

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
COMPUTAÇÃO APLICADA

UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE
ATIVIDADES FÍSICAS PARA HIPERTENSOS
NO CONTEXTO DE E-HEALTH

Luciano Rodrigo Ferretto

Passo Fundo

2018

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

**UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE ATIVIDADES FÍSICAS
PARA HIPERTENSOS NO CONTEXTO DE E-HEALTH**

Luciano Rodrigo Ferretto

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Computação
Aplicada na Universidade de Passo Fundo.

Orientador: Profa. Dra. Ana Carolina Bertoletti De Marchi

Coorientador: Prof. Dr. Cristiano Roberto Cervi

Passo Fundo

2018

CIP – Catalogação na Publicação

F387s Ferretto, Luciano Rodrigo
Um sistema de recomendação de atividades físicas para hipertensos no contexto de e-Health / Luciano Rodrigo Ferretto. – 2018.
56 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Profa. Dra. Ana Carolina Bertoletti De Marchi.

Coorientador: Prof. Dr. Cristiano Roberto Cervi.
Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade de Passo Fundo, 2018.

1. Software. 2. Hipertensão. 3. Saúde – Indicadores. 4. Atividades físicas. I. De Marchi, Ana Carolina Bertoletti, orientadora. II. Cervi, Cristiano Roberto, coorientador. III. Título.

**ATA DE DEFESA DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DO ACADÊMICO**

LUCIANO RODRIGO FERRETTO

Aos vinte dias do mês de março do ano de dois mil e dezoito, às 13 horas e 30 minutos, realizou-se, no Instituto de Ciências Exatas e Geociências, prédio B5, da Universidade de Passo Fundo, a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso **“Um sistema de recomendação de atividades físicas para hipertensos no contexto de E-Health”**, de autoria de Luciano Rodrigo Ferretto, acadêmico do Curso de Mestrado em Computação Aplicada do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada – PPGCA/UPF. Segundo as informações prestadas pelo Conselho de Pós-Graduação e constantes nos arquivos da Secretaria do PPGCA, o aluno preencheu os requisitos necessários para submeter seu trabalho à avaliação. A banca examinadora foi composta pelos doutores Ana Carolina Bertoletti De Marchi, Cristiano Roberto Cervi, Rafael Rieder e Mirella Moura Moro. Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, a banca examinadora considerou o candidato aprovado. Foi concedido o prazo de até quarenta e cinco (45) dias, conforme Regimento do PPGCA, para o acadêmico apresentar ao Conselho de Pós-Graduação o trabalho em sua redação definitiva, a fim de que sejam feitos os encaminhamentos necessários à emissão do Diploma de Mestre em Computação Aplicada. Para constar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da banca examinadora e pela Coordenação do PPGCA.



Prof. Dra. Ana Carolina Bertoletti De Marchi - UPF
Presidente da Banca Examinadora
(Orientadora)



Prof. Dr. Cristiano Roberto Cervi - UPF
(Coorientador)



Prof. Dr. Rafael Rieder - UPF
(Avaliador Interno)



Prof. Dra. Mirella Moura Moro - UFMG
(Avaliadora Externa)



Prof. Dr. Rafael Rieder
Coordenador do PPGCA

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à Deus pela oportunidade de concluir mais essa etapa e a chance de melhorar todos os dias, seja como pessoa, como profissional ou como cristão.

Em especial à minha esposa e companheira de todas as horas Ronice Fátima Mozatto, aos meus filhos amados Lucas Mozatto Ferretto (*in memoriam*), Luigi Mozatto Ferretto e Luisa Mozatto Ferretto. Vocês são o motivo para eu querer estar sempre buscando o melhor de mim.

Aos meus pais Valdemar Ferretto e Ieda Terezinha Soares Ferretto que, além de me dar todo amor e carinho, me incentivaram sempre à estudar. Ao meu irmão Márcio Juliano Ferretto que sempre foi um exemplo para o seu irmão mais novo.

À minha orientadora Dra. Ana Carolina Bertoletti De Marchi e meu coorientador Dr. Cristiano Roberto Cervi pela compreensão, paciência, sabedoria e principalmente por acreditarem em mim. Estendo meu agradecimento aos demais professores e funcionários do PPGCA da Universidade de Passo Fundo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense (IFSUL) pelo incentivo que presta à todos seus servidores que buscam capacitações, em especial meus colegas Diogo Nelson Rovadosky e Fernanda Milani os quais caminharam ao meu lado nessa jornada.

Ao Hospital da Cidade de Passo Fundo, pela parceria no desenvolvimento desta pesquisa, em especial ao Dr. Luiz Carlos Pereira Bin o qual teve papel imprescindível para o sucesso do nosso trabalho.

À Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que através da professora Dra. Mirella Moura Mouro, contribuiu de forma significativa no desenvolvimento da pesquisa.

