar presente em 40% dos casos de carcinomas de pulmão, tireoide e rim (Popovic *et al.*, 2012).

O questionário é constituído por 22 itens que avaliam duas dimensões, dor e funcionalidade, sendo estes dois domínios subdivididos em local da dor, característica da dor, interferência funcional e aspecto psicossocial. Para avaliação dos resultados são dados escores para cada questão, numerados de um a quatro. Na dimensão dor, quanto menor o escore, melhor a QV, enquanto no domínio função e no resultado total do instrumento, quanto maior o escore, melhor a QV (Miki, 2015).

É importante atentar-se para a presença de metástases ósseas, pois é comum a ocorrência de fraturas patológicas durante a mobilização ou saída do leito sem a devida autorização. Logo, é imprescindível a verificação de exames de imagem disponíveis e a discussão do caso junto a equipe médica responsável (Brito *et al.*, 2014).

2.4.1.7 Fragilidade

A fragilidade é uma síndrome clínica caracterizada pela redução da capacidade de se adaptar a eventos agressores. Logo, indivíduos frágeis apresentam sérios comprometimentos prognósticos, menor capacidade de tolerar procedimentos, e maior risco de queda, declínio funcional, eventos adversos e mortalidade. Dentre os critérios de fragilidade mais aceitos estão os definidos pelo

Study of Osteoporotic Fracture – Frailty Index (SOF-FI) (Brito *et al.*, 2014).

O SOF-FI avalia três componentes, perda de peso igual ou maior a 5% durante o ano anterior, independentemente de qualquer intenção de perder peso, incapacidade de levantar da cadeira cinco vezes sem utilizar apoio, e o relato do paciente de que não se sente com energia. A fragilidade será identificada pela presença de dois ou mais componentes desses, na presença de um dos componentes se definirá estágio de pré-fragilidade, e na ausência dos componentes se identificará um indivíduo saudável (Luciani *et al.*, 2012).

2.4.1.8 Risco de lesão de pele por pressão

A LPP se caracteriza por lesão tecidual na pele, desenvolvida sobre uma proeminência óssea, geralmente resultante apenas de pressão ou pressão em combinação com cisalhamento ou fricção. É muito frequente em pacientes hospitalizados, causando grande impacto no estado de saúde e QV, além de acarretar maiores custos de tratamento (Qaseem *et al.*, 2015).

A Escala de Norton é útil, principalmente, para detectar pacientes adultos, que estão em risco de desenvolver LPP. A escala é considerada uma ferramenta confiável e padronizada, que atribui uma pontuação considerando cinco fatores de risco, sendo eles, condição física e mental, atividade, movimentação e incontinência urinária e fecal. Assim, os dados obtidos na avaliação podem ser de grande utilidade para o planejamento de estratégias de intervenção, tanto de prevenção quanto de tratamento (O'sullivan e Schmitz, 2010)

2.4.1.9 Timed up and go

O TUG é uma medida de triagem rápida e confiável, que avalia equilíbrio dinâmico e mobilidade. Para o teste, o paciente deve ser instruído para iniciar sentado, confortavelmente, em uma cadeira firme, de aproximadamente 46 cm de altura, com os braços e o tronco relaxados. Ao comando, deve levantar-se da cadeira e caminhar três metros em ritmo confortável e seguro, deve então girar, caminhar até a cadeira e sentar-se novamente. A área deve estar demarcada e a cronometragem, em segundos, iniciada no comando “vá” e finalizada quando o paciente retorna à posição sentada. O indivíduo deve usar seu calçado regular para o teste e dispositivo para a marcha, caso já faça uso prévio. Além disso, o indivíduo

passa pelo teste uma vez, antes de ser cronometrado para se familiarizar com o percurso (Podsiadlo e Richardson, 1991; O'sullivan e Schmitz, 2010; Brito *et al.*, 2014).

Segundo a literatura, a maioria dos indivíduos é capaz de completar o teste em menos de dez segundos, idosos frágeis que realizam o teste entre dez e 20 segundos estão dentro dos limites de normalidade, já indivíduos que finalizam contabilizando mais de 30 segundos tem indicativo de mobilidade funcional deficiente. O TUG enquanto ferramenta de triagem, classifica o paciente em uma categoria funcional e indica aqueles que necessitam prosseguir avaliação. Como ferramenta descritiva, fornece informações sobre o equilíbrio do paciente, sua velocidade de marcha e capacidade funcional (Podsiadlo e Richardson, 1991; O'sullivan e Schmitz, 2010).

2.4.1.10 Teste de sentar e levantar da cadeira em 30 segundos

O teste de sentar e levantar da cadeira em 30 segundos é utilizado para avaliar a integridade muscular dos membros inferiores, principalmente em idosos. É administrado utilizando uma cadeira sem braços e com altura de 43 cm, posicionada contra uma parede para evitar que se mova. Uma demonstração do teste é realizada de forma lenta e outra de forma rápida. O paciente se posiciona sentado na cadeira, com os pés ligeiramente afastados, alinhados com a distância dos ombros, um pé ligeiramente à frente do outro para auxiliar no equilíbrio. Os braços devem estar cruzados sobre o peito. O participante, inicia o teste ao comando, com a instrução de sentar-se completamente entre cada repetição, sendo encorajado a realizar o máximo de repetições, no período de 30 segundos. O avaliador conta, silenciosamente, a conclusão apenas das repetições corretas (Jones *et al.*, 1999).

Por meio de um estudo, envolvendo 7.183 idosos, entre 60 e 94 anos de idade, moderadamente ativos, foi possível elaborar um banco de dados para avaliação do desempenho no teste (Rikli e Jones, 1999).

2.4.1.11 Exames laboratoriais

Os exames laboratoriais de pacientes oncológicos, geralmente, sofrem alterações, sendo que essas alterações afetam diretamente o atendimento fisioterapêutico, cabendo ressaltar, portanto, que além da importância de sua

verificação no momento da avaliação, cabe ainda sua conferência diária (Brito *et al.*, 2014).

Essa verificação é ainda mais importante, tratando-se de pacientes oncohematológicos, portadores de leucemias e linfomas, pois estes apresentam uma série de alterações fisiopatológicas, dentre elas anemia, neutropenia, trombocitopenia, sangramentos, fadiga, dispneia, bem como infecções devido imunossupressão e aplasia medular (Elter *et al.*, 2009; Cipolat *et al.*, 2011).

2.4.2 Fisioterapia em Oncologia

2.4.2.1 Histórico

Ao longo de sua história, a fisioterapia teve suas ações concentradas no tratamento das doenças e na reabilitação. Isso se deve, em parte, pela sua própria trajetória, que, no Brasil, orientou a atuação profissional para as atividades curativas, devido às epidemias de poliomielite e altos índices de acidentes de trabalho, nos anos 1950. Reforçavam essa situação, a ausência de uma tradição em ensino e pesquisa, os reduzidos cursos para formação de profissionais e a pouca experiência em instituições de saúde. Mesmo após a criação dos primeiros cursos de fisioterapia no país, as matrizes curriculares continuavam a intensificar o ensino de técnicas e métodos. Poucos visavam uma atuação profissional socialmente significativa, transformadora da realidade da saúde brasileira. A mudança de orientação foi um processo lento e gradativo. Aos poucos, as atividades curativas e reabilitadoras foram cedendo espaço à atenção primária em saúde, ampliando significativamente o leque de intervenção da fisioterapia. Novas especialidades foram sendo criadas, privilegiando a área da prevenção e promoção. É possível dizer que o surgimento da fisioterapia oncológica acompanhou esse processo de mudança de foco da intervenção fisioterapêutica (Faria, 2010).

2.4.2.2 Ensino

As diretrizes curriculares nacionais, publicadas em 2002, buscam preconizar uma nova visão sobre a formação acadêmica, de forma mais crítica, reflexiva e humanista, voltada para o SUS. Além disso, considera o estado de transição epidemiológica vivenciada, com ênfase no aumento da morbimortalidade das

doenças crônico-degenerativas, entre as quais se destaca o câncer. Entretanto, o processo educativo ainda se encontra distante de um cuidado integral. A ausência de disciplinas de fisioterapia voltadas à oncologia, na maioria dos cursos ofertados no Brasil, dificulta a vivência acadêmica nesta área, o que pode contribuir para um reduzido número de profissionais engajados nesse campo de atuação profissional (Dantas *et al.*, 2013).

Vieira *et al.*, 2016, acreditam que, ao realizar atividades específicas para alunos de graduação, promoveremos um maior conhecimento da oncologia, conseqüentemente, uma maior aceitação como uma área de especialização, bem como uma melhor compreensão da abordagem multidisciplinar necessária à área.

A educação e o treinamento continuam sendo fatores-chave para garantir que os profissionais de saúde estejam preparados para atender às necessidades variadas do paciente oncológico (Campbell *et al.*, 2017).

2.4.2.3 Atuação

Na área da fisioterapia, a escassez de dados na literatura, a falta de padronização de métodos de avaliação e de recursos a serem utilizados, o recente reconhecimento da especialidade em 2009, dificultam o processo de reabilitação dos pacientes oncológicos (Borges *et al.*, 2008). Desta forma, se faz necessário melhorar e disseminar o conhecimento da oncologia entre os estudantes de graduação e os profissionais (Vieira *et al.*, 2016).

Sabemos que o câncer é fonte potencial de efeitos físicos, sociais e emocionais, resultando em diversos tipos de incapacidades motoras, cognitivas e dolorosas. O aumento, de maneira exponencial, no número de casos de câncer, exige um aumento do número de profissionais com experiência em oncologia. Esses profissionais devem estar capacitados a realizar procedimentos curativos, paliativos ou de apoio, assim como minimizar as sequelas do tratamento oncológico (Borges *et al.*, 2008; Brito *et al.*, 2014; Vieira *et al.*, 2016; Viscuse *et al.*, 2017).

Diante das mais variadas incapacidades apresentadas pelo paciente oncológico, tanto relacionadas à própria doença, quanto ao tratamento antineoplásico, a especialização, a interdisciplinaridade e a multiprofissionalidade, implicam na formação de uma infraestrutura ideal de centros especializados. Porém, esses centros, na maioria dos casos, não se encontram próximos ao domicílio do

paciente. Em casos de cânceres raros e de regiões com baixa densidade populacional, podem situar-se mais distantemente ainda. Portanto, atualmente, o atendimento ao paciente oncológico é, em muitos casos, realizado por profissionais e instituições não especializadas ou pouco especializadas (Ciarlo *et al.*, 2016).

A *Association of Chartered Physiotherapists in Oncology and Palliative Care* (ACPOPC, 1993) considera como principal objetivo dos fisioterapeutas, que atendem pacientes com câncer, ajudar esses indivíduos a minimizar alguns efeitos que a doença ou seu tratamento provocam. Muitas vezes, é possível melhorar a QV, independentemente do seu prognóstico, ajudando-os a alcançar sua máxima potencialidade ou a obter alívio dos sintomas angustiantes. Assim, o fisioterapeuta deve enfatizar a manutenção da funcionalidade, a redução da incapacidade e dor, e o aumento do condicionamento físico e mobilidade (Rankin *et al.*, 2008).

Ao longo dos anos, as técnicas tradicionais de fisioterapia estão sendo adaptadas aos pacientes com câncer, especialmente nos casos mais avançados. Os tratamentos empregados, nesses casos, incluem treinamento de mobilidade, exercícios, tratamento do linfedema, controle da dispneia, alívio da dor, educação do paciente, entre outros (Cobbe e Kennedy, 2012).

Dessa forma, diante das particularidades do paciente oncológico e da necessidade de adaptar o atendimento, se fez necessário, para o presente estudo, um levantamento de recomendações relevantes. As recomendações elencadas incluem condutas fisioterapêuticas, prevenção de complicações, manejo de sintomas, cuidados específicos, entre outras, voltadas aos cenários pré-operatório, pós-operatório, de tratamento quimioterápico, radioterápico e oncohematológico.

O desenvolvimento desse trabalho leva em consideração o processo de cuidar, realizado por um fisioterapeuta. Na prática, fisioterapeutas em formação ou com pouca experiência discutem, com base na literatura científica, em grupos liderados por fisioterapeutas mais experientes, os dados clínicos acerca de um paciente, obtidos através da anamnese, exame físico e exames complementares. Todos os dados clínicos são analisados, considerando a *expertise* do especialista, que orienta quais dados devem receber maior peso no processo decisório de cuidado ao paciente, dentre inúmeras possibilidades de recomendações de condutas fisioterapêuticas. Esse cenário remete a possibilidade de uso de um SADC, que considere tanto dados clínicos factíveis, uma vez que há falta de tempo

hábil para a coleta desses dados, diante da complexa rotina do fisioterapeuta, quanto recomendações relevantes à reabilitação oncológica.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Construir um SADC para recomendação de condutas fisioterapêuticas apropriadas à reabilitação de pacientes oncológicos hospitalizados, que simule a opinião de um especialista da área.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar na literatura o uso de instrumentos de avaliação fisioterapêutica pertinentes ao diagnóstico cinético-funcional na fase hospitalar de reabilitação do paciente oncológico;
- Revisar na literatura condutas fisioterapêuticas empregadas na fase hospitalar de reabilitação do paciente oncológico;
- Modelar o conhecimento especialista e representá-lo através de uma RB;
- Modelar a interface de um SADC para reabilitação oncológica;
- Avaliar o SADC, através da opinião de especialistas e da análise de casos reais.

4 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA

ANCP., A. N. d. C. P.-. (2009). *Manual de Cuidados Paliativos*. (1ª ed.). Rio de Janeiro: Diagraphic.

Ar, I., & Akgul, Y. (2014). *A Computerized Recognition System for the Home-Based Physiotherapy Exercises Using an RGBD Camera* (Vol. 22).

Ara-Souza, A. L. (2013). *Redes Bayesianas: Uma introdução aplicada a Credit Scoring*: Relatório apresentado no concurso de iniciação científica da Universidade Federal de São Carlos.

Araújo, C. R. G. d., & Rosas, A. M. M. T. F. (2008). O papel da equipe de enfermagem no setor de radioterapia: uma contribuição para a equipe multidisciplinar. *Rev. Bras. Cancerol.*, 54(3), 231-237.

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805.

Barbas, C. S. V., Ísola, A. M., Farias, A. M. d. C., Cavalcanti, A. B., Gama, A. M. C., Duarte, A. C. M., et al. (2014). Recomendações brasileiras de ventilação mecânica 2013. Parte I. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 26, 89-121.

Becker, J. B., Lopes, M. C. B. T., Pinto, M. F., Campanharo, C. R. V., Barbosa, D. A., & Batista, R. E. A. (2015). Triage at the Emergency Department: association between triage levels and patient outcome. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 49, 783-789.

Beesley, V., Janda, M., Eakin, E., Obermair, A., & Battistutta, D. (2007). Lymphedema after gynecological cancer treatment. *Cancer*, 109(12), 2607-2614.

Bennett, C. C., & Hauser, K. (2013). Artificial intelligence framework for simulating clinical decision-making: A Markov decision process approach. *Artificial Intelligence in Medicine*, 57(1), 9-19.

Borges, C. A. M. S., Carolina de Faria., Lacerda, P. C. M. T., & Nascimento, M. T. A. d. (2008). Análise dos métodos de avaliação, dos recursos e do reconhecimento da Fisioterapia Oncológica nos hospitais públicos do Distrito Federal. *Rev. Bras Cancerol*, 54(4), 333-344.

Brito, C. M. M. d., Bazan, M., Pinto, C. A., Baia, W. R. M., & Battistella, L. R. (2014). *Manual de Reabilitação em Oncologia do ICESP* (1ª ed.). Barueri.

Campbell, K., Taylor, V., & Douglas, S. (2017). *Effectiveness of Online Cancer Education for Nurses and Allied Health Professionals; a Systematic Review Using Kirkpatrick Evaluation Framework* (Vol. 34).

Campbell, M. L., Templin, T., & Walch, J. (2010). A Respiratory Distress Observation Scale for Patients Unable To Self-Report Dyspnea. *Journal of Palliative Medicine*, 13(3), 285-290.

Carvalho, R., Laskey, K., Costa, P., Ladeira, M., Santos, L., & Matsumoto, S. (2010). UnBBayes: Modeling Uncertainty for Plausible Reasoning in the Semantic Web.

Carvalho, R. T. d., & Parsons, H. A. (2012). *Manual de Cuidados Paliativos ANCP* (2ª ed.): Academia Nacional de Cuidados Paliativos - ANCP.

Castaneda, C., Nalley, K., Mannion, C., Bhattacharyya, P., Blake, P., Pecora, A., et al. (2015). Clinical decision support systems for improving diagnostic accuracy and achieving precision medicine. *Journal of Clinical Bioinformatics*, 5(1), 4.

Cheng, L., Zhu, M., Poss, J. W., Hirdes, J. P., Glenny, C., & Stolee, P. (2015). Opinion versus practice regarding the use of rehabilitation services in home care: an investigation using machine learning algorithms. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 15(1), 80.

Cherny, N. I., Fallon, M. T., Kaasa, S., Portenoy, R. K., & Currow, D. C. (2015). *Oxford Textbook of Palliative Medicine* (Fifth ed.). New York: Oxford University Press.

Ciarlo, G., Liebl, P., Zell, J., Fessler, J., Koester, M. J., Rütters, D., et al. (2016). *Information needs of oncologists, general practitioners and other professionals caring for patients with cancer* (Vol. 25).

Cipolat, S., Pereira, B. B., & Ferreira, F. V. (2011). Fisioterapia em pacientes com Leucemia: uma revisão bibliográfica. *Rev Bras Cancerol.*, 57(2), 229-236.

Cobbe, S., & Kennedy, N. (2012). Physical Function in Hospice Patients and Physiotherapy Interventions: A Profile of Hospice Physiotherapy. *Journal of Palliative Medicine*, 15(7), 760-767.

Dantas, D. d. S., Tavares, T. d. L., Soares, M. M. L., Magalhães, A. G. M., Sá, F. D. d., & Oliveira, M. d. L. F. d. (2013). *Fisioterapia onco-funcional: uma representação social dos discentes do curso de fisioterapia*. Paper presented at the III Congresso Brasileiro de Fisioterapia em Oncologia.

Druzdzal, M. J., & Gaag, L. C. v. d. (2000). Building probabilistic networks: "Where do the numbers come from?" guest editors' introduction. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 12(4), 481-486.

Elter, T., Stipanov, M., Heuser, E., von Bergwelt-Baildon, M., Bloch, W., Hallek, M., et al. (2009). Is physical exercise possible in patients with critical cytopenia undergoing intensive chemotherapy for acute leukaemia or aggressive lymphoma? *International Journal of Hematology*, 90(2), 199-204.

Faceli, K., Lorena, A. C., Gama, J., & Carvalho, A. C. P. d. L. d. (2017). *Inteligência Artificial: Uma abordagem de aprendizado de máquina*. Rio de Janeiro.

Faria, L. (2010). *As práticas do cuidar na oncologia: a experiência da fisioterapia em pacientes com câncer de mama* (Vol. 17).

Ferriani, A. M., Prado, B. L., Buzaid, A. C., & Maluf, F. C. (2017). *MOC - Cuidados Paliativos - Manual de Oncologia Clínica do Brasil: Cuidados Paliativos* (1ª ed.). São Paulo: Dendrix Edição e Design Ltda.

Flores, C., Fonseca, J. M., Bez, M., Respício, A., & Coelho, H. (2014). *Method for Building a Medical Training Simulator with Bayesian Networks: SimDeCS* (Vol. 207).

Flores, C. D., Höher, C. L., Ladeira, M., & Vicari, R. M. (2000). *Uma Experiência do Uso de Redes Probabilísticas no Diagnóstico Médico*. Paper presented at the Argentine Symposium on Artificial Intelligence.

Forum, W. E. (2018). Annual Report 2017–2018. Davos.

Fossum, M., Alexander, G. L., Ehnfors, M., & Ehrenberg, A. (2011). Effects of a computerized decision support system on pressure ulcers and malnutrition in nursing homes for the elderly. *International Journal of Medical Informatics*, 80(9), 607-617.

Freitas, D. A., Caballero, A. D., Pereira, M. M., Oliveira, S. K. M., Silva, G. P. E., & Hernández, C. I. V. (2011). Sequelas bucais da radioterapia de cabeça e pescoço. *Revista CEFAC*, 13, 1103-1108.

Hamet, P., & Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 69, S36-S40.

Hespanhol, F. L., Tinoco, E. M. B., Teixeira, H. G. d. C., Falabella, M. E. V., & Assis, N. M. d. S. P. (2010). Manifestações bucais em pacientes submetidos à quimioterapia. *Ciência & Saúde Coletiva*, 15, 1085-1094.

Hostalácio, L. B. (2017). *Manual de Condutas e Práticas de Fisioterapia em Oncologia: Câncer de Pulmão* (1ª ed.). Barueri.

HUGIN. Hugin Expert S/A: <http://www.hugin.com>.

INCA, I. N. d. C. J. A. G. d. S. M. d. S. (2013a). *Cuide Bem do seu Paciente: Orientações aos Pacientes* (3ª ed.). Rio de Janeiro: INCA.

INCA, I. N. d. C. J. A. G. d. S. M. d. S. (2013b). *Quimioterapia: Orientações aos Pacientes* (3ª ed.). Rio de Janeiro: INCA.

INCA, I. N. d. C. J. A. G. d. S. M. d. S. (2017). *Traqueostomias: Orientações aos Pacientes* (3ª ed.). Rio de Janeiro: INCA.

Işik, H., & Arslan, S. (2011). An Artificial Neural Network Classification Approach for use the Ultrasound in Physiotherapy. *Journal of Medical Systems*, 35(6), 1333-1341.

Jones, J., Rikli, R., & C. Beam, W. (1999). *A 30-s Chair-Stand Test as a Measure of Lower Body Strength in Community-Residing Older Adults* (Vol. 70).

- Kim, H., Choi, J., Thompson, S., Meeker, L., Dykes, P., Goldsmith, D., et al. (2010). Automating pressure ulcer risk assessment using documented patient data. *International Journal of Medical Informatics*, 79(12), 840-848.
- Klahr, P., Coronel, C., Cabral Robinson, C., Fonseca, J. M., Flores, C., & Plentz, R. D. M. (2015). *Influence Diagram As a Support Tool for Clinical Decisions In Cardiopulmonary And Metabolic Rehabilitation* (Vol. 216).
- Lin, S., Zhang, Q., Chen, F., Luo, L., Chen, L., & Zhang, W. (2019). Smooth Bayesian network model for the prediction of future high-cost patients with COPD. *International Journal of Medical Informatics*, 126, 147-155.
- Lowe, S. S., Tan, M., Faily, J., Watanabe, S. M., & Courneya, K. S. (2016). Physical activity in advanced cancer patients: a systematic review protocol. *Systematic Reviews*, 5, 43.
- Lucas, P. J. F., van der Gaag, L. C., & Abu-Hanna, A. (2004). Bayesian networks in biomedicine and health-care. *Artificial Intelligence in Medicine*, 30(3), 201-214.
- Lucero, R. J., Lindberg, D. S., Fehlberg, E. A., Bjarnadottir, R. I., Li, Y., Cimiotti, J. P., et al. (2019). A data-driven and practice-based approach to identify risk factors associated with hospital-acquired falls: Applying manual and semi- and fully-automated methods. *International Journal of Medical Informatics*, 122, 63-69.
- Luciani, A., Dottorini, L., Battisti, N., Bertuzzi, C., Caldiera, S., Floriani, I., et al. (2012). Screening elderly cancer patients for disabilities: evaluation of study of osteoporotic fractures (SOF) index and comprehensive geriatric assessment (CGA). *Annals of Oncology*, 24(2), 469-474.
- Macagnan, F. E., Fattori, R. A., dos Santos, J. B., Lumi, C., De Toni, P., & Kessler, A. (2017). Avaliação fisioterapêutica do paciente oncológico hospitalizado. *Fisioterapia Brasil*; v. 18, n. 4 (2017): *Fisioterapia Brasil v18n4*.
- Madsen, A., Lang, M., B. Kjærulff, U., & Jensen, F. (2003). *The Hugin Tool for Learning Bayesian Networks* (Vol. 2711).
- Madsen, A. L., Jensen, F., Kjærulff, U. B., & Lang, M. (2005). THE HUGIN TOOL FOR PROBABILISTIC GRAPHICAL MODELS. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 14(03), 507-543.
- Marchon, R. M. (2017). *Manual de Condutas e Práticas de Fisioterapia em Oncologia: Oncologia Ginecológica* (1ª ed.). Barueri.
- Marques, R. L., & Dutra, I. Redes Bayesianas: o que são, para que servem algoritmos e exemplos de aplicações.
- Marschollek, M., Rehwald, A., Wolf, K.-H., Gietzelt, M., Nemitz, G., zu Schwabedissen, H. M., et al. (2011). Sensors vs. experts - A performance comparison of sensor-based fall risk assessment vs. conventional assessment in a

- sample of geriatric patients. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 11(1), 48.
- Matsumoto, S., Carvalho, R. n., Ladeira, M., Costa, P., Santos, L., Silva, D., et al. (2012). UnBBayes: a Java framework for probabilistic models in AI. In K. Cai (Ed.), *Java in Academia and Research* (2nd edition ed.).
- Mattos, S. L. d. L., Azevedo, M. P. d., Cardoso, M. G. d. M., & Nunes, R. R. (2018). *Dor e Cuidados Paliativos*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Anestesiologia/SBA.
- McKinsey. (2019). Davos 2019: Four big themes.
- Miki, N. (2015). Tradução para língua portuguesa, adaptação cultural e validação do “The European Organization for Research and Treatment of Cancer – Quality of Life Questionnaire Bone Metastase – 22” (pp. 126p). São Paulo: Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação de Cirurgia Translacional da Universidade Federal de São Paulo.
- NCCN. (2016). NCCN Guidelines for Patients - Nausea and Vomiting: Supportive Care Book Series. Pennsylvania: NCCN Foundation.
- Neto, A. P., & Flynn, M. B. (2019). *The Internet and Health in Brazil: Challenges and Trends*. Cham.
- NIH, N. C. I. (2018). Support for People with Cancer: Chemotherapy and You.
- O'Sullivan, S. B., & Schmitz, T. J. (2010). *Fisioterapia: Avaliação e Tratamento* (5ª ed.). Barueri.
- Organization., W. H. (2011). mHealth: New horizons for health through mobile technologies: second global survey on eHealth. In W. H. Organization (Ed.) (Vol. 3). Geneva.
- Paim, É. D., Macagnan, F. E., Martins, V. B., Zanella, V. G., Guimarães, B., & Berbert, M. C. B. (2018). Efeito agudo da Transcutaneous Electric Nerve Stimulation (TENS) sobre a hipossalivação induzida pela radioterapia na região de cabeça e pescoço: um estudo preliminar. *CoDAS*, 30.
- Payne, K. F. B., Wharrad, H., & Watts, K. (2012). Smartphone and medical related App use among medical students and junior doctors in the United Kingdom (UK): a regional survey. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 12(1), 121.
- Pearl, J. (2009). *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference* (2nd ed.). Califórnia.
- Pessoa, R. F., & Nácul, F. E. (2006). Delirium em pacientes críticos. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 18, 190-195.

Piau, A., Crissey, R., Brechemier, D., Balardy, L., & Nourhashemi, F. (2019). A smartphone Chatbot application to optimize monitoring of older patients with cancer. *International Journal of Medical Informatics*, 128, 18-23.

Pinto, M. C. M., Minson, F. P., Lopes, A. C. B., & Laselva, C. R. (2015). Cultural adaptation and reproducibility validation of the Brazilian Portuguese version of the Pain Assessment in Advanced Dementia (PAINAD-Brazil) scale in non-verbal adult patients. *Einstein*, 13(1), 14-19.

Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The Timed "Up & Go": A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142-148.

Popovic, M., Nguyen, J., Chen, E., Di Giovanni, J., Zeng, L., & Chow, E. (2012). Comparison of the EORTC QLQ-BM22 and the FACT-BP for assessment of quality of life in cancer patients with bone metastases. *Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research*, 12(2), 213-219.

Qaseem, A., Humphrey, L. L., Forciea, M. A., Starkey, M., Denberg, T. D., & for the Clinical Guidelines Committee of the American College of, P. (2015). Treatment of Pressure Ulcers: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians. *Annals of Internal Medicine*, 162(5), 370-379.

Rankin, J., Robb, K., Murtagh, N., Cooper, J., & Lewis, S. (2008). *Rehabilitation in cancer care*. West Sussex.

Rezende, L., Campanholi, L. L., & Tessaro, A. (2018). *Manual de Condutas e Práticas Fisioterapêuticas no Câncer de Mama da ABFO* (1ª ed.). Rio de Janeiro.

Rikli, R., & Jones, J. (1999). *Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94* (Vol. 7).

Rocha, T. A. H., Fachini, L. A., Thumé, E., Silva, N. C. d., Barbosa, A. C. Q., Carmo, M. d., et al. (2016). Saúde Móvel: novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde. *Epidemiol. Serv. Saúde*, 25(1), 159-170.

Saúde, I.-I. N. d. C. J. A. G. d. S. M. d. (2010). Pós-transplante de Medula Óssea: Orientações aos Pacientes. Rio de Janeiro: INCA.

Saúde, M. d. (2017). Estimativa 2018: incidência de câncer no Brasil. In I. N. d. C. J. A. G. d. S. C. de & P. e. Vigilância. (Eds.). Rio de Janeiro: INCA.

Schnekenberg, C. N. M., Malucelli, A., Dias, J. d. S., & Cubas, M. R. (2011). Redes bayesianas para eleição da ventilação mecânica no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Fisioterapia em Movimento*, 24, 481-492.

Schnell, F. M. (2003). Chemotherapy-induced nausea and vomiting: the importance of acute antiemetic control. *Oncologist*, 8(2), 187-198.

Schulze, M., Song, B., Gietzelt, M., Wolf, K.-H., Kayser, R., Tegtbur, U., et al. (2010). Supporting rehabilitation training of COPD patients through multivariate sensor-based monitoring and autonomous control using a Bayesian network: prototype and results of a feasibility study. *Informatics for Health and Social Care*, 35(3-4), 144-156.

Simonov, M., & Delconte, G. (2015). Humanoid Assessing Rehabilitative Exercises. *Methods Inf Med*, 54(02), 114-121.

Stansby, G., Avital, L., Jones, K., & Hampson, G. (2014). *Prevention and management of pressure ulcers in primary and secondary care: Summary of NICE guidance* (Vol. 348).

Tacani, P. M. (2017). *Manual de Condutas e Práticas de Fisioterapia em Oncologia: Neoplasias de Cabeça e Pescoço* (1ª ed.). Barueri.

Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25(1), 44-56.

UnBBayes. Disponível em: <http://unbbayes.sourceforge.net/>: Disponível em: <http://unbbayes.sourceforge.net/>.

Union, I. T. (2018). Report on the implementation of the Strategic Plans and the activities of the Union for 2018-2019. Dubai.

Vicari, R. M., Flores, C. D., Silvestre, A. M., Seixas, L. J., Ladeira, M., & Coelho, H. (2003). A multi-agent intelligent environment for medical knowledge. *Artificial Intelligence in Medicine*, 27(3), 335-366.

Vieira, R., Helena Lopes, A., Sarri, A., Caulada Benedetti, Z., & Oliveira, C. (2016). *Oncology E-Learning for Undergraduate. A Prospective Randomized Controlled Trial* (Vol. 32).