À Universidade de Passo Fundo pelo apoio e incentivo à pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que de uma maneira ou outra contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE ATIVIDADES FÍSICAS PARA HIPERTENSOS NO CONTEXTO DE E-HEALTH

RESUMO

Sistemas de recomendação estão sendo aplicados em diversas áreas, entre elas a área da saúde, nos chamados sistemas e-Health. A maioria dos estudos está voltada à recomendação em nutrição e atividades físicas, tendo como um dos objetivos a melhora do estilo de vida. Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de recomendação de atividades físicas para hipertensos, de forma a oportunizar a busca por um estilo de vida saudável. Para alcançar este objetivo apresenta-se um modelo de perfil de usuário hipertenso, chamado Hyper-Model2PAR, e um sistema de recomendação de atividade física para hipertensos, denominado Hyper-RecSysPA. O modelo resultante deste trabalho é composto por 32 elementos divididos em três grupos, sendo utilizado na modelagem dos perfis dos usuários dentro do sistema de geração das recomendações Hyper-RecSysPA. Este sistema foi validado por três médicos cardiologistas. Como resultado, ~75% das recomendações geradas foram aprovadas. Entende-se que os objetivos deste trabalho foram atingidos, já que o Hyper-Model2PAR e o Hyper-RecSysPA obtiveram resultados positivos nas avaliações realizadas pelos usuários especialistas.

Palavras-chave: e-Health, hipertensão, modelagem de perfil, sistemas de recomendação.

A RECOMMENDER SYSTEM OF PHYSICAL ACTIVITY FOR HYPERTENSIONS IN THE E-HEALTH CONTEXT

ABSTRACT

Recommender systems are applied in a number of areas, including health in so-called e-Health systems. Most studies focus on nutrition and physical activity recommendations, with one of the goals to improve lifestyle. The purpose of this study were to develop a system for recommending physical activities for hypertensive patients, in order to facilitate the search for a healthy lifestyle. To achieve this goal, a hypertensive user profile model, called Hyper-Model2PAR, were developed and a hypertensive physical activity recommender system, called Hyper-RecSysPA. The resulting model is composed of 32 elements divided in three groups, used in the modeling of user profiles within the system of generation of recommendations Hyper-RecSysPA. Three cardiologists validated this system at different times. As a result, more than 75% of the recommendations generated were approved. Therefore, it is understood that the objectives of this work were achieved, since Hyper-Model2PAR and Hyper-RecSysPA obtained positive results in evaluations performed by expert users.

Keywords: e-Health, hypertension, profile modelling, recommender systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Arquitetura do Sistema eLifeStyle.....	30
Figura 2. Fluxograma do módulo ModProfile.....	37
Figura 3. Premissa do Sistema de Recomendação Hyper-RecSysPA.	38
Figura 4. Fluxograma do Módulo RecSysPA	40
Figura 5. Pergunta para avaliação preliminar do Hyper-Model2PAR.....	42
Figura 6. Tela de Validação da Base de dados Sintética e Avaliação Preliminar do Hyper-Model2PAR	43
Figura 7. Estratificação de risco no paciente hipertenso de acordo com fatores de risco adicionais, presença de lesão em órgão-alvo e de doença cardiovascular ou renal	43
Figura 8. Pergunta para Validação da Recomendações Geradas pelo Hyper-RecSysPA.....	44
Figura 9. Tela de Validação das Recomendações geradas pelo Hyper-RecSysPA	44
Figura 10. Estrutura do Modelo Hyper-Model2PAR-v2.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fatores de Risco Cardiovascular na avaliação do risco adicional no hipertenso	20
Tabela 2. Lesão de órgão-alvo na avaliação do risco adicional no hipertenso	21
Tabela 3. Evidências da atividade física e do exercício físico na redução da PA	21
Tabela 4. Estudos primários selecionados.....	23
Tabela 5. Elementos do Grupo Informações de Risco - GIR.....	32
Tabela 6. Elementos do Grupo Prática de Atividades Físicas - GPAF.....	32
Tabela 7. Elementos do Grupo IRAF - GIRAF.....	33
Tabela 8. Exemplo de IRAFs diários.....	33
Tabela 9. Intervalos de Referência para o Cálculo do Índice de Referência (iR).	34
Tabela 10. Elementos do modelo Hyper-Model2PAR-v1	36
Tabela 11. Resultado das avaliações das recomendações pelos especialistas.....	49