Viscuse, P. V., Price, K., Millstine, D., Bhagra, A., Bauer, B., & Ruddy, K. J. (2017). Integrative medicine in cancer survivors. *Current Opinion in Oncology*, 29(4).

Warr, D. G. (2008). Chemotherapy-and cancer-related nausea and vomiting. *Current oncology (Toronto, Ont.)*, 15(Suppl 1), S4-S9.

Yıldız Kabak, V. (2016). *Investigation of The Physical and Functional Needs in Adult Cancer Patients Consulted to Physiotherapy and Rehabilitation* (Vol. 31).

5 ARTIGO

SISTEMA DE APOIO À DECISÃO CLÍNICA PARA REABILITAÇÃO ONCOLÓGICA EM AMBIENTE HOSPITALAR

(A ser traduzido e submetido ao periódico *International Journal of Medical Informatics*)

(Fator de Impacto 2018: 2.731)

Ana Paula Martins Bykowski^{a,b}, Cecilia Dias Flores^a, André Santaló de Oliveira^c,
Fabrício Elder Macagnan^a

Afiliação

^a Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, UFCSPA, Porto Alegre, Brasil

^b Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre, ISCMPA, Porto Alegre, Brasil

^c Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, Brasil

Correspondência

Fabrício Edler Macagnan

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, UFCSPA.

Rua Sarmiento Leite, 245, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, CEP 90050-170.

Telefone +55 (51) 3303-9000

Fax +55 (51) 3303-8810

E-mail: fabriciom@ufcspa.edu.br

Endereços de e-mail dos outros autores

Ana Paula Martins Bykowski – ana.bykowski@gmail.com

Cecilia Dias Flores – dflores@ufcspa.edu.br

André Santaló de Oliveira – andre.santalo@gmail.com

RESUMO

Introdução: O aumento da sobrevivência de pacientes com câncer impõe novos desafios, tanto em volume de demanda, quanto em complexidade de manejo. Com vistas ao avanço no processo de reabilitação funcional oncológica, tomamos por base uma avaliação física funcional, para o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão clínica para reabilitação oncológica. **Objetivos:** Construir um sistema de apoio à decisão para recomendação de condutas fisioterapêuticas apropriadas à reabilitação de pacientes oncológicos hospitalizados, que simule a opinião de um especialista da área. **Métodos:** Este é um estudo metodológico, que apresenta todas as etapas de construção de um sistema de apoio à decisão clínica, criado através de um sistema de recomendação bayesiano em saúde. As etapas incluem a modelagem do conhecimento especialista, modelagem da interface do sistema e o sistema no dispositivo móvel. Além disso, o estudo contou com a avaliação do sistema por especialistas para análise da qualidade técnica das recomendações e da funcionalidade do sistema, e uma avaliação automatizada de 170 casos provenientes do banco de dados, onde houve inserção automática dos dados clínicos no sistema, simulando seu uso por um profissional. **Resultados:** Através da avaliação da qualidade técnica das recomendações, verificamos grande predomínio de concordância total com as recomendações disparadas pelo sistema (79% das respostas) e pela avaliação da funcionalidade, observamos mais relatos de necessidade de ajustes no sistema (55% das respostas) voltados, principalmente, a inserção dos dados clínicos e a necessidade de orientações operacionais para o manuseio correto do sistema. Os resultados produzidos pela avaliação automatizada apontaram para um número maior de recomendações disparadas pelo sistema em comparação ao número de condutas fisioterapêuticas descritas nos prontuários eletrônicos dos pacientes. O total geral de recomendações disparadas pelo sistema (somando todos os níveis de probabilidade de recomendação) foi de 1.144, enquanto o número total de condutas efetivamente evoluídas nos prontuários (para todos os níveis de probabilidade de recomendação) foi de 565. **Conclusão:** Entendemos que o uso do sistema de apoio à decisão clínica para reabilitação oncológica é viável e promissor para a qualificação do cuidado ao paciente. Os resultados gerados, a partir das avaliações, indicam uma compatibilidade entre o raciocínio humano e o algoritmo, o que reforça a possibilidade da sua implementação. Seu uso auxilia o profissional diante da complexidade que envolve o paciente oncológico, possibilitando a individualização e a adaptação da reabilitação em ambiente hospitalar.

Palavras-chave: Reabilitação; Oncologia; Sistemas de Apoio a Decisões Clínicas; Inteligência Artificial.

1. INTRODUÇÃO

As doenças e agravos não transmissíveis (DANT) são as principais responsáveis pelo adoecimento e óbito da população mundial. Estima-se que, em 2008, as DANT foram a causa de 36 milhões dos óbitos (63%), com destaque para as doenças cardiovasculares (48% das DANT) e o câncer (21%) (1). Com o avanço tecnológico, houve grande expansão na sobrevivência destes pacientes, inclusive nos casos de câncer, tornando-o uma doença crônica. Parte desse fenômeno está relacionado aos diagnósticos precoces e, ao mesmo tempo, mais eficazes, e parte em função dos avanços nos esquemas de tratamento antineoplásico. Em contrapartida, observa-se uma exigência crescente no manejo das complicações decorrentes da própria doença ou de efeitos adversos do tratamento. Deste modo, o aumento da sobrevivência de pacientes com câncer impõe novos desafios, tanto em volume de demanda, quanto em complexidade de manejo, visto que o quadro clínico em questão é fonte potencial de efeitos físicos, sociais e emocionais, que resultam em diversos tipos de incapacidades motoras, cognitivas e dolorosas (2-4).

Com vistas ao avanço no processo de reabilitação funcional do paciente oncológico hospitalizado, Macagnan et al. propõem uma avaliação física funcional em oncologia, a qual tomamos por base para o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão clínica (SADC) para reabilitação oncológica. Um SADC se enquadra em uma das categorias de saúde móvel, que tem suas práticas apoiadas por dispositivos móveis, como smartphones, biossensores e outros equipamentos. A saúde móvel, por sua vez, é uma subdivisão da saúde eletrônica, que utiliza informações e tecnologias de comunicação para a oferta e melhoria dos serviços de saúde (5-7). Atualmente, os SADC utilizam redes probabilísticas (RP), como redes bayesianas (RB), para unir o conhecimento disponível na literatura com a *expertise* de especialistas, a fim de lidar com situações de incerteza que, comumente, compõem a rotina assistencial na área da saúde. Estes sistemas são capazes de modelar o conhecimento do especialista de domínio de uma forma intuitiva (8).

Alguns estudos pioneiros, na área da fisioterapia, estão propondo a aplicação de RP para eleição da ventilação mecânica no pós-operatório de cirurgia cardíaca (9), para auxílio à tomada de decisão na fase II da reabilitação cardiopulmonar e metabólica (10), para apoio ao treinamento na reabilitação de pacientes com doença

pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (11), para determinação de parâmetros de ultrassom terapêutico (12). Além do auxílio à tomada de decisão, RP são bastante úteis quando o objetivo é o de prever risco. Neste sentido, alguns estudos propõem seu uso para predição de pacientes com DPOC que serão futuros geradores de alto custo com tratamento (13), monitorização de risco em pacientes idosos em tratamento de quimioterapia domiciliar (14), indicação de potenciais pacientes para reabilitação domiciliar (15), identificação de fatores de risco para quedas (16, 17) e para lesão de pele por pressão (18, 19).

A despeito de tantos avanços, observados no campo de saúde eletrônica, constatamos inegável escassez de estudos que direcionem o uso dessa ferramenta à reabilitação oncológica. Por esse motivo, o desenvolvimento de um SADC, direcionado ao auxílio do manejo fisioterapêutico no enfrentamento das variadas necessidades do paciente oncológico, é, além de apropriado para o contexto epidemiológico atual, potencialmente útil para melhorar a qualidade da reabilitação de pacientes oncológicos hospitalizados. Assim, o objetivo é construir um sistema de apoio à decisão para recomendação de condutas fisioterapêuticas apropriadas à reabilitação de pacientes oncológicos hospitalizados, que simule a opinião de um especialista da área.

2. MÉTODOS

2.1. Declaração ética

Este é um estudo metodológico de construção de um SADC para reabilitação oncológica, onde a qualidade técnica das recomendações e a funcionalidade do sistema foram avaliadas por fisioterapeutas, que atuam na área de oncologia hospitalar. Por essa razão, o estudo foi à avaliação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre - ISCMPA (parecer nº 2.925.008, CAEE: 95981618.7.0000.5335).

2.2 Fontes de dados

O estudo utilizou, para avaliação automatizada do SADC, dados clínicos obtidos, retrospectivamente, de 170 prontuários eletrônicos dos pacientes (PEP)

internados em um centro de assistência de alta complexidade em oncologia (CACON), Hospital Santa Rita – ISCMPA, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

O banco de dados foi composto por dados clínicos, necessários para a operação do SADC, como caracterização dos pacientes (por exemplo, idade e sexo), dados de admissão (por exemplo, localização do(s) tumor(es) primário(s) e motivo(s) da internação atual), dados da avaliação fisioterapêutica (por exemplo, ECOG *Performance Status* e sintoma(s) presente(s), como náusea e vômito), dados clínicos (por exemplo, hemograma e exames de imagem do tórax) e dados referentes às condutas fisioterapêuticas aplicadas (por exemplo, tipo de exercício motor e técnicas respiratórias).

2.3 Sistema de recomendação bayesiano em saúde (SR-BayeS)

O desenvolvimento do sistema de recomendação bayesiano em saúde (SR-BayeS) parte da concatenação de dados clínicos de grande abrangência, ampla e divergente base teórica disponível na literatura e, principalmente, da *expertise* de especialistas da área. Seu objetivo é organizar todas essas informações e gerar recomendações graduadas com diferentes pesos para auxiliar o processo decisório de cuidado. Assim, dentre um conjunto de possíveis recomendações de condutas fisioterapêuticas, o sistema deverá estabelecer quais as mais indicadas para cada caso. Nesse contexto, o desenvolvimento de um SR-BayeS para um cenário de alta complexidade remete a possibilidade de uso de um SADC por profissionais em formação ou com baixo grau de especialização.

O SR-BayeS é um ambiente computacional, que cria um SADC sob a forma de um aplicativo móvel para dispositivos com sistema operacional Android®. Um aplicativo móvel é conhecido, normalmente, por seu nome abreviado app, sendo este um software desenvolvido para ser instalado em um dispositivo eletrônico móvel, como um smartphone ou tablet.

2.4 METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DE UM SADC NO SR-BAYES

A base de conhecimento necessária para o funcionamento do SADC no SR-BayeS é composta de duas partes: a RB e os metadados do sistema. De maneira geral, a RB é o mecanismo de inferência, constituindo a parte lógica do sistema, e os metadados são informações que definem a montagem da estrutura de apresentação, constituindo a parte de interface de interação do usuário com o

sistema. A construção de um SADC, no projeto SR-BayeS, apresenta as etapas representadas na Figura 1. O detalhamento de cada etapa será apresentado na sequência.

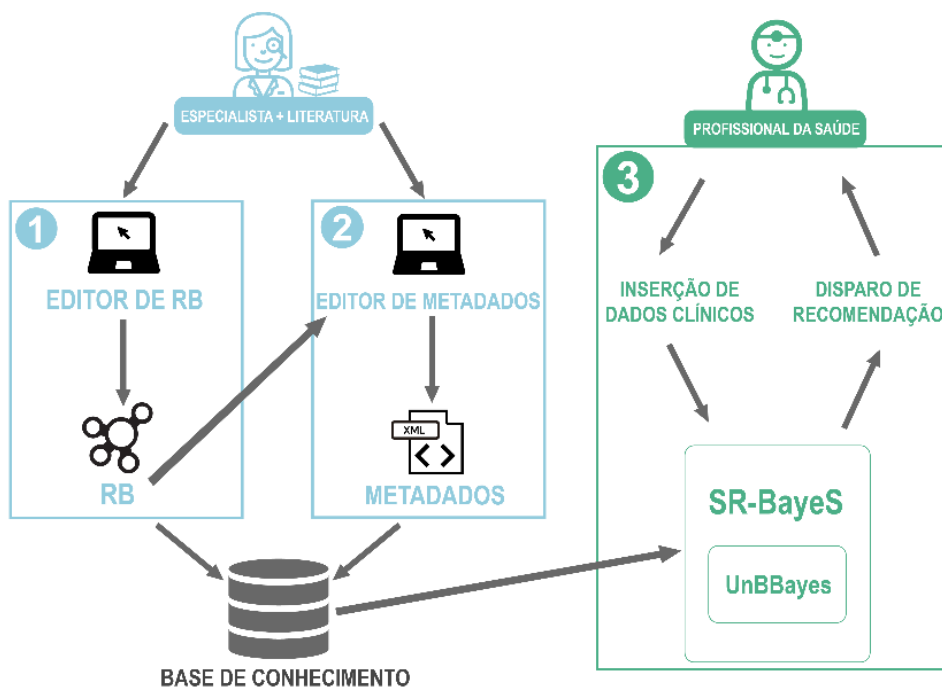


Figura 1. Etapas de construção de um SADC no SR-BayeS.

2.4.1. Etapa 1 – Modelagem do conhecimento especialista

Na Etapa 1, o especialista estrutura o conhecimento de domínio em uma RB, usando como fonte básica a literatura científica. Nesse estudo, o suporte teórico baseou-se no modelo de avaliação física funcional em oncologia (4), em livro de avaliação fisioterapêutica (20), manuais de oncologia (3, 21-30), guias de orientação ao paciente (31-36) e artigos científicos (26, 37-45). Esse conhecimento de domínio especializado é importante para a generalização do modelo preditivo e implementação de um SADC (13).

Portanto, a literatura científica, voltada à avaliação e ao tratamento fisioterapêutico de pacientes oncológicos, foi adotada para ser modelada em uma RB, no âmbito do projeto SR-BayeS, tema utilizado como *testbed*, isto é, como ambiente de teste.

A RB pode ser sumarizada nos três momentos principais, citados por Pearl (2009):

1. identificação das variáveis pertinentes e relevantes;
2. organização dessas variáveis na estrutura de um grafo acíclico direcionado, que representa as relações entre elas;
3. obtenção para cada variável (nodo) dos possíveis valores de probabilidades condicionais, a priori, para propagação no modelo.

Guiando-se pelos aspectos semânticos apresentados nessas três tarefas, pode-se definir a construção da RB. De maneira formal (46), o método consiste em:

1. Ordenar o conjunto de variáveis $\{x_1, k, x_n\}$, de forma arbitrária;
2. Utilizar x_1 como raiz da RB, atribuindo a ela $P(x_1)$;
3. Selecionar x_2 e
 - a. Se x_2 for dependente de x_1 , estabelecer um arco direcionado partindo de x_1 até x_2 e estabelecer $P(x_2|x_1)$ para x_2 ;
 - b. Não havendo dependência, deixar x_2 sem ligação e definir $P(x_2)$;
4. Para cada um dos nodos x_i seguintes, criar arcos direcionados que, conceitualmente, partam do menor grupo *Pais* de variáveis já presentes na RB (i.e. $Pais\ i \subseteq \{x_1, k, x_n\}$, tal que) $(|) (| P\ x_i\ Pais\ i = P\ x_i, x_{i-1} \wedge k \wedge x_1$).

De acordo com o método, a RB incluirá informação qualitativa (relações de dependência) e quantitativa (probabilidades) entre as variáveis representadas. A elaboração da parte qualitativa da RB inicia pela leitura dos textos e isolamento de variáveis, nesse caso os dados clínicos, que podem influenciar nas recomendações. Esta prospecção na bibliografia e escolha das variáveis foi realizada por especialistas de domínio (A.P.M.B. e F.E.M.), referenciando-se do seu conhecimento. Para a composição dos nodos da RB foram utilizadas 105 variáveis, alguns dos quais estão descritos no Quadro 1.