LISTA DE SIGLAS

ACM – Association for Computing Machinery
AVC – Acidente Vascular Cerebral
AVE – Acidente Vascular Encefálico
CA – Circunferência Abdominal
CV – Cardiovascular
DAC – Doença da Artéria Coronária
DAP – Doença Arterial Periférica
DBHA – Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial
DCV – Doença Cardiovascular
DM – Diabetes Mellitus
DRC – Doença Renal Crônica
DVP – Doença Vascular Periférica
EIAF – Elementos Impactados pela Atividade Física
EMI – Espessura Mediointimal
ENIAF – Elementos Não Impactados pela Atividade Física
ESH – Sociedade Europeia de Hipertensão (European Society of Hypertension)
FR – Fator de Risco
HA – Hipertensão Arterial
HVE – Hipertrofia Ventricular Esquerda
IAM – Infarto Agudo do Miocárdio
IC – Insuficiência Cardíaca
ID – Índice Diário
IMC – Índice de Massa Corporal
IRAF – Índice de Resultado da Atividade Física
ITB – Índice Tornozelo-Braquial
IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers
LOA – Lesão de Órgão-Alvo
PA – Pressão Arterial
PAD – Pressão Arterial Diastólica
PAS – Pressão Arterial Sistólica
PHR – Personal Health Record

PPGCA – Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada

SBH – Sociedade Brasileira de Hipertensão

SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados

UPF – Universidade de Passo Fundo

RS – Revisão Sistemática

VOP – Velocidade da Onda de Pulso

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO	17
2.1.1. Modelagem de Perfil	18
2.2. HIPERTENSÃO ARTERIAL	19
2.2.1. Fatores de Risco para Hipertensão Arterial e Público Alvo	19
2.2.2. Estratificação do Risco Cardiovascular	20
2.3. ATIVIDADES FÍSICAS E HIPERTENSÃO ARTERIAL.....	21
2.4. TRABALHOS RELACIONADOS	22
2.4.1. Nutrição	24
2.4.2. Atividades Físicas	25
2.4.3. Nutrição e Atividades Físicas	26
2.4.4. Diversas Áreas de Aplicabilidade	28
2.4.5. Análise Comparativa	28
2.5. SISTEMA ELIFESTYLE	29
3. MÉTODOS	31
3.1. HYPER-MODEL2PAR - MODELO DE PERFIL DE PACIENTE HIPERTENSO PARA RECOMENDAÇÕES DE ATIVIDADES FÍSICAS	31
3.1.1. Informações de Risco - GIR	31
3.1.2. Prática de Atividade Física - GPAF	32
3.1.3. Índice de Resultado da Atividade Física - GIRAF	32
3.1.3.1. Cálculo IRAF do Índice de Massa Corporal e Circunferência Abdominal	34
3.1.3.2. Cálculo IRAF da Pressão Arterial Sistólica e Diastólica.....	34
3.1.4. O Modelo Hyper-Model2PAR	35
3.2. HYPER-RECSYSPA –SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE ATIVIDADE FÍSICA PARA HIPERTENSOS	36
3.2.1. Módulo ModProfile	37
3.2.2. Módulo RecSysPA	38
3.2.3. Ferramentas e Linguagens de Programação	41
3.3. METODOLOGIA DAS AVALIAÇÕES E VALIDAÇÕES.....	41
3.3.1. Base de Dados Sintética	41
3.3.2. Validação da Base de Dados Sintética e Avaliação Preliminar do Modelo Hyper- Model2PAR-v1	42

3.3.3.	Validação das Recomendações geradas pelo Hyper-RecSysPA	43
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1.	BASE DE DADOS SINTÉTICA	45
4.1.1.	Primeira Versão da Base de Dados Sintética	45
4.1.2.	Segunda Versão da Base de Dados Sintética	45
4.1.3.	Versão Final da Base de Dados Sintética.....	46
4.2.	HYPER-MODEL2PAR.....	46
4.3.	HYPER-RECSYSPA.....	47
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
5.1.	DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	53
5.2.	TRABALHOS FUTUROS	53
	REFERÊNCIAS.....	54

1. INTRODUÇÃO

A área da saúde tem sido objeto de estudo por diversos grupos de pesquisa de Sistemas de Informação, recebendo cada vez mais atenção no contexto de dispositivos móveis que se integram com plataformas de serviço de assistência médica [1]. Estas plataformas podem ser chamadas de sistemas e-Health, e têm atraído um número crescente de usuários, motivados, principalmente, pelo advento e difusão dos dispositivos móveis, bem como pelo interesse crescente na busca por uma melhor qualidade de vida, através de cuidados com a saúde.

Dentre os sistemas concebidos para este fim, tem-se o Personal Health Record (PHR), que representa um repositório individual de dados de saúde de um paciente, onde o proprietário pode, se assim desejar, compartilhar informações com outras pessoas, como profissionais da saúde [2]. Atualmente, tem-se uma grande quantidade de sistemas voltados para esta finalidade, entre os quais está inserido o eLifeStyle¹ [3], que visa auxiliar na promoção de um estilo de vida saudável em hipertensos, favorecendo a comunicação entre o paciente e o médico.

No entanto, somente o fato de um sistema e-Health coletar e armazenar dados da saúde não garante uma melhora para o paciente envolvido, pois muitos deles não sabem como utilizar esta informação na busca por um estilo de vida saudável. Para que um sistema e-Health possa contribuir de forma significativa na saúde do usuário, o mesmo deve possuir, além de um mecanismo de coleta e armazenamento de dados, uma ferramenta que possibilite a busca por um estilo de vida saudável. Esta ferramenta pode incorporar um sistema de recomendação, onde informações de interesse do paciente, assim como informações de seu estilo de vida, sejam estruturadas em um modelo de perfil, com o objetivo de proporcionar recomendações personalizadas.

Os sistemas de recomendação estão sendo aplicados em áreas como e-commerce, motores de busca, redes sociais, redes acadêmicas, onde o objetivo é recomendar dicas, produtos ou serviços ao usuário. A essência de um sistema de recomendação é a modelagem do perfil do usuário, pois a descoberta de conhecimento sobre os hábitos de consumo, de comportamento na internet, assim como de seu estilo de vida, são fundamentais para que um sistema recomende de forma assertiva.

¹ Sistema e-Health em desenvolvimento dentro do PPGCA-UPF

No contexto da saúde e do estilo de vida de pacientes, ainda não existe um sistema de recomendação utilizado em larga escala, que busque dados coletados de dispositivos móveis ou vestíveis, como em sistemas de e-Health [4]. Algumas iniciativas já foram desenvolvidas para as áreas de nutrição e atividades físicas, contudo não foi identificada a existência de sistemas de recomendação em e-Health para usuários com diagnóstico de Hipertensão Arterial (HA) [5], sendo este o foco do presente trabalho.

A HA, se não controlada adequadamente, pode resultar em Acidente Vascular Cerebral (AVC), Infarto Agudo do Miocárdio (IAM), Insuficiência Cardíaca (IC), Doença Arterial Periférica (DAP), Doença Renal Crônica (DRC) e, até mesmo, morte súbita [6]. Para pacientes hipertensos, a mudança do estilo de vida é uma atitude que deve ser estimulada independente dos níveis de pressão arterial [7]. Ela envolve o tratamento e a gestão da doença, por meio de intervenções que englobam atividades físicas, controle do stress, controle sobre ingestão de substâncias nocivas à saúde, entre outros fatores. Um sistema que recomenda ao usuário mudanças de comportamento e no estilo de vida pode contribuir de forma significativa para um controle satisfatório da pressão arterial, já que sistemas de recomendação têm se mostrado uma técnica promissora e útil na recomendação de mudança comportamental[8].

Nesse contexto, a questão de pesquisa a ser desenvolvida neste trabalho é: Qual o mecanismo de recomendação necessário para oportunizar ao paciente hipertenso a busca por um estilo de vida saudável no contexto de e-Health? Para responde-la, o presente trabalho propõe um sistema de recomendação cujo objetivo principal é a recomendação de atividades físicas para hipertensos, com vistas a oportunizar a busca por um estilo de vida saudável. O mesmo foi planejado para ser integrado ao sistema eLifeStyle.

Apesar de haverem outras variáveis que podem influenciar diretamente na mudança do estilo de vida, este trabalho teve como foco as atividades físicas. A escolha por esta variável se deve ao fato do sistema eLifeStyle não contar com os outros dados não invasivos que poderiam ser recomendados a partir das diretrizes para HA como, por exemplo, o consumo alimentar.

A metodologia seguida para atender ao objetivo deste trabalho inclui os seguintes passos: (i) modelar o perfil do usuário hipertenso, levando em consideração as características desta patologia; (ii) implementar um algoritmo de recomendação de atividades físicas, utilizando a técnica de Filtragem Colaborativa; e (iii) realizar experimentos com a abordagem proposta a partir de ensaios e analisar os resultados obtidos.

O presente trabalho está organizado conforme segue: no Capítulo 2 são apresentados os principais conceitos que fundamentam esta dissertação, os trabalhos

relacionados identificados na literatura, bem como a descrição do sistema eLifeStyle. No Capítulo 3 são descritos os métodos utilizados para aferir os objetivos deste trabalho. No Capítulo 4 são apresentados os resultados e as discussões a partir dos experimentos realizados. Por fim, no Capítulo 5 são apresentadas as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como finalidade apresentar conceitos básicos e trabalhos relacionados importantes para alcançar os objetivos propostos.

2.1. SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO

De acordo com Resnick e Varian [9], em um sistema de recomendação típico as sugestões são providas como entrada, e o sistema deve transformá-las e direcioná-las para os alvos apropriados. Para isto, são utilizadas várias técnicas, sendo Filtragem Colaborativa e Filtragem Baseada em Conteúdo as mais conhecidas.