Nodo	Descrição
NV#	Sintoma de náusea ou vômito não controlado
QT#	Quimioterapia
R NV*	Manejo da náusea ou vômito
RT#	Radioterapia

Quadro 1: Nodos componentes da rede bayesiana. #: Dado clínico; *: Recomendação.

Os nodos dos dados clínicos relevantes foram elencados e distribuídos ao redor dos nodos de cada recomendação. O especialista de domínio (A.P.M.B.) fez a

ligação entre os nodos *Pais* ou de entrada (dados clínicos relevantes) e de saída (recomendações). Testes foram executados repetidas vezes para evitar falhas, como ciclos e nodos desconectados, gerando uma RB completa, útil e funcional (47).

Para execução da parte quantitativa, a estimativa probabilística para cada uma das recomendações, representadas por nodos, foi estabelecida através de dados da literatura disponível e do conhecimento do especialista de domínio, conforme proposto por Druzdzel e Gaag (2000). A calibração das probabilidades também foi feita pelo especialista de domínio. Por exemplo, sabe-se que pacientes oncológicos sentem náuseas ou vômitos durante o curso de sua doença, devido a própria doença (48). Por outro lado, esses efeitos podem ser potencializados pelo tratamento oncológico, como quimioterapia e radioterapia (35, 48, 49). Isso significa dizer que a associação aos nodos de dados clínicos, “Quimioterapia” ou “Radioterapia”, deve reforçar o nodo de recomendação “Manejo da náusea ou vômito”. Ainda, durante a inserção dos dados clínicos é possível informar ao sistema a presença de sintomas de náusea e vômito, e quando feito, um reforço adicional será estabelecido, aumentando a probabilidade de recomendação da conduta específica. Além disso, a graduação da força de recomendação dada, inicialmente, pelo especialista de domínio, pode, num próximo momento, ser recalibrada, caso novas evidências surjam na literatura ou se mudanças nas condutas dos especialistas indiquem tal necessidade. Como consequência, o sistema poderá ser periodicamente atualizado, tanto em relação à sua estrutura de modelagem, quanto em relação à calibração dos diferentes graus de probabilidade programados para cada uma das recomendações.

Esse aspecto é de fundamental importância, pois apesar da abundância de informações disponíveis na literatura, raríssimas fontes oferecem valores que possam representar a probabilidade de uma determinada recomendação na área de reabilitação oncológica. Logo, a probabilidade de recomendação certamente levantará divergências entre especialistas de domínio e exigirá contínua atualização, a partir da utilização desta ferramenta em ambiente real. As RB construídas neste projeto estão apresentadas nas Figuras 2, 3 e 4.

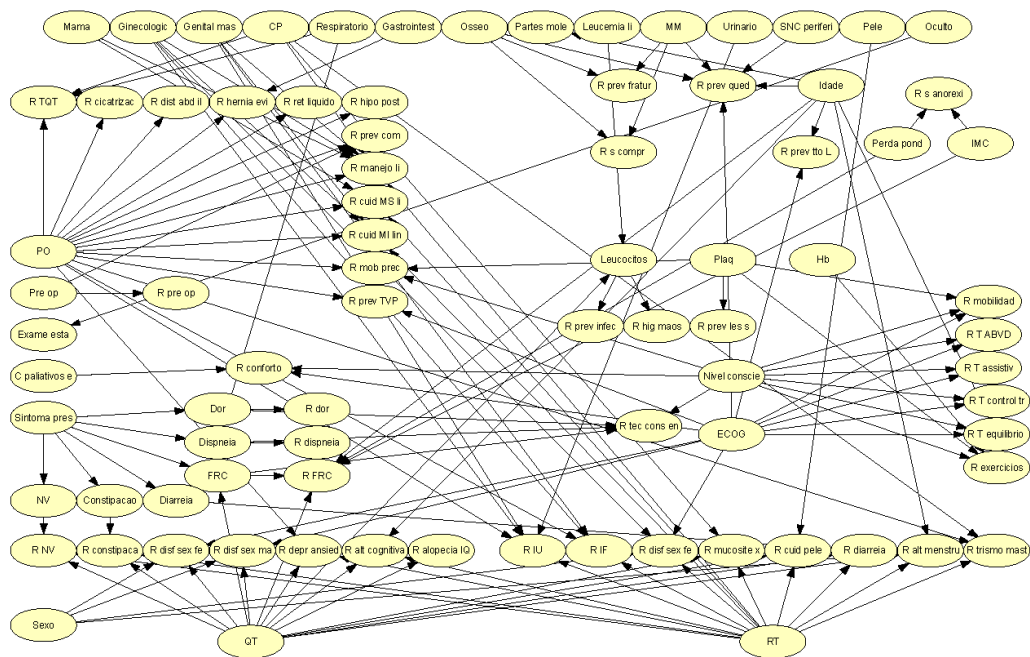


Figura 2: Rede bayesiana principal para um SADC para reabilitação oncológica.

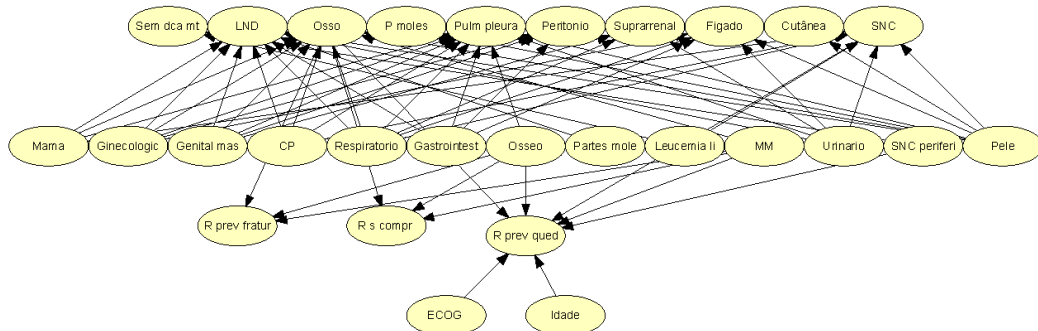


Figura 3: Rede bayesiana secundária, relacionada à localização de metástase.

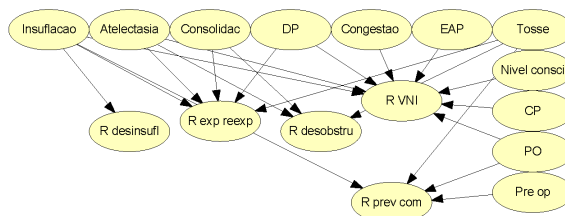


Figura 4: Rede bayesiana secundária, relacionada às recomendações de fisioterapia respiratória.

Finalizada a RB, o especialista de domínio passa a simular diversos casos típicos e atípicos, permitindo calibrar as probabilidades dos nós, de forma a emergir a(s) recomendação(ões) mais provável(is), conforme sua *expertise*.

Todo o conhecimento probabilístico da RB foi codificado em formato .net de representação do HUGIN (50), um editor adequado para a construção, manutenção e implantação de RP, disponível para download em uma versão limitada (51-53). A HUGIN EXPERT S/A é fornecedora líder do software, fundada em 1989, por pesquisadores mundiais, estrategicamente localizada em Aalborg, Dinamarca, sede da Universidade de Aalborg e do maior *cluster* de pesquisa de RB mundial (50, 54). Esse editor é um dos mais importantes e populares devido à sua confiabilidade, estabilidade e eficiência. Além disso, sua interface gráfica oferece, aos usuários, fácil manuseio, com assistentes que guiam ao longo de todas as etapas necessárias para construir uma RB. Como o HUGIN é um produto comercial, muitos esforços são realizados para garantir seu alto desempenho (52).

2.4.2. Etapa 2 – Modelagem da Interface do SADC no SR-BayeS

A Etapa 2 se refere a criação dos metadados pelo especialista. Os metadados são as informações que definem a interface de interação do usuário com o SADC, como perguntas e opções de respostas (que estão relacionadas aos dados clínicos) e recomendações.

Para montar os metadados, os especialistas (A.S.O. e C.D.F) carregam a RB construída em uma aplicação *desktop* chamada construtor de metadados do SR-BayeS. Ali, o especialista (A.S.O.), informará quais nodos da RB representam dados clínicos e quais representam recomendações. Também são informados nodos que recebem dados clínicos provenientes do cadastro do paciente, como idade e sexo. Após informar esses itens, a aplicação irá gerar um arquivo .xml, já funcional para a aplicação do SADC no app. É encorajado ao especialista, ainda, complementar os metadados através da edição manual do arquivo, definindo elementos de customização adicionais, como ordenação de perguntas, divisão das perguntas em páginas, elaboração de perguntas mais complexas como múltipla escolha e escrita de explicações textuais de detalhamento das recomendações. Também fazem parte dos metadados as imagens a serem associadas às recomendações, que são levadas ao aplicativo através de um arquivo .zip.

Por fim, o editor constrói o app em formato .apk, que permite sua instalação em um dispositivo móvel, cujo sistema operacional seja Android®.

2.4.3. Etapa 3 – O SADC no dispositivo móvel

Todos os procedimentos realizados até aqui, a RB modelada na Etapa 1, e os metadados, gerados na Etapa 2, serviram de base para que o app fosse instalado no dispositivo móvel. Assim, o carregamento da RB junto dos metadados corretos, é necessário apenas no primeiro uso, ficando, após, armazenados no app. Uma vez instalado o app, o fisioterapeuta, então, pode consultar o SADC para reabilitação oncológica. Contudo, a utilização deste dispositivo em ambiente real, necessita uma interface amigável, que permita o usuário interagir com o sistema de maneira natural, intuitiva e, preferencialmente, de maneira independente de conexão à internet (off-line).

Na medida em que o usuário insere os dados clínicos do paciente no app, através de perguntas estruturadas, a RB é inferida pelo sistema e a probabilidade presente no nodo é propagada, indicando a(s) recomendação(ões) mais apropriada(s). Cabe ressaltar que o raciocínio da inferência é realizado através das bibliotecas de código, disponibilizadas pelo software *open-source* UnBBayes (55).

Todas as perguntas são exibidas, sequencialmente, de maneira vertical pelo aplicativo, tendo o profissional a total liberdade de respondê-las ou ignorá-las. A Figura 5 apresenta algumas telas do SADC para reabilitação oncológica e suas respectivas descrições.

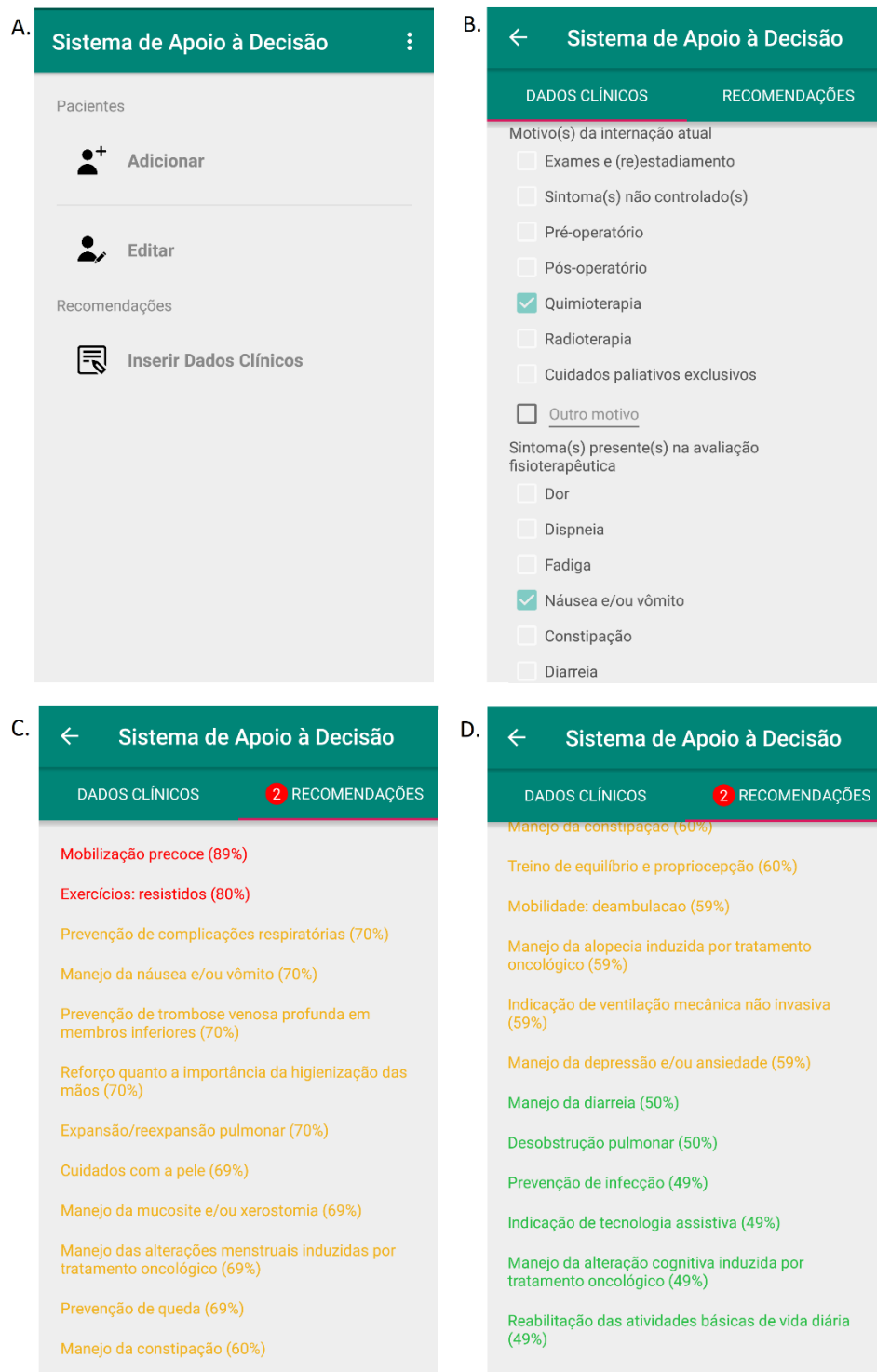


Figura 5: O usuário acessa o SADC para a inserção de dados clínicos (A), informa os dados do paciente (B), acessa a tela de recomendações (C e D).

As recomendações disparadas podem ser condutas fisioterapêuticas, prevenção de complicações, manejo de sintomas, cuidados específicos etc., indicando sua probabilidade final. A recomendação poderá ser classificada em uma de três possíveis categorias, de acordo com a importância/relevância para cada

caso clínico inserido no sistema. As categorias são: 1) alta probabilidade (recomendação entre 80-100%); 2) média probabilidade (recomendação entre 60-79%); 3) baixa probabilidade (recomendação entre 50-59%). Para facilitar a identificação, cada categoria de probabilidade de recomendação é apresentada por diferentes cores (vermelho, amarelo e verde, respectivamente). A escolha das cores das três categorias é baseada no protocolo de Manchester, que caracteriza o nível de prioridade no cuidado ao paciente (56). Entretanto, é possível alterar, manualmente, os valores para cada categoria de probabilidade, nas opções de configurações do aplicativo. As recomendações vermelhas serão notificadas através do emblema de notificação na aba de recomendações, conforme apresentado na Figura 5 (C e D).

Nas configurações do aplicativo, é possível determinar quais dos três elementos (lista de perguntas que influenciam diretamente a recomendação, explicação textual, imagens explicativas) devem ser exibidos na tela de detalhamento da recomendação.

Manejo da náusea e/ou vômito

Perguntas que influenciam diretamente essa recomendação:

- Sintoma(s) presente(s) na avaliação fisioterapêutica: Náusea e/ou vômito
- Motivo(s) da internação atual: Quimioterapia
- Motivo(s) da internação atual: Radioterapia

Descrição:

C31

Manejo da náusea e/ou vômito

- **Recomendações para manejo da náusea e vômito**
 - Considerar terapias alternativas
 - Relaxamento
 - Meditação
 - Yoga
 - Musicoterapia
 - Eletroacupuntura no PC6, CV12, ST3 e ST36
 - Acupressão no PC6, CV12, ST6 e ST36
 - Respirações profundas e lentas durante a sensação de náusea
 - Orientar posicionamento após as refeições, mantendo a cabeça elevada por 1 a 2 horas, evitando deitar-se
 - Repousar durante e após episódios de náusea e/ou vômitos

Figura 6: O usuário visualiza a recomendação com a explicação textual, sendo possível constatar quais perguntas a influenciaram diretamente.