A Filtragem Colaborativa, que é uma das técnicas mais implementadas em Sistemas de Recomendação, utiliza a similaridade entre perfis de usuários e busca prever qual seria a avaliação de um item qualquer por um usuário que ainda não avaliou este item [10]. O processo desta técnica envolve três fases: na primeira calcula-se, por meio de métricas como Cosseno, Coeficiente de Pearson, dentre outras, a similaridade entre o perfil do usuário que receberá a recomendação e os outros perfis de usuários existentes. Na segunda fase é obtida uma lista com os usuários que mostraram maior similaridade entre seus perfis. Por último, a similaridade calculada na primeira fase é utilizada como peso para o cálculo da soma ponderada das notas de um determinado item com vistas a obter o seu valor de predição [11].

Outro tipo de técnica utilizada em Sistemas de Recomendação é a Filtragem Baseada em Conteúdo, cujo objetivo também é prever a avaliação de um item qualquer por um usuário que ainda não o avaliou. Porém, o processo de verificação da similaridade não acontece entre perfis de usuários, e sim, entre o perfil do usuário, que é criado a partir de suas avaliações anteriores, e o perfil do item a ser recomendado [12]. Uma das técnicas utilizadas no cálculo desta similaridade é a Fatoração de Matrizes. O Teorema de Fatoração de Matrizes é a afirmação de que a Matriz A pode ser fatorada em um produto $A = XY$, onde X e Y são duas matrizes especiais [13]. No contexto de sistemas de recomendação, cada linha da matriz X é um vetor contendo características latentes de um usuário, e cada linha da matriz Y é um vetor contendo características latentes de um item [14].

2.1.1. Modelagem de Perfil

Independente da técnica utilizada na geração das recomendações, a modelagem do perfil de usuário é um dos processos mais críticos e importantes para um sistema de recomendação. Modelar o perfil de um usuário é definir e coletar informações relevantes para a descoberta de conhecimento sobre este usuário [15]. No final da década de 1970, a área de modelagem de usuários teve seu início, sendo amplamente apresentada no trabalho de Rich [16] em 1979.

Segundo Cervi, Galante e Oliveira [17], a descoberta de conhecimento sobre o usuário pode ocorrer de forma explícita, implícita ou adotando-se ambas as abordagens. A modelagem explícita ocorre quando há a interação direta do usuário. Um exemplo pode ser através da aplicação de um questionário, onde o usuário interage com um sistema, respondendo questões em relação a um contexto qualquer. Já a modelagem implícita ocorre com base na análise do comportamento do usuário. Isto pode ser modelado pelo tempo que o usuário permanece em uma página da internet, os cliques que executa em algum site, assim como os sites que frequentemente visita. A modelagem híbrida, como é chamada quando se utiliza a combinação das duas abordagens anteriores, tem como propósito modelar o perfil do usuário dependendo do contexto da aplicação, onde o sistema se adapta para coletar os dados como melhor lhe convém.

No contexto da saúde, Weitzel e Oliveira [18] adotaram três critérios para definir o perfil de um usuário em um sistema de recomendação de informação em saúde: (i) localidade; (ii) nível cultural; e (iii) motivação da busca de informação, tendo assim, um perfil com abordagem sociocultural regionalizada. O modelo resultante constitui-se dos elementos idade, grau de escolaridade, motivação da consulta e região do país, além de incluir aspectos cognitivos do comportamento, de forma a entender como a informação está pertinente ao processo cognitivo destes usuários.

LeRouge *et al.* [19] apresentam um modelo conceitual de usuários de tecnologia para saúde, tendo como foco pacientes idosos portadores de Diabetes Mellitus. Neste modelo, eles procuraram identificar no perfil do usuário a sua personalidade, buscando assinalar suas necessidades, desejos, capacidades, limitações, preferências, atitudes e ambiente. O modelo foi desenvolvido de forma a transformar o sistema e-Health atrativo ao público alvo, neste caso, os idosos. Os elementos do modelo concebido foram agrupados em três grupos: (i) técnico, que possui atributos relacionados com a tecnologia, como por exemplo, a informação se o usuário possuiu ou não computador, acesso à internet ou sua experiência; (ii) demográfico, elementos

como idade, nível de escolaridade, capacidades físicas, língua nativa, limitações visuais, auditivas ou de mobilidade; e (iii) específicos da saúde, elementos relacionados diretamente com a área da saúde como, diagnóstico de doenças crônicas ou quais as práticas de cuidados na saúde realizadas.

No trabalho de Hammer *et al.* [20] é apresentado o projeto de um sistema de recomendação de estilo de vida para idosos. O estudo foi realizado com grupos de participantes da Grécia e da Alemanha. O modelo de perfil elaborado contém dados demográficos (idade, nível de escolaridade, estado civil), estilo de vida dos idosos (rotinas diárias, hábitos, hobbies, vida social), necessidades médicas (doenças crônicas, medicamentos), seu comportamento em relação a um sistema e-Health, quais as funções que desejam frente a estes sistemas (lembretes, recomendações), e preferências (tipo de exibição, mídia de apresentação e modalidade de interação). A coleta dos dados para a alimentação do perfil ocorre de duas formas: (i) explícita, por meio de uma pesquisa com um formulário estruturado; e (ii) implícita, usando sensores que coletam informações como qualidade do ar, humor do usuário e suas atividades.

2.2. HIPERTENSÃO ARTERIAL

Segundo a 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (DBHA) [6] e a Diretriz da Sociedade Europeia de Hipertensão [21], a HA é a condição clínica caracterizada pela elevação sustentada do nível de Pressão Arterial Sistólica (PAS) maior ou igual à 140 mmHg e/ou do nível de Pressão Arterial Diastólica (PAD) maior ou igual à 90 mmHg [6]. A HA está entre os três principais fatores de risco para o aumento global de doenças, junto com o tabagismo e o consumo de álcool [6].

2.2.1. Fatores de Risco para Hipertensão Arterial e Público Alvo

A 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial [6] (DBHA) cita entre os principais fatores de risco para HA, idade, sexo e etnia, excesso de peso e obesidade, sedentarismo, e fatores socioeconômicos. Em relação à idade, a prevalência de HA em idosos, acima de 60 anos, foi de 68% em uma meta-análise de estudos realizados no Brasil, incluindo 13.978 indivíduos [22]. No que se refere ao sexo e etnia, a prevalência de HA foi estatisticamente diferente entre os sexos, sendo maior em mulheres (24,2%) e pessoas de raça negra/cor preta (24,2%), conforme a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) de 2013. No que concerne ao peso corporal, o aumento deste fator está diretamente relacionado ao aumento da Pressão Arterial

(PA), tanto em adultos, quanto em crianças [6]. No tocante à inatividade física e sedentarismo, Thorp *et al.* [23] identifica que o tempo sentado ou o tempo de televisão está diretamente relacionado à PA. Por fim, quanto aos fatores socioeconômicos, adultos sem instrução ou com ensino fundamental incompleto, resultaram em maior prevalência de HA autorreferida (31,1%). Pessoas com ensino superior completo atingiram o índice de 18,2%, e pessoas com ensino fundamental completo 16,7%.

Desta maneira, é possível traçar um perfil preliminar do público alvo, sendo formado na sua maioria por idosos, mulheres de raça negra, com sobrepeso ou obesidade e com baixo grau de instrução.

2.2.2. Estratificação do Risco Cardiovascular

A HA possui como principal complicação a doença cardiovascular (DCV). No mundo, 17,7 milhões de pessoas morrem por ano em decorrência de DCV, uma estimativa de 31% das mortes globais [24]. A HA contribui direta ou indiretamente para 50% dessas mortes, sendo altamente indicado avaliar o risco cardiovascular (CV) de cada indivíduo hipertenso, pois isto permite uma análise prognóstica e auxilia na decisão terapêutica [6].

Para a estratificação do risco cardiovascular em hipertensos, tanto a diretriz brasileira [6] quanto a diretriz europeia de hipertensão [21] citam como elementos a serem considerados: Fatores de Risco Cardiovascular (FRCs), Lesões de Órgão-Alvo (LOAs), existência de Diabetes Mellitus (DM), Acidente Vascular Encefálico (AVE) e Doença Renal Crônica (DRC). Os FRCs apresentados pelas diretrizes [6], [21] são apresentados na Tabela 1

Tabela 1. Fatores de Risco Cardiovascular na avaliação do risco adicional no hipertenso

Sexo masculino
Idade: Homens ≥ 55 anos ou mulheres ≥ 65 anos
História de DCV prematura em parentes de 1º grau para homens < 55 anos ou mulheres < 65 anos
Tabagismo
Dislipidemia
Resistência à insulina
Obesidade com IMC ≥ 30 kg/m ² e/ou CA ≥ 102 cm nos homens ou ≥ 88 cm nas mulheres

As diretrizes [6], [21] também apresentam como LOAs as patologias visualizadas na Tabela 2.

Tabela 2. Lesão de órgão-alvo na avaliação do risco adicional no hipertenso

Hipertrofia ventricular esquerda (HVE)
Espessura Mediointimal (EMI) da carótida > 0,9 mm ou placa carotídea
Velocidade da Onda de Pulso (VOP) carótido-femoral > 10 m/s
Índice Tornozelo-Braquial (ITB) < 0,9
Doença renal crônica (DRC) estágio 3

Além dos FRs e das LOAs, também são consideradas para a estratificação do risco cardiovascular, a existência de Diabetes Mellitus (DM), AVE e DRC [6].