2.5 Avaliação do SADC pelos especialistas

A avaliação do app, foi realizada a partir de informações de sete casos clínicos reais, coletados nos PEP. Em um encontro presencial, oito fisioterapeutas especialistas e atuantes na área de oncologia em âmbito hospitalar, utilizaram o app para gerar recomendações de cada um dos casos apresentados. Para participar desta etapa, os fisioterapeutas voluntários leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O app foi instalado nos smartphones de cada um dos profissionais, que foram instruídos a respeito dos objetivos da avaliação, após receberem um formulário contendo os dados de todos os casos clínicos. Após a familiarização com o primeiro caso, cada especialista fez uso do SADC, cadastrando o novo paciente e inserindo livremente os dados clínicos, que, em sua opinião, fossem relevantes. Ao todo foram cadastrados e analisados sete casos, sendo que cada fisioterapeuta teve como tarefa avaliar as recomendações disparadas pelo sistema e julgar, conforme sua experiência clínica, o grau de adequação das recomendações para cada caso clínico. Além disso, foi solicitada a impressão pessoal de cada voluntário a respeito da funcionalidade do sistema. A análise destas questões foi realizada a partir do questionário de avaliação do sistema de apoio à decisão clínica para reabilitação oncológica, composto por 20 questões de múltipla escolha e 5 dissertativas, conforme recomendado pela ISO/IEC 9126.

2.6 Avaliação automatizada do SADC

A avaliação foi realizada através da inserção automática dos dados clínicos no app, provenientes do banco de dados, simulando seu uso por um profissional. Dessa forma, a finalidade foi verificar se as recomendações disparadas pelo app são coerentes com a prática clínica, isto é, se estão de acordo com as condutas fisioterapêuticas evoluídas em PEP.

3. RESULTADOS

Os resultados, obtidos na avaliação do SADC pelos especialistas, foram divididos em duas categorias, uma delas referente a análise técnica, que envolve a *expertise* dos profissionais sobre o assunto em questão, e outra referente ao manuseio do app. Para tal, as questões que avaliam o grau de adequação entre as recomendações geradas pelo sistema e a expectativa terapêutica dos profissionais,

para cada um dos sete casos, foram sumarizadas na Tabela 1. De um modo geral, houve grande predomínio de concordância total com as recomendações disparadas pelo sistema (79% das respostas). Porém, houve concordância parcial (20% das respostas), principalmente, em relação à possibilidade de implementação das recomendações ao ambiente hospitalar e ao tratamento oncohematológico.

Tabela 1: Avaliação da qualidade técnica das recomendações (n=8).

Considero que as recomendações fornecidas pelo Sistema de Apoio à Decisão Clínica para reabilitação oncológica, são:	Discordo		Neutro	Concordo	
	Total_mente	Parcial_mente		Parcial_mente	Total_mente
Adequadas				12%	88%
Satisfatórias				12%	88%
Confiáveis			12%	12%	76%
Víáveis para auxiliar profissionais em formação ou com pouca experiência					100%
Possíveis de serem aplicadas em um cenário real				50%	50%
Adequadas no cenário pré-operatório				25%	75%
Adequadas no cenário pós-operatório				25%	75%
Adequados no cenário de tratamento quimioterápico				12%	88%
Adequados no cenário de tratamento oncohematológico				38%	62%
Total			1%	20%	79%

Adaptado do questionário utilizado na avaliação do SADC para reabilitação oncológica.

Em relação à avaliação da funcionalidade do app, apresentada na Tabela 2, houve, percentualmente, mais relatos de necessidade de ajustes (55% das respostas). Os ajustes estavam voltados, principalmente, ao momento de inserção dos dados clínicos (38% dos especialistas apontaram erro nessa etapa de preenchimento) e a necessidade de orientações operacionais para o manuseio correto do app (38% dos especialistas apontaram necessidade de auxílio adicional).

Tabela 2: Avaliação da funcionalidade do sistema (n=8).

Após o manuseio do Sistema de Apoio à Decisão Clínica para reabilitação oncológica, observei que:	Discordo		Neutro	Concordo	
	Total_mente	Parcial_mente		Parcial_mente	Total_mente
Sempre que os dados foram inseridos uma lista de recomendações foi gerada					100%
Não houve erro durante a inserção de dados		38%	12%	25%	25%
Mesmo quando houve erro, o sistema gerou recomendações*					100%
A navegação pelo sistema foi apropriada e amigável		12%		25%	63%
O manuseio do sistema não requer auxílio ou orientações operacionais		38%	12%	50%	
O próprio sistema orienta ou deixa claro como preencher os campos corretamente		12%	63%	25%	
O tempo necessário para obter as recomendações foi apropriado				25%	75%
A utilização do sistema foi satisfatória				25%	75%
O sistema foi de fácil utilização		12%		38%	50%
Total		16%	10%	29%	45%

Adaptado do questionário utilizado na avaliação do SADC para reabilitação oncológica. *: Apenas os especialistas que encontraram erro no sistema responderam à questão.

Os resultados produzidos pela avaliação automatizada dos dados provenientes de 170 casos reais, atendidos pelo serviço de fisioterapia, estão apresentados na Tabela 3. Observa-se que o número de recomendações disparadas pelo SADC é superior ao número de condutas fisioterapêuticas descritas nos PEP. A diferença aumenta na medida em que a probabilidade (necessidade) de indicação das recomendações decresce. Dentre as condutas fisioterapêuticas destinadas as alterações respiratórias, as maiores discrepâncias referem-se às manobras de desobstrução, desinsuflação e ao uso de ventilação não invasiva. Quanto à reabilitação motora, nota-se elevada diferença em relação à atenção aos distúrbios de equilíbrio e propriocepção, deambulação, exercícios resistidos, controle de tronco e reabilitação das atividades básicas de vida diária. No âmbito das condutas direcionadas ao manejo de sinais e sintomas, comumente observados na clínica diária de pacientes oncológicos internados em um CACON, observamos divergência importantes em relação às medidas fisioterapêuticas destinadas ao controle da dor, fadiga, náusea e vômito, e diarreia. O total geral de recomendações disparadas pelo SADC (somando todos os níveis de probabilidade de recomendação) foi de 1.144, enquanto o número total de condutas efetivamente evoluídas nos PEP (para todos os níveis de probabilidade de recomendação) foi de 565.

Tabela 3: Probabilidade de recomendação de condutas fisioterapêuticas disparadas pelo SADC vs. evoluídas no PEP.

Recomendação de condutas fisioterapêuticas	Alta ≥80%			Moderada 60% - 79%			Baixa 50 - 59%		
	SADC	PEP	Dif.	SADC	PEP	Dif.	SADC	PEP	Dif.
Respiratórias									
Desobstrução	13	12	1	9	0	9	29	17	12
Expansão	12	12	0	63	63	0	27	26	1
Desinsuflação	18	0	18	0	0	0	0	0	0
VNI	3	0	3	41	0	41	51	0	51
Motoras									
Repouso	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Ex. Conforto	0	0	0	2	1	1	0	0	0
Ex. Assistido	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Ex. Ativo	0	0	0	23	21	2	5	4	1
Ex. Resistido	0	0	0	131	12	119	6	2	4
Controle de tronco	0	0	0	13	2	11	0	0	0
Equilíbrio e propriocepção	24	2	22	10	5	5	29	0	29
Reabilitação das ABVD	0	0	0	13	0	13	41	0	41
Mobilização precoce	166	166	0	0	0	0	0	0	0
Deambulação	88	59	29	56	20	36	8	4	4
Manejo de sinais e sintomas									
Dor	82	1	81	0	0	0	0	0	0
Fadiga	0	0	0	19	19	0	32	31	1
Dispneia	28	28	0	0	0	0	0	0	0
Náusea e Vômito	0	0	0	26	0	26	10	0	10
Constipação	40	40	0	11	11	0	5	5	0
Diarreia	0	0	0	2	0	2	6	0	6
Somatório	475	321	154	420	155	265	249	89	160

VNI = Ventilação não invasiva; Ex. = Exercícios; ABVD = Atividades básicas de vida diária.

4. DISCUSSÃO

A incorporação de conteúdos teóricos nas rotinas práticas assistenciais, está se tornando uma tarefa cada vez mais complexa, em função da densa e volumosa base de conhecimento, que se expande tanto nas ciências básicas quanto aplicadas. O número de pesquisas clínicas publicadas anualmente, adicionam relevante fonte de evidência clínica, e muitas revisões sistemáticas com metanálise estão, hoje, sumarizando importantes questões norteadoras de tomada de decisão clínica. *Guidelines*, consensos e diretrizes compõem as demais fontes de auxílio à tomada de decisão. Contudo, nem todas as áreas do conhecimento estão

devidamente amparadas, e quando se trata da atuação fisioterapêutica em oncologia, raras são as diretrizes, consensos ou *guidelines* disponíveis na literatura. Nesse sentido, a utilização de ferramentas tecnológicas, que facilitem o acesso à concatenação de conhecimento teórico, a partir da experiência clínica do especialista de domínio, podem contribuir de maneira importante para profissionais em formação ou em início de atuação.

Partindo dessa premissa, o uso de um SADC pode proporcionar importante avanço na resolução de problemas em ambientes de alta complexidade, onde há informação parcial (isto é, não completa), ou aproximada (isto é, não exata), já que é algo real e cotidiano na área da saúde. Desse modo, na atuação com problemas reais, em ambientes que envolvem situações de grande incerteza, RP podem ser fortes aliadas. Por exemplo, quando se trata de ocorrências clínicas, que se constituem de fenômenos aleatórios, que mesmo repetidos sob as mesmas condições, não se manifestam com certeza ou exatidão (8, 57, 58).

Dessa forma, entendemos que o uso do SADC para reabilitação oncológica é viável e promissor para a qualificação do cuidado de pacientes internados em CACON. Isso fica evidente em nossos resultados, a partir dos relatos dos especialistas, onde, maioritariamente, houve concordância em relação às recomendações geradas pelo sistema. Atualmente, o diagnóstico correto e tratamento adequado é feito em menos de 50% dos casos clínicos, no primeiro atendimento (58). A lacuna operacional que se observa, entre as evidências clínicas apontadas nas pesquisas e a rotina da prática clínica, refletem a defasagem de tempo entre a produção e disseminação do conhecimento, que pode, muitas vezes, se tornar desatualizado ou incompatível com o cenário real para a qual foi estruturado, limitando assim sua completa implementação. A ausência de tratamentos baseados em evidências, na área de reabilitação oncológica, foi evidente ao longo do processo de modelagem da RB, diferentemente de outras áreas, como reabilitação cardiopulmonar e metabólica (9, 10), que conta com *guidelines*, consensos e diretrizes. De certa forma, é justamente essa carência que justifica o desenvolvimento de um SADC na área de atuação de fisioterapia em oncologia

Em relação aos usuários-alvo, ficou evidente nos relatos dos especialistas a concordância total em relação ao SADC como uma ferramenta factível para auxílio

do fisioterapeuta em formação ou em fase de construção de experiência na área de oncologia. Fato positivo, uma vez que o treinamento de um profissional da saúde envolve a compreensão e memorização de um volume amplo e complexo de informações técnicas, que são fundamentais aos cuidados em saúde. Tal treinamento é um processo árduo que, mesmo dentro da área de domínio do profissional, dispende tempo e custo financeiro (58).

Porém, é importante salientar que, esse estudo não instiga o uso do SADC como um substituto do julgamento de um responsável técnico, durante o exercício legal de suas atribuições profissionais, no âmbito da assistência em saúde. Pelo contrário, enfatiza a questão educacional do sistema, que através do disparo das recomendações, possibilita aos usuários relacionar as perguntas, ou seja, a inserção de dados clínicos, relacionados àquela recomendação em questão. Somando-se a isso, as explanações textuais e eventuais imagens explicativas implementadas no sistema, irão incentivar o raciocínio clínico, que está por trás de cada recomendação. Assim os usuários serão, fatalmente, instigados a ponderar sobre a real possibilidade de implementação prática das recomendações, bem como estipular estratégias de adaptação para cada caso, mediante as necessidades particulares de cada paciente. Sobre esse ponto, cabe reforçar que são muitas as particularidades apresentadas pelos pacientes em tratamento antineoplásico, principalmente naqueles em estágio mais avançado da doença (21, 22, 24, 25, 59).

Conforme observamos, a grande maioria dos especialistas concorda totalmente com as recomendações disparadas (79%). Esse fato foi, ainda, reforçado na questão dissertativa voltada a experiência de utilização do aplicativo: *“O sistema ajuda a organizar a avaliação fisioterapêutica, produzindo metas e objetivos diários e de longo prazo, além de auxiliar na ampliação da assistência, em função das recomendações”* (E1); *“As recomendações são muito completas e é útil o fato de poder acessá-las para ler mais detalhadamente. Também achei muito bom dividir as evidências em cores e em porcentagem, pois fica visualmente claro e organizado”* (E2); *“Sistema com muitas informações e de fácil manuseio. Praticidade para acessar os dados no local de trabalho”* (E3); *“Sistema de fácil utilização. Exige poucas informações, mas apresenta um bom plano de recomendação”* (E5); *“As recomendações por probabilidade são adequadas e obtidas em um intervalo de*

tempo apropriado” (E6); “O sistema é de fácil utilização e explicativo em relação às recomendações” (E7).

Em conjunto, esses relatos apontam para um caminho bastante promissor de implementação da ferramenta. Porém, ficou evidente que a funcionalidade do app apresentou algumas limitações durante a inserção dos dados clínicos. Em setores específicos do SADC, os especialistas sentiram a necessidade de auxílio ou orientações a respeito de como proceder em alguns passos operacionais. Essas dificuldades foram observadas nas sugestões dadas pelos especialistas: *“Sugiro colocar a data já com caracteres especiais e elaboração de um tutorial para utilização do sistema” (E1); “Tutorial simples explicando como utilizar o sistema” (E3); “Tutorial sobre o sistema e suas ferramentas” (E4); “O primeiro uso do sistema é difícil sem alguma explicação, poderia ter alguma explicação ou tutorial” (E7); “Achei muito interessante, só que precisa de ajuda para manuseio em um primeiro momento” (E8).*

As sugestões dos especialistas, como implementação de um tutorial para primeiro uso do app, ferramentas para acompanhamento da evolução ou involução de um paciente ao longo do tempo, inclusão ou modificações de dados clínicos, uma interface mais atrativa para os usuários-alvo e a possibilidade de um banco de dados acessível relativo aos pacientes cadastrados, serão consideradas para o aperfeiçoamento do app.

Esses relatos já eram esperados, visto que a implementação de um app é, sem dúvida alguma, uma tarefa bastante complexa, que normalmente é executada por uma equipe dedicada aos testes das primeiras versões, antes de ser disponibilizada a versão para o uso em larga escala. Isso implica dizer que muitos passos necessitam ser dados, antes da divulgação irrestrita da ferramenta. Além disso, um app que tem por finalidade apoio e orientação à tomada de decisões clínicas, irá necessitar atualizações constantes, tanto do ponto de vista do sistema operacional quando do ponto de vista teórico, em função da constante transformação da base teórico-prática do conhecimento.