2.3. ATIVIDADES FÍSICAS E HIPERTENSÃO ARTERIAL

A prática de atividade física regular, além de reduzir a morbimortalidade Cardiovascular (CV), também pode ser benéfica na prevenção e no tratamento da HA [6]. O não sedentarismo proporciona um risco 30% menor de desenvolver HA [25], e o aumento de atividade física diária reduz a PA [26]. Sendo assim, a prática de atividade física deve ser incentivada, sem a necessidade de um exame prévio, em toda a população. A orientação é para procurar um médico quando o indivíduo sentir algum desconforto durante a execução do exercício [6].

A recomendação geral para hipertensos é a realização de exercícios aeróbicos. Exercícios resistidos dinâmicos são recomendados na HA em complemento aos aeróbicos [6]. O treinamento aeróbico reduz a PA de vigília de hipertensos [27], reduz a PA casual de pré-hipertensos e hipertensos [28], além de diminuir a PA em situações de estresse físico, mental e psicológico [29].

A Tabela 3 informa o quanto a PA pode reduzir com a prática de atividades e exercícios físicos.

Tabela 3. Evidências da atividade física e do exercício físico na redução da PA [6]

Medida	Redução aproximada da PAS/PAD
Atividade física diária	3,6/5,4 mmHg
Exercício Aeróbico	2,1/1,7 em pré-hipertensos 8,3/5,2 mmHg em hipertensos
Exercício resistido dinâmico	4,0/3,8 mmHg em pré-hipertensos Não reduz em hipertensos

A 7ª DBHA [6] recomenda que pacientes hipertensos com PA elevada ou que possuam mais de três FR, diabetes, LOA, ou cardiopatias façam um teste ergométrico antes de realizar exercícios físicos em intensidade moderada.

2.4. TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção descreve técnicas empregadas por pesquisadores em sistemas de recomendação em dispositivos móveis com aplicação na área da saúde. Os resultados descritos foram obtidos a partir de uma revisão sistemática (RS) de literatura realizada por Ferretto *et al.* [5], que buscou identificar e analisar os sistemas de recomendação disponíveis em aplicativos móveis desenvolvidos para a área da saúde.

As questões definidas para a pesquisa foram:

- **Q1** – Quais as áreas da saúde abrangidas por sistemas de recomendação?
- **Q2** – Quais as técnicas utilizadas para gerar recomendações de qualidade?
- **Q3** – Quais os dispositivos móveis e os sistemas operacionais (SO) utilizados nos estudos?

A partir de um total de 1006 estudos primários obtidos com a pesquisa nas bases de dados, foram verificados oito estudos que atendiam aos critérios estabelecidos. Conforme listado na Tabela 4. Com relação às áreas de aplicabilidade na saúde, três implementaram sistemas de recomendação para controle nutricional [30]–[32], dois para atividades físicas [33],[34], e dois para ambas as áreas [4], [35]. Nestes estudos, as recomendações oferecidas aos usuários visam reduzir o sobrepeso e a obesidade, com vistas a promover um estilo de vida saudável.

Por sua vez, o estudo [1] não se limita a uma, mas sim a várias áreas de aplicabilidade. Os autores propõem um sistema para auxiliar os usuários na busca por informações de saúde, gerando recomendações de qualidade, ou seja, recomendações consideradas úteis ou que atendam às necessidades e preferências dos usuários.

Tabela 4. Estudos primários selecionados.