A comparação entre o número de recomendações disparadas pelo SADC e o número de condutas evoluídas nos PEP, a partir da avaliação automatizada dos dados reais de 170 pacientes atendidos pelo serviço hospitalar de fisioterapia, demonstrou evidente diferença no cômputo geral. No SADC foram geradas 102%

mais condutas, quando comparado ao que efetivamente foi evoluído nos prontuários. Em relação a este aspecto, é fundamental reforçar o conceito sobre o qual o SADC foi projetado e estruturado para operar. A proposta deste dispositivo é resultado de ampla discussão baseada na experiência acumulada ao longo do processo de formação e capacitação da atuação fisioterapêutica em oncologia. Nesse sentido, o SADC foi desenhado e concebido para nortear os primeiros passos de elaboração da abordagem terapêutica. O objetivo do sistema é gerar informações na fase preliminar de avaliação do paciente, ou seja, durante o momento da coleta dos dados clínicos lançados no sistema eletrônico. Isso implica dizer que as recomendações que resultam do processamento da RB, numa primeira camada de análise, não levam em consideração dados de inspeção, palpação, ausculta ou outra avaliação fisioterapêutica específica. Embora, futuramente, outros dados possam ser adicionados à rede a fim de gerar recomendações mais personalizadas e condizentes com o estado físico do paciente, o SADC permite ao usuário o acesso a recomendações preliminares amplas e abrangentes mesmo diante de situações iniciais do processo de investigação clínica, onde a escassez de informações relevantes é imperativa. É provável que esta lógica operacional justifique as discrepâncias entre o número de recomendações geradas pelo software e as condutas registradas nos prontuários. Contudo, a simulação ideal para validar ou refutar a utilização das estratégias inseridas no SADC, necessita de testes prospectivos, que avaliem a influência do uso cotidiano do sistema sobre a tomada de decisão clínica.

Neste momento, é relativamente precoce afirmar ou projetar o tamanho desse efeito em ambiente real, em função do elevado grau de incerteza ao prospectar o rumo assistencial que o fisioterapeuta porá em curso a partir do momento em que confrontar todas as possibilidades terapêuticas disparadas pelo sistema e a real condição física do paciente, que em geral, flutua consideravelmente no ambiente de internação hospitalar oncológico. Além disso, a realidade assistencial é muito sujeita à peculiaridade de cada instituição, e por isso, mesmo que o grau de aceitação tenha sido aparentemente satisfatório na avaliação dos especialistas, que tiveram a oportunidade de avaliar o SADC, é fundamental submeter este protocolo de recomendação à análise de profissionais fisioterapeutas que atuem em instituições especializadas de tratamento oncológico de outros estados brasileiros.

No intuito de desenvolver uma ferramenta específica para o cenário oncológico e, ao mesmo tempo, ampla o suficiente para garantir uma abordagem clínica multidimensional, optou-se por uma estratégia predominantemente inclusiva. Da forma como a RB foi estruturada, o usuário irá receber de maneira bastante direta e rápida uma lista repleta de possibilidades terapêuticas, que poderão ser selecionadas cuidadosamente após avaliação física do paciente. Para garantir a eficiência da ferramenta, alguns requisitos fundamentais foram elencados. O primeiro deles foi a quantidade necessária de informações para que os disparos de recomendações fossem gerados. Portanto, a regra básica foi definir (selecionar) o menor número possível de dados clínicos que essencialmente fossem necessários. Essa foi, sem dúvida alguma, a parte do processo que gerou maior demanda. O volume de informação e a intrincada rede de associações/correlações que compõem o processo de identificação e estratificação das condições clínicas do paciente oncológico, exigiram inúmeras avaliações, reavaliações e ajustes na configuração da estrutura dos nodos que ordenam todo o fluxo das informações que se propagam na RB até o disparo das recomendações. O refinamento do processamento da RB exigiu muitos ajustes, mas os resultados obtidos sugerem adequado nível de aproximação entre as recomendações de maior probabilidade e as condutas efetivamente evoluídas nos PEP.

Durante o processo de ajuste e refino do processamento, foram incluídas variáveis específicas com o propósito de aproximar o disparo das recomendações às expectativas de especialistas da área. Este é um processo bastante complexo, que envolve estimar a probabilidade das necessidades clínicas ou a probabilidade da força de recomendação para uma determinada demanda terapêutica, para que um disparo seja efetivado. Num primeiro momento, este ajuste foi realizado pelos especialistas que desenvolveram o sistema, mas num futuro próximo será possível permitir ao usuário calibrar o grau de recomendação baseando-se em sua *expertise* ou em evidências clínicas que venham a surgir. Ainda assim, é importante reforçar que, utilizando apenas as informações de prontuários, o dispositivo atingiu boa concordância em relação às condutas respiratórias, motoras e de manejo de sinais e sintomas executadas dentro daquilo que se considera como sendo o mais provavelmente necessário para cada situação clínica.

Porém, dentro das recomendações de alta probabilidade (<80%) uma observação que chama atenção é a baixa ocorrência de evoluções de condutas destinadas ao manejo da dor oncológica, equilíbrio e propriocepção. Duas situações podem justificar esses achados. A primeira delas compreende a possibilidade de divergência entre a probabilidade de ocorrência de dor sugerida pelo diagnóstico clínico e o que de fato está sendo manifestado pelos pacientes. Outra possibilidade é a de que mesmo diante de um quadro álgico os fisioterapeutas optem deliberadamente por dar preferência a outros objetivos terapêuticos, mantendo o manejo da dor oncológica a cargo dos demais membros da equipe multiprofissional, que assistem ao paciente oncológico hospitalizado. A este respeito, muitos são os fatores que podem determinar os motivos pelos quais essa tomada de decisão está de fato ocorrendo. Embora esse não seja o escopo deste trabalho, é provável que a identificação destas e outras discrepâncias possam ser analisadas pelos gestores em busca de aprimoramento na qualidade dos serviços fisioterapêuticos prestados no ambiente hospitalar. É possível que, neste contexto, a utilização do SADC possa fornecer as bases de uma discussão conceitual a respeito do papel do fisioterapeuta, por exemplo, no manejo da dor oncológica ou em relação às questões que se referem à funcionalidade do paciente. Contudo, a análise destas questões certamente irá gerar impacto sobre o entendimento que se tem a respeito da disponibilidade de tempo e recursos técnicos/tecnológicos para que tais medidas possam ser efetivamente implementadas.

Com base no conhecimento dos pontos divergentes, apontados no levantamento dos dados produzidos pelo sistema, o gestor assistencial terá condição de avaliar melhor o mapeamento e acompanhamento das flutuantes necessidades clínicas que pacientes oncológicos tendem a esboçar ao longo do tratamento. Sendo assim, a agilidade em gerar cenários de atuação assistencial a partir das recomendações geradas no SADC poderá auxiliar diretamente o usuário (fisioterapeuta), além de fomentar avanço na gestão assistencial, que em última análise trará indubitável melhoria ao paciente.

Nesta linha de raciocínio, é possível vislumbrar um horizonte, no qual a valorização do profissional seja mais bem dimensionada, ao considerar que tanto a qualidade da assistência quanto a quantidade de registro das ações realizadas possam aumentar consideravelmente com o uso deste SADC. Esta análise é

verdadeira, especialmente no âmbito que envolve as orientações de saúde que se dão aos pacientes. Ao revisar os registros dos PEP, observa-se baixos números e detalhamento de evoluções referentes à estas questões. É muito provável que haja grande discrepância entre as ações que são realizadas à beira do leito e o que efetivamente é registrado nos prontuários. Percebe-se que, naturalmente, os profissionais fisioterapeutas dedicam mais tempo no atendimento ao paciente do que no registro das atividades executadas. O fato é que o uso do SADC poderá ampliar sensivelmente a qualidade e a quantidade dos registros eletrônicos, principalmente se os sistemas permitirem comunicação entre as diferentes interfaces computacionais utilizadas. Sem dúvida esse é um passo importante para o avanço da assistência fisioterapêutica em ambientes de alta complexidade, que traz consigo amplas vantagens de acesso, trânsito e registro de informações.

5. CONCLUSÃO

Entendemos que o uso do SADC para reabilitação oncológica é viável e promissor para a qualificação do cuidado ao paciente. Os resultados gerados, a partir da avaliação do SADC para reabilitação oncológica, tanto automatizada quanto pelos especialistas, indicam uma compatibilidade entre o raciocínio humano e o algoritmo, o que reforça a possibilidade da sua implementação. Seu uso auxilia o profissional diante da complexidade que envolve o paciente oncológico, possibilitando a individualização e a adaptação da reabilitação em ambiente hospitalar.

FONTES DE FINANCIAMENTO

Esta pesquisa não recebeu nenhuma concessão específica de agências de fomento no setor público, comercial ou setores sem fins lucrativos.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES

Os autores não têm conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

1. Saúde Md. Estimativa 2018: incidência de câncer no Brasil. In: de INdCJAGdSC, Vigilância. Pe, editors. Rio de Janeiro: INCA; 2017.

2. Viscuse PV, Price K, Millstine D, Bhagra A, Bauer B, Ruddy KJ. Integrative medicine in cancer survivors. *Current Opinion in Oncology*. 2017;29(4).
3. Brito CMMd, Bazan M, Pinto CA, Baia WRM, Battistella LR. Manual de Reabilitação em Oncologia do ICESP. 1ª ed. Barueri2014.
4. Macagnan FE, Fattori RA, dos Santos JB, Lumi C, De Toni P, Kessler A. Avaliação fisioterapêutica do paciente oncológico hospitalizado. *Fisioterapia Brasil*; v 18, n 4 (2017): Fisioterapia Brasil v18n4. 2017.
5. Neto AP, Flynn MB. The Internet and Health in Brazil: Challenges and Trends. *Cham*2019. 459 p.
6. Rocha TAH, Fachini LA, Thumé E, Silva NCd, Barbosa ACQ, Carmo Md, et al. Saúde Móvel: novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde. *Epidemiol Serv Saúde*. 2016;25(1):159-70.
7. Organization. WH. mHealth: New horizons for health through mobile technologies: second global survey on eHealth. In: Organization WH, editor. Geneva2011.
8. Flores CD, Höher CL, Ladeira M, Vicari RM. Uma Experiência do Uso de Redes Probabilísticas no Diagnóstico Médico. *Argentine Symposium on Artificial Intelligence*; Buenos Aires2000.
9. Schenekenberg CNM, Malucelli A, Dias JdS, Cubas MR. Redes bayesianas para eleição da ventilação mecânica no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Fisioterapia em Movimento*. 2011;24:481-92.
10. Klahr P, Coronel C, Cabral Robinson C, Fonseca JM, Flores C, Plentz RDM. Influence Diagram As a Support Tool for Clinical Decisions In Cardiopulmonary And Metabolic Rehabilitation2015.
11. Schulze M, Song B, Gietzelt M, Wolf K-H, Kayser R, Tegtbur U, et al. Supporting rehabilitation training of COPD patients through multivariate sensor-based monitoring and autonomous control using a Bayesian network: prototype and results of a feasibility study. *Informatics for Health and Social Care*. 2010;35(3-4):144-56.
12. Işik H, Arslan S. An Artificial Neural Network Classification Approach for use the Ultrasound in Physiotherapy. *Journal of Medical Systems*. 2011;35(6):1333-41.
13. Lin S, Zhang Q, Chen F, Luo L, Chen L, Zhang W. Smooth Bayesian network model for the prediction of future high-cost patients with COPD. *International Journal of Medical Informatics*. 2019;126:147-55.
14. Piau A, Crissey R, Brechemier D, Balardy L, Nourhashemi F. A smartphone Chatbot application to optimize monitoring of older patients with cancer. *International Journal of Medical Informatics*. 2019;128:18-23.
15. Cheng L, Zhu M, Poss JW, Hirdes JP, Glennly C, Stolee P. Opinion versus practice regarding the use of rehabilitation services in home care: an investigation using machine learning algorithms. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 2015;15(1):80.
16. Lucero RJ, Lindberg DS, Fehlberg EA, Bjarnadottir RI, Li Y, Cimiotti JP, et al. A data-driven and practice-based approach to identify risk factors associated with hospital-acquired falls: Applying manual and semi- and fully-automated methods. *International Journal of Medical Informatics*. 2019;122:63-9.
17. Marschollek M, Rehwald A, Wolf K-H, Gietzelt M, Nemitz G, zu Schwabedissen HM, et al. Sensors vs. experts - A performance comparison of sensor-based fall risk assessment vs. conventional assessment in a sample of geriatric patients. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 2011;11(1):48.

18. Fossum M, Alexander GL, Ehnfors M, Ehrenberg A. Effects of a computerized decision support system on pressure ulcers and malnutrition in nursing homes for the elderly. *International Journal of Medical Informatics*. 2011;80(9):607-17.
19. Kim H, Choi J, Thompson S, Meeker L, Dykes P, Goldsmith D, et al. Automating pressure ulcer risk assessment using documented patient data. *International Journal of Medical Informatics*. 2010;79(12):840-8.
20. O'Sullivan SB, Schmitz TJ. *Fisioterapia: Avaliação e Tratamento*. 5ª ed. Barueri 2010.
21. Ferrián AM, Prado BL, Buzaid AC, Maluf FC. *MOC - Cuidados Paliativos - Manual de Oncologia Clínica do Brasil: Cuidados Paliativos*. 1ª ed. São Paulo: Dendrix Edição e Design Ltda.; 2017.
22. Mattos SLdL, Azevedo MPd, Cardoso MGdM, Nunes RR. *Dor e Cuidados Paliativos*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Anestesiologia/SBA; 2018.
23. Carvalho RTd, Parsons HA. *Manual de Cuidados Paliativos ANCP*. 2ª ed: Academia Nacional de Cuidados Paliativos - ANCP; 2012.
24. ANCP. ANdCP-. *Manual de Cuidados Paliativos*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Diagraphic; 2009.
25. Cherny NI, Fallon MT, Kaasa S, Portenoy RK, Currow DC. *Oxford Textbook of Palliative Medicine*. Fifth ed. New York: Oxford University Press; 2015.
26. Barbas CSV, Ísola AM, Farias AMdC, Cavalcanti AB, Gama AMC, Duarte ACM, et al. Recomendações brasileiras de ventilação mecânica 2013. Parte I. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*. 2014;26:89-121.
27. Hostalácio LB. *Manual de Condutas e Práticas de Fisioterapia em Oncologia: Câncer de Pulmão*. 1ª ed. Barueri 2017.
28. Marchon RM. *Manual de Condutas e Práticas de Fisioterapia em Oncologia: Oncologia Ginecológica*. 1ª ed. Barueri 2017.
29. Rezende L, Campanholi LL, Tessaro A. *Manual de Condutas e Práticas Fisioterapêuticas no Câncer de Mama da ABFO*. 1ª ed. Rio de Janeiro 2018.
30. Tacani PM. *Manual de Condutas e Práticas de Fisioterapia em Oncologia: Neoplasias de Cabeça e Pescoço*. 1ª ed. Barueri 2017.
31. Saúde I-INdCJAGdSMd. *Pós-transplante de Medula Óssea: Orientações aos Pacientes*. Rio de Janeiro: INCA; 2010.
32. INCA INdCJAGdSMdS. *Quimioterapia: Orientações aos Pacientes*. 3ª ed. Rio de Janeiro: INCA; 2013.
33. INCA INdCJAGdSMdS. *Cuide Bem do seu Paciente: Orientações aos Pacientes*. 3ª ed. Rio de Janeiro: INCA; 2013.
34. INCA INdCJAGdSMdS. *Traqueostomias: Orientações aos Pacientes*. 3ª ed. Rio de Janeiro: INCA; 2017.
35. NCCN. *NCCN Guidelines for Patients - Nausea and Vomiting: Supportive Care Book Series*. Pennsylvania: NCCN Foundation; 2016.
36. NIH NCI. *Support for People with Cancer: Chemotherapy and You*. 2018.
37. Hespanhol FL, Tinoco EMB, Teixeira HGdC, Falabella MEV, Assis NMdSP. Manifestações bucais em pacientes submetidos à quimioterapia. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2010;15:1085-94.
38. Cipolat S, Pereira BB, Ferreira FV. *Fisioterapia em pacientes com Leucemia: uma revisão bibliográfica*. *Rev Bras Cancerol*. 2011;57(2):229-36.
39. Elter T, Stipanov M, Heuser E, von Bergwelt-Baildon M, Bloch W, Hallek M, et al. Is physical exercise possible in patients with critical cytopenia undergoing intensive chemotherapy for acute leukaemia or aggressive lymphoma? *International Journal of Hematology*. 2009;90(2):199-204.

40. Beesley V, Janda M, Eakin E, Obermair A, Battistutta D. Lymphedema after gynecological cancer treatment. *Cancer*. 2007;109(12):2607-14.
41. Stansby G, Avital L, Jones K, Hampson G. Prevention and management of pressure ulcers in primary and secondary care: Summary of NICE guidance 2014. g2592 p.
42. Paim ÉD, Macagnan FE, Martins VB, Zanella VG, Guimarães B, Berbert MCB. Efeito agudo da Transcutaneous Electric Nerve Stimulation (TENS) sobre a hipossalivação induzida pela radioterapia na região de cabeça e pescoço: um estudo preliminar. *CoDAS*. 2018;30.
43. Freitas DA, Caballero AD, Pereira MM, Oliveira SKM, Silva GPE, Hernández CIV. Sequelas bucais da radioterapia de cabeça e pescoço. *Revista CEFAC*. 2011;13:1103-8.
44. Qaseem A, Humphrey LL, Forciea MA, Starkey M, Denberg TD, for the Clinical Guidelines Committee of the American College of P. Treatment of Pressure Ulcers: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians. *Annals of Internal Medicine*. 2015;162(5):370-9.
45. Araújo CRGd, Rosas AMMTF. O papel da equipe de enfermagem no setor de radioterapia: uma contribuição para a equipe multidisciplinar. *Rev Bras Cancerol*. 2008;54(3):231-7.
46. Druzdzal MJ, Gaag LCvd. Building probabilistic networks: "Where do the numbers come from?" guest editors' introduction. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. 2000;12(4):481-6.
47. Flores C, Fonseca JM, Bez M, Respício A, Coelho H. Method for Building a Medical Training Simulator with Bayesian Networks: SimDeCS2014. 102-14 p.
48. Warr DG. Chemotherapy-and cancer-related nausea and vomiting. *Current oncology (Toronto, Ont)*. 2008;15(Suppl 1):S4-S9.
49. Schnell FM. Chemotherapy-induced nausea and vomiting: the importance of acute antiemetic control. *Oncologist*. 2003;8(2):187-98.
50. HUGIN. Hugin Expert S/A. <http://www.hugin.com>.
51. Matsumoto S, Carvalho Rn, Ladeira M, Costa P, Santos L, Silva D, et al. UnBBayes: a Java framework for probabilistic models in AI. In: Cai K, editor. *Java in Academia and Research 2nd edition ed2012*.
52. Madsen AL, Jensen F, Kjærulff UB, Lang M. THE HUGIN TOOL FOR PROBABILISTIC GRAPHICAL MODELS. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*. 2005;14(03):507-43.
53. Madsen A, Lang M, B. Kjærulff U, Jensen F. The Hugin Tool for Learning Bayesian Networks 2003. 594-605 p.
54. Ara-Souza AL. Redes Bayesianas: Uma introdução aplicada a Credit Scoring. Relatório apresentado no concurso de iniciação científica da Universidade Federal de São Carlos.; 2013.
55. UnBBayes. Disponível em: <http://unbbayes.sourceforge.net/>: Disponível em: <http://unbbayes.sourceforge.net/>.
56. Becker JB, Lopes MCBT, Pinto MF, Campanharo CRV, Barbosa DA, Batista REA. Triage at the Emergency Department: association between triage levels and patient outcome. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*. 2015;49:783-9.
57. Vicari RM, Flores CD, Silvestre AM, Seixas LJ, Ladeira M, Coelho H. A multi-agent intelligent environment for medical knowledge. *Artificial Intelligence in Medicine*. 2003;27(3):335-66.

58. Bennett CC, Hauser K. Artificial intelligence framework for simulating clinical decision-making: A Markov decision process approach. *Artificial Intelligence in Medicine*. 2013;57(1):9-19.
59. Carvalho R, Laskey K, Costa P, Ladeira M, Santos L, Matsumoto S. *UnBBayes: Modeling Uncertainty for Plausible Reasoning in the Semantic Web*. 2010.

6 CONCLUSÃO GERAL

Acreditamos que é factível o uso do SADC para recomendações de condutas fisioterapêuticas apropriadas à reabilitação de pacientes oncológicos hospitalizados, simulando a opinião de um especialista da área.

Neste trabalho, foi realizada revisão de literatura, tanto para obter dados clínicos quanto recomendações relevantes, possibilitando a modelagem do conhecimento especialista e da interface de um SADC para reabilitação oncológica, sendo apresentadas todas as descrições das etapas.

O app foi idealizado visando atingir dois públicos-alvo, fisioterapeutas em formação ou em fase de construção de experiência na área de oncologia. Dentre suas funcionalidades estão criação, edição e busca de registros de pacientes; configurações que permitem determinar quais dos três elementos (lista de perguntas associadas que influenciam diretamente a recomendação, explanação textual, imagens explicativas) devem ser exibidos na tela de detalhamento da recomendação; configurações que permitem alterar, manualmente, os valores para cada categoria de probabilidade (alta, média e baixa); disparo de recomendações vinculadas aos dados clínicos inseridos, através da propagação para as variáveis da RB; visualização das recomendações classificadas em alta, média e baixa probabilidade; notificação das recomendações de alta probabilidade, através do emblema de notificação na aba de recomendações.

O design da interface gráfica do usuário foi desenvolvido considerando a facilidade e agilidade no uso, fator importante diante da rotina assistencial complexa do fisioterapeuta, no âmbito hospitalar. O app, disponível para dispositivos com sistema operacional Android®, funciona independente de conexão à internet (off-line), reduzindo a chance de falhas por falta de conexão com a Internet ou de atrasos para disparar as recomendações.

Apesar de ter sido submetido à avaliação automatizada e de especialistas, o SADC deverá ser validado, futuramente, através de sua implementação em um CACON, para o uso de acadêmicos de fisioterapia. Além disso, é fundamental submeter este protocolo de recomendação à análise de profissionais fisioterapeutas que atuem em instituições especializadas de tratamento oncológico de outros estados brasileiros.

ANEXOS

ANEXO A

Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da ISCMPA

IRMANDADE DA SANTA CASA
DE MISERICORDIA DE PORTO
ALEGRE - ISCMPA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Construção de redes bayesianas para apoio a decisão fisioterapêutica na reabilitação oncológica

Pesquisador: Fabrício Edler Macagnan

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 959816.18.7.0000.5335

Instituição Proponente: Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre - ISCMPA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.925.008

Apresentação do Projeto:

O câncer é fonte potencial de efeitos que resultam em diversos tipos de incapacidades. Logo o atendimento fisioterapêutico do paciente oncológico é uma tarefa que desafia o conhecimento, e quando realizado em ambiente hospitalar se torna ainda mais complexo. Como se não bastasse a enorme complexidade envolvida no atendimento hospitalar, o Fisioterapeuta ainda é exigido ao máximo de sua capacidade em sua jornada diária de trabalho, sendo o contato efetivo com o paciente cada vez mais breve. Em decorrência dessa brevidade, se percebe a necessidade da fluidez de raciocínio clínico e alto poder de discernimento investigativo para encontrar com precisão e rapidez a relação denexo causal entre os processos fisiopatológicos e as disfunções orgânicas apresentadas. O paciente oncológico pode apresentar uma variabilidade de apresentações clínicas no contexto hospitalar, praticamente impossível de ser descrita ou mesmo estimada. É perfeitamente admissível supor que as alterações da funcionalidade sejam tão variadas que a probabilidade de encontrar padrões definidos seja muito pequena. Desse modo, quando se trabalha com problemas reais em ambientes em que há incertezas, métodos de raciocínio probabilístico, como a Rede Bayesiana (RB), podem ser utilizados para tomar decisões baseadas em probabilidades. O cálculo de probabilidades é uma abordagem geral que trata incertezas a partir da análise de um evento que reforça ou reduz a expectativa de ocorrência de outro evento. A análise de inferências probabilísticas utiliza o Teorema de Bayes, que extrai, da relação entre variáveis, informações a respeito de causa-efeito.

Endereço: R. Profª Annes Dias, 295 Hosp. Dom Vicente Scherer
Bairro: 6º andar - Centro **CEP:** 90.020-090
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3214-8571 **Fax:** (51)3214-8571 **E-mail:** cep@santacasa.tche.br

IRMANDADE DA SANTA CASA
DE MISERICORDIA DE PORTO
ALEGRE - ISCMPA



Continuação do Parecer: 2.925.008

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Construir uma RB de auxílio à decisão da escolha de condutas fisioterapêuticas apropriadas à reabilitação de pacientes oncológicos hospitalizados, que simule a opinião de um especialista da área.

Objetivo Secundário:

Revisar na literatura o uso de instrumentos de avaliação fisioterapêutica pertinentes ao diagnóstico cinético-funcional na fase hospitalar de reabilitação do paciente oncológico; Revisar na literatura condutas fisioterapêuticas empregadas na fase hospitalar de Reabilitação do paciente oncológico; Avaliar o modelo bayesiano proposto; Estudar a viabilidade de utilização desta RB por fisioterapeutas que atuam na fase hospitalar de

reabilitação oncológica; Comparar a resposta gerada na RB com a opinião de fisioterapeutas especialistas na área de reabilitação oncológica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Conforme a Resolução 446/2012, esse estudo não trará riscos físicos aos profissionais envolvidos. Entretanto, há o mínimo risco de desconforto do profissional ao opinar sobre a avaliação da rede bayesiana, podendo o mesmo não opinar ou mesmo interromper sua participação na pesquisa a qualquer momento. Além disso, apesar dos dados de prontuários serem utilizados de forma sigilosa, há um mínimo risco de divulgação de informações confidenciais, portanto para minimizá-lo, todos os dados serão manejados e analisados de forma anônima, ou seja, sem identificação nominal dos participantes. Além disso, os resultados decorrentes do estudo serão apresentados de forma agregada, não permitindo a identificação individual dos participantes. E por fim, quanto ao risco a segurança dos prontuários, o acesso aos mesmos será limitado apenas pelo tempo, quantidade e qualidade das informações específicas necessárias para essa pesquisa.

Benefícios:

O estudo não trará nenhum benefício direto aos profissionais, mas promoverá benefícios que estão relacionados com a proposta de construir um modelo de avaliação fisioterapêutica nas unidades de internação oncológica, o qual poderá disseminar-se pela instituição. Além disso, num cenário futuro, a rede bayesiana construída poderá ser útil na tomada de decisão de condutas fisioterapêuticas, beneficiando assim todos aqueles pacientes que necessitarem de reabilitação oncológica em ambiente hospitalar.

Endereço: R. Profº Annes Dias,295 Hosp.Dom Vicente Scherer
Bairro: 6º andar - Centro CEP: 90.020-090
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3214-8571 Fax: (51)3214-8571 E-mail: cep@santacasa.tche.br

Página 02 de 06

IRMANDADE DA SANTA CASA
DE MISERICORDIA DE PORTO
ALEGRE - ISCMPA



Continuação do Parecer: 2.925.008

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo se mostra pertinente na medida em que pretende, através da construção de uma Rede Bayesiana, trazer mais agilidade e certeza na escolha da conduta fisioterapêutica, tão importante para a reabilitação do paciente oncológico internado.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

De Acordo.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A pesquisa encontra-se de acordo com a Norma vigente Resolução 466/12 para pesquisa em seres humanos.

Considerações Finais a critério do CEP:

Após avaliação do protocolo acima descrito, o presente comitê não encontrou óbices quanto ao desenvolvimento do estudo em nossa Instituição e poderá ser iniciado a partir da data deste parecer.

Obs.: 1 - O pesquisador responsável deve encaminhar à este CEP, Relatórios de Andamento dos Projetos desenvolvidos na ISCMPA. Relatórios Parciais (pesquisas com duração superior à 6 meses), Relatórios Finais (ao término da pesquisa) e os Resultados Obtidos (cópia da publicação).

2 – Para o início do projeto de pesquisa, o investigador deverá apresentar a chefia do serviço (onde será realizada a pesquisa), o Parecer Consubstanciado de aprovação do protocolo pelo Comitê de Ética.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1164649.pdf	15/08/2018 18:32:38		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO.pdf	15/08/2018 18:32:15	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TERMO_DE_ANUENCIA_DO_RESPONSAVEL_PELO_SETOR_OU_INSTITUICAO_ONDE_SERA_REALIZADA_A_PESQUISA.pdf	14/08/2018 22:44:07	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito

Endereço: R. Profª Annes Dias, 295 Hosp. Dom Vicente Scherer
Baixo: 6º andar - Centro CEP: 90.020-090
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3214-8571 Fax: (51)3214-8571 E-mail: cep@santacasa.tche.br

IRMANDADE DA SANTA CASA
DE MISERICORDIA DE PORTO
ALEGRE - ISCMPA



Continuação do Parecer: 2.925.008

Declaração de Instituição e Infraestrutura	.pdf	14/08/2018 22:44:07	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_DE_COMPROMISSO_PARA_ENTREGA_DE_RELATORIO_SEMESTRAL_OU_FINAL.pdf	14/08/2018 22:43:31	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_DE_ISENCAO_DE_ONUS_A_INSTITUICAO.pdf	14/08/2018 22:43:03	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_DE_UTILIZACAO_DE_DADOS_DE_PRONTUARIOS_E_USO_DE_PUBLICACAO.pdf	14/08/2018 22:42:29	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_DE_CONFIDENCIALIDADE_DO_SUJEITO_NO_ESTUDO.pdf	14/08/2018 22:42:06	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_PAGINA_3.pdf	14/08/2018 22:41:43	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_PAGINA_2.pdf	14/08/2018 22:41:24	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_PAGINA_1.pdf	14/08/2018 22:41:05	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	FORMULARIO_DE_CADASTRO_DE_PROJETOS_NA_UNIDADE_DE_PESQUISA.pdf	14/08/2018 22:40:21	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	FORMULARIO_DE_INSCRICAO_DE_PROJETOS_DE_PESQUISA.pdf	14/08/2018 22:39:07	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO_DE_AUTORIZACAO_DA_CHEFIA_RESPONSAVEL.pdf	14/08/2018 22:37:22	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	CONSTRUCAO_DE_REDES_BAYESIANAS_PARA_APOIO_A_DECISAO_FISIOTERAPEUTICA_NA_REABILITACAO_ONCOLOGICA.pdf	14/08/2018 22:36:06	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO_DETALHADO.pdf	14/08/2018 22:32:10	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_DETALHADO.pdf	14/08/2018 22:31:04	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_PARA_PESQUISA_ENVOLVENDO_SERES_HUMANOS	14/08/2018 22:30:41	Ana Paula Martins Bykowski	Aceito

Situação do Parecer:

Endereço: R. Profª Annes Dias, 295 Hosp. Dom Vicente Scherer
 Bairro: 6º andar - Centro CEP: 90.020-090
 UF: RS Município: PORTO ALEGRE
 Telefone: (51)3214-8571 Fax: (51)3214-8571 E-mail: cep@santacasa.tche.br

IRMANDADE DA SANTA CASA
DE MISERICORDIA DE PORTO
ALEGRE - ISCMPA



Continuação do Parecer: 2.925.008

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 28 de Setembro de 2018

Assinado por:
ELIZETE KEITEL
(Coordenador(a))

Endereço: R. Prof. Annes Dias, 295 Hosp. Dom Vicente Scherer
Bairro: 6º andar - Centro **CEP:** 90.020-090
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51) 3214-8571 **Fax:** (51) 3214-8571 **E-mail:** cap@santacasa.tche.br

Página 05 de 05



INTERNATIONAL JOURNAL OF MEDICAL INFORMATICS

The International Journal of Medical Informatics is the official journal of the European Federation for Medical Informatics (EFMI) and IMIA.