Estudo	Autores	Ano	Área de aplicação	O que é recomendado?	Como é recomendado?	Dispositivo	SO
[30]	Ge, Mouzhi Ricci, Francesco Massimo, David	2015	Nutrição	Receitas de pratos/refeições	Filtragem Baseada em Conteúdo, com uma adaptação da técnica de Fatoração de Matrizes.	Smartphone	Android
[31]	Li, Huan Zhang, Qi Lu, Kejie	2015	Nutrição	Restaurantes	Filtragem Colaborativa, com a utilização da técnica baseada em cosseno, para definir a similaridade; e da técnica de soma de peso, para predição das recomendações.	Smartphone	Android
[32]	Jung, Hoill Chung, Kyungyong	2015	Nutrição	Diets nutricionais	Filtragem Colaborativa com o uso do Coeficiente de Correlação de Pearson e Desvio da média.	Smartphone	Diversos
[33]	Vlahu-Gjorgievska, Elena Kocesi, Saso Kulev, Igor Trajkovic, Vladimir	2016	Atividade física	Atividades físicas	Filtragem colaborativa que utiliza como medida o cálculo da distância Euclidiana.	Smartphone	Não Consta
[34]	Ho, Thomas Chee Tat Chen, Xiang	2009	Atividade física	Atividades físicas	Filtragem Colaborativa com verificação da zona de exercício, conforme o cálculo de Fox & Haskel[36]	Smartphone	Não Consta
[4]	Rabbi, Mashfiqui Aung, Min Hane Zhang, Mi Choudhury, Tanzeem	2015	Nutrição e Atividade física	Atividades físicas e refeições	Filtragem Baseada em Conteúdo, com as técnicas de teoria de decisão Multi-Armed Bandit (MAB) e Fronteira de Pareto.	Smartphone	Android
[35]	Wing, Christopher Yang, Hui	2014	Nutrição e Atividade física	Locais para atividades físicas e refeições	Filtragem Baseada em Conteúdo e no contexto do usuário, com a Técnica de Fatoração de Matrizes.	Não Consta	Não Consta
[1]	Wang, Shu-Lin Chen, Young Long Kuo, Alex Mu-Hsing Chen, Hung-Ming Shiu, Yi Shiang	2016	Diversas	Informações sobre saúde	Filtragem Colaborativa que combina várias técnicas: Teoria de Grey [37], Cadeia de Markov [38] e FRVA; também foram utilizados limites pré-definidos para indicadores fisiológicos.	Diversos	Diversos

2.4.1. Nutrição

A falta de um equilíbrio entre as calorias consumidas e as calorias gastas é a causa fundamental dos problemas de sobrepeso e obesidade, os quais representam um grande risco para saúde, principalmente no que diz respeito a doenças crônicas [31]. Rabbi *et al.* [4] apresentam estatísticas mostrando que a obesidade já se tornou uma epidemia global e que deve ser tratada e prevenida desde a infância [32].

Ge, Ricci e Massimo [30] propõem um sistema que busca o equilíbrio entre as calorias adquiridas e as calorias necessárias para um estilo de vida saudável. Neste sistema, o usuário informa a sua rotina diária, assim como suas preferências alimentares, e recebe recomendações de receitas alimentares. As recomendações dadas pelo sistema buscam, além do balanceamento calórico, adequar uma alimentação saudável com as preferências do usuário. Para que as recomendações sejam de qualidade, os autores realizam uma Filtragem Baseada em Conteúdo, utilizando uma adaptação da técnica de Fatoração de Matrizes.

No estudo de Li, Zhang e Lu [31] a abordagem é similar, o objetivo é fazer com que o usuário consiga manter um balanceamento calórico saudável. Entretanto, um grande avanço em relação ao estudo anterior é o fato do próprio sistema buscar, por meio de sensores, a rotina diária, não havendo a necessidade do usuário informar explicitamente estes dados. O *H-rec²*, como é chamado o algoritmo, utiliza o sensor “Acelerômetro” do smartphone para realizar o reconhecimento das atividades executadas pelo usuário. Posteriormente, estes dados são utilizados para a modelagem do status de saúde do indivíduo. O algoritmo busca atingir seu objetivo por meio de recomendações de restaurantes saudáveis próximos à posição atual do usuário.

Dentro do *H-rec²* as sugestões são geradas a partir de um algoritmo de Filtragem Colaborativa, que busca gerar recomendações com base na avaliação de outros usuários que possuam perfis similares. Para a verificação da proximidade de similaridade entre os perfis, os autores utilizaram a técnica baseada em cosseno. Já para a fase de predição dos restaurantes mais indicados ao usuário, os autores optaram por utilizar uma abordagem de soma de pesos, levando em consideração as preferências, assim como o estado de saúde do usuário.

Ainda na área da nutrição, Jung e Chung [32] também propõem um sistema de recomendação nutricional, porém com foco no controle da obesidade em crianças e adolescentes. Neste sistema, os usuários informam dados pessoais, como idade, sexo, peso, altura, e também dados de possíveis doenças crônicas. Para este estudo, os autores se limitaram

a diabetes infantil e hiperlipidemia. Assim como em [31], o sistema proposto também considera as preferências e o estado de saúde do usuário, mas neste estudo esses dados são utilizados para gerar recomendações de dietas nutricionais. Para tanto, é utilizada a técnica de Filtragem Colaborativa, formulando uma matriz de similaridade entre os perfis dos usuários, com o uso do Coeficiente de Correlação de Pearson. A predição das preferências de um novo usuário em um menu específico é calculada por meio do desvio da média.

2.4.2. Atividades Físicas

Além de estudos que visam a busca de um estilo de vida saudável recomendando hábitos alimentares saudáveis, foram encontrados sistemas que recomendam atividades físicas personalizadas. Por exemplo, Vlahu-Gjorgievska *et al.* [33] desenvolveram e avaliaram um algoritmo de Filtragem Colaborativa que tem como objetivo a recomendação de atividades físicas com vistas a auxiliar na saúde