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

• Description	p.1
• Audience	p.1
• Impact Factor	p.1
• Abstracting and Indexing	p.2
• Editorial Board	p.2
• Guide for Authors	p.4



ISSN: 1386-5056

DESCRIPTION

International Journal of Medical Informatics provides an international medium for dissemination of original results and interpretative reviews concerning the field of medical informatics. The Journal emphasizes the evaluation of systems in healthcare settings.

The scope of journal covers: Information systems, including national or international registration systems, hospital information systems, departmental and/or physician's office systems, document handling systems, electronic medical record systems, standardization, systems integration etc.; Computer-aided medical decision support systems using heuristic, algorithmic and/or statistical methods as exemplified in decision theory, protocol development, artificial intelligence, etc. Educational computer based programs pertaining to medical informatics or medicine in general; Organizational, economic, social, clinical impact, ethical and cost-benefit aspects of IT applications in health care.

Short technical communications concerning (solved) problems in implementing or using existing information systems are welcome. Review articles concerning subjects falling in the scope of the journal are also invited.

AUDIENCE

Those working in computing applied to the medical and life sciences, Biomathematicians, Life Sciences Researchers, Bioengineers, Radiologists.

IMPACT FACTOR

2018: 2.731 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2019

ABSTRACTING AND INDEXING

Abstracts on Hygiene and Communicable Diseases
BioEngineering Abstracts
Biological Abstracts
BIOSIS Previews
Biotechnology and Bioengineering Abstracts
Chemical Abstracts
CompuMath Citation Index
Current Index to Statistics
Dairy Science Abstracts
Embase
International Nursing Index
Rural Development Abstracts
Science Citation Index
Engineering Index
Tropical Diseases Bulletin
Abstracts of Mycology
AgBiotech News and Information
Computer Science Index
CAB International
Cancerlit
Compendex
Computer and Information Systems Abstract
CSA Technology Research Database
Current Awareness in Biological Sciences
Derwent Biotechnology Abstracts
Ei Compendex
Global Health
Inside Conferences
Social SciSearch
TOXFILE
UnCover
World Textile Abstracts
BIOSIS Toxicology
Embase
EMCARE
Science Search
Time Technology
BIOSIS Citation Index
Computer Contents
Current Contents - Engineering, Technology & Applied Sciences
Current Contents
Embase
PubMed/Medline
INSPEC
Pascal Francis
Elsevier BIOBASE
Scopus

EDITORIAL BOARD

Editor

Heimar De Fatima Marin, São Paulo, Brazil

Associate Editors

Michael Cantor, Tarrytown, New York, USA

Patricia Dykes, Boston, Massachusetts, USA

Andrew Georgiou, Sydney, New South Wales, Australia

Anne-Sophie Jannot, Paris, France

Bridget Kane, Karlstad, Sweden
Siaw-Teng Liaw, Sydney, New South Wales, Australia
Li Zhou, Boston, Massachusetts, USA

Editor Emeritus

Charles Safran, Boston, Massachusetts, USA
Jan Talmon, Sint Odilienberg, Netherlands

Editorial Board

Jos Aarts, Rotterdam, Netherlands
Lawrence Afrin, Minneapolis, Minnesota, USA
Elske Ammenwerth, Hall in Tirol, Austria
Dominik Aronsky, Switzerland
Suzanne Bakken, New York, New York, USA
Sayonara Barbosa, Florianópolis, Brazil
Riccardo Bellazzi, Pavia, Italy
Bernd Blobel, Regensburg, Germany
Federico Cabitza, Milano, Italy
Tony Comford, London, UK
Nicolette de Keizer, Amsterdam-Zuidoost, Netherlands
Simon de Lusignan, Guildford, England, UK
Patrice Degoulet, Paris, France
Rodrigo Deliberato, São Paulo, Brazil
Henry Feldman, Boston, Massachusetts, USA
Adi Gundlapalli, Salt Lake City, Utah, USA
Marco Antonio Gutierrez, São Paulo, Brazil
Morten Hertzum, Copenhagen, Denmark
Farzad Jahedi, Brisbane, Australia
Andrew Kanter, New York, New York, USA
Thomas Karopka, Greifswald, Germany
Sabine Koch, Solna, Sweden
Ross Koppel, Philadelphia, Pennsylvania, USA
Klaus Kuhn, München, Germany
Nancy Lorenzi, Nashville, Tennessee, USA
Xudong Lu, Hangzhou, China
Genevieve B. Melton-Meaux, Minneapolis, Minnesota, USA
Eneida Mendonca, Madison, Wisconsin, USA
David Novillo-Ortiz, Washington, District of Columbia, USA
Mel-Sing Ong, Boston, Massachusetts, USA
Calvin Kalun Or, Hong Kong
Paula Otero, Buenos Aires, Argentina
Gretchen Purcell Jackson, Nashville, Tennessee, USA
Yuri Quintana, Boston, Massachusetts, USA
Janise Richards, Atlanta, Georgia, USA
Michael Rigby, Staffordshire, UK
Stephen Ross, Boulder, Colorado, USA
Tiffany Veinot, Ann Arbor, Michigan, USA
Mark Weiner, Philadelphia, Pennsylvania, USA
Li Zhou, Wellesley Hills, USA

GUIDE FOR AUTHORS

Your Paper Your Way

We now differentiate between the requirements for new and revised submissions. You may choose to submit your manuscript as a single Word or PDF file to be used in the refereeing process. Only when your paper is at the revision stage, will you be requested to put your paper in to a 'correct format' for acceptance and provide the items required for the publication of your article.

To find out more, please visit the Preparation section below.

Aims and Scope

International Journal of Medical Informatics provides an international medium for dissemination of original results and interpretative reviews concerning the field of medical informatics. The Journal emphasizes the evaluation of systems in healthcare settings. The scope of journal covers:

Information systems, including national or international registration systems, hospital information systems, departmental and/or physician's office systems, document handling systems, electronic medical record systems, standardization, systems integration etc.;

Computer-aided medical decision support systems using heuristic, algorithmic and/or statistical methods as exemplified in decision theory, protocol development, artificial intelligence, etc.

Educational computer based programs pertaining to medical informatics or medicine in general;

Organizational, economic, social, clinical impact, ethical and cost-benefit aspects of IT applications in health care.

Short technical communications concerning (solved) problems in implementing or using existing information systems are welcome. Review articles concerning subjects falling in the scope of the journal are also invited.

General Considerations

IJMI has adopted the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). Some of the important issues are noted below. Visit <http://www.icmje.org> for more details.

Contact details

All submissions should be made through Elsevier's Editorial System (EVISE) via <https://www.eviser.com/profile/api/navigate/IJMI>. If you have any questions or problems relating to the preparation or submission of your manuscript, please contact the Journal at ijmi@elsevier.com.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare

- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

Studies in humans and animals

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans. The manuscript should be in line with the [Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals](#) and aim for the inclusion of representative human populations (sex, age and ethnicity) as per those recommendations. The terms *sex* and *gender* should be used correctly.

Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should comply with the [ARRIVE guidelines](#) and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. The sex of animals must be indicated, and where appropriate, the influence (or association) of sex on the results of the study.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. [More information](#).

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [Crossref Similarity Check](#).

Preprints

Please note that [preprints](#) can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's [sharing policy](#). Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

Authorship

All authors should have made substantial contributions to all of the following: (1) the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data, (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content, (3) final approval of the version to be submitted.

Acknowledgements

All contributors who do not meet the criteria for authorship as defined above should be listed in an acknowledgements section. Examples of those who might be acknowledged include a person who provided purely technical help, writing assistance, or a department chair who provided only general support. Authors should disclose whether they had any writing assistance and identify the entity that paid for this assistance. Financial support like grants should also be mentioned in the acknowledgements section.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Clinical trial results

In line with the position of the International Committee of Medical Journal Editors, the journal will not consider results posted in the same clinical trials registry in which primary registration resides to be prior publication if the results posted are presented in the form of a brief structured (less than 500 words) abstract or table. However, divulging results in other circumstances (e.g., investors' meetings) is discouraged and may jeopardise consideration of the manuscript. Authors should fully disclose all posting in registries of results of the same or closely related work.

Reporting clinical trials

Randomized controlled trials should be presented according to the CONSORT guidelines. At manuscript submission, authors must provide the CONSORT checklist accompanied by a flow diagram that illustrates the progress of patients through the trial, including recruitment, enrollment, randomization, withdrawal and completion, and a detailed description of the randomization procedure. The [CONSORT checklist and template flow diagram](#) are available online.

Registration of clinical trials

Registration in a public trials registry is a condition for publication of clinical trials in this journal in accordance with [International Committee of Medical Journal Editors](#) recommendations. Trials must register at or before the onset of patient enrolment. The clinical trial registration number should be included at the end of the abstract of the article. A clinical trial is defined as any research study that prospectively assigns human participants or groups of humans to one or more health-related interventions to evaluate the effects of health outcomes. Health-related interventions include any intervention used to modify a biomedical or health-related outcome (for example drugs, surgical procedures, devices, behavioural treatments, dietary interventions, and process-of-care changes). Health outcomes include any biomedical or health-related measures obtained in patients or participants, including pharmacokinetic measures and adverse events. Purely observational studies (those in which the assignment of the medical intervention is not at the discretion of the investigator) will not require registration.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the gold open access publication fee. Details of [existing agreements](#) are available online.

After acceptance, open access papers will be published under a noncommercial license. For authors requiring a commercial CC BY license, you can apply after your manuscript is accepted for publication.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our [universal access programs](#).
- No open access publication fee payable by authors.
- The Author is entitled to post the [accepted manuscript](#) in their institution's repository and make this public after an embargo period (known as green Open Access). The [published journal article](#) cannot be shared publicly, for example on ResearchGate or Academia.edu, to ensure the sustainability of peer-reviewed research in journal publications. The embargo period for this journal can be found below.

Gold open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- A gold open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For gold open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following [Creative Commons user licenses](#):

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The gold open access publication fee for this journal is **USD 3100**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our [open access page](#) for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. [Find out more.](#)

This journal has an embargo period of 12 months.

Elsevier Researcher Academy

[Researcher Academy](#) is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's WebShop.

Informed consent and patient details

Studies on patients or volunteers require ethics committee approval and informed consent, which should be documented in the paper. Appropriate consents, permissions and releases must be obtained where an author wishes to include case details or other personal information or images of patients and any other individuals in an Elsevier publication. Written consents must be retained by the author but copies should not be provided to the journal. Only if specifically requested by the journal in exceptional circumstances (for example if a legal issue arises) the author must provide copies of the consents or evidence that such consents have been obtained. For more information, please review the [Elsevier Policy on the Use of Images or Personal Information of Patients or other Individuals](#). Unless you have written permission from the patient (or, where applicable, the next of kin), the personal details of any patient included in any part of the article and in any supplementary materials (including all illustrations and videos) must be removed before submission.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Structure of manuscripts

The following types of contributions will be published: (i) Papers reporting original work; (ii) Interpretative reviews; (iii) Technical notes; (iv) Letters to the Editor

All manuscripts, except Letters to the Editor, should have the following structure:

- Title page, including keywords
- Structured abstract
- Body of the manuscript
- Authors' contributions
- Acknowledgements
- Statement on conflicts of interest
- Summary table
- References
- Appendices (if applicable)
- Maximum word count for research articles: 3000
- Maximum word count for reviews: 4000

Manuscripts not conforming to this structure may be returned to author without prejudice but without review.

Submit your article

Please submit your article via <https://www.elsevier.com/profile/api/navigate/IJMI>.

PREPARATION

NEW SUBMISSIONS

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process.

As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or layout that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission. Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

References

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct.

Formatting requirements

There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey your manuscript, for example Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Artwork and Tables with Captions.

If your article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included in your initial submission for peer review purposes.

Divide the article into clearly defined sections.

Please ensure the text of your paper is double-spaced this is an essential peer review requirement.

Figures and tables embedded in text

Please ensure the figures and the tables included in the single file are placed next to the relevant text in the manuscript, rather than at the bottom or the top of the file. The corresponding caption should be placed directly below the figure or table.

Peer review

This journal operates a single blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. [More information on types of peer review.](#)

REVISED SUBMISSIONS

Use of word processing software

Regardless of the file format of the original submission, at revision you must provide us with an editable file of the entire article. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Summary table

The authors shall provide a table with in 2-4 bullets statements on 'what was already known on the topic' and also in 2-4 bullets statements on 'what this study added to our knowledge'. Note that the second part of the table should not list the results of the study as such. It should address what this study has proven and what insights have been gained.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Structured abstract

A structured abstract, by means of appropriate headings, should provide the context or background for the research and should state its purpose, basic procedures (selection of study subjects or laboratory animals, observational and analytical methods), main findings (giving specific effect sizes and their statistical significance, if possible), and principal conclusions. It should emphasize new and important aspects of the study or observations.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Authors can make use of Elsevier's [Illustration Services](#) to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

The abbreviation should be used, except in section headings and subheadings where full text is preferred. Abbreviation should not contain periods or intervening space between letters. Universally known abbreviations (USA for United States of America) need not be defined. Avoid using abbreviations in the abstract of the manuscript.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
 - Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
 - Number the illustrations according to their sequence in the text.
 - Use a logical naming convention for your artwork files.
 - Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
 - For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.
 - Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files. A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.
- You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.**

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Illustration services

[Elsevier's WebShop](#) offers Illustration Services to authors preparing to submit a manuscript but concerned about the quality of the images accompanying their article. Elsevier's expert illustrators can produce scientific, technical and medical-style images, as well as a full range of charts, tables and graphs. Image 'polishing' is also available, where our illustrators take your image(s) and improve them to a professional standard. Please visit the website to find out more.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software.](#)

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/international-journal-of-medical-informatics>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Reference style

Text: Indicate references by number(s) in square brackets in line with the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given.

Example: '..... as demonstrated [3,6]. Barnaby and Jones [8] obtained a different result'

List: Number the references (numbers in square brackets) in the list in the order in which they appear in the text.

Examples:

Reference to a journal publication:

[1] J. van der Geer, J.A.J. Hanraads, R.A. Lupton, The art of writing a scientific article, *J. Sci. Commun.* 163 (2010) 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

[2] Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon*. 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

[3] W. Strunk Jr., E.B. White, *The Elements of Style*, fourth ed., Longman, New York, 2000.

Reference to a chapter in an edited book:

[4] G.R. Mettam, L.B. Adams, How to prepare an electronic version of your article, in: B.S. Jones, R.Z. Smith (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*, E-Publishing Inc., New York, 2009, pp. 281–304.

Reference to a website:

[5] Cancer Research UK, *Cancer statistics reports for the UK*. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/>, 2003 (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] [6] M. Oguro, S. Imahiro, S. Saito, T. Nakashizuka, Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions, *Mendeley Data*, v1, 2015. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

The referencing style as used by the NLM are preferred (see http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html for examples) Abbreviations for journals are those used in MeSH published by the US National Library of Medicine <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>.

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. . In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions [here](#) to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

AFTER ACCEPTANCE

Accepted Manuscripts

As a service to the community, this journal makes available online the accepted manuscripts as soon as possible after acceptance. At this stage, the author's accepted manuscript (in both full-text and PDF) is given a Digital Object Identifier (DOI) and is fully citable, and searchable by title, author(s) name and the full-text. The article also carries a disclaimer noting that it is an unedited manuscript which has not yet been copyedited, typeset or proofread. When the fully copyedited version is ready for publication, it simply replaces the author accepted manuscript version.

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra

charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Webshop](#). Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch. You can also [check the status of your submitted article](#) or [find out when your accepted article will be published](#).

© Copyright 2018 Elsevier | <https://www.elsevier.com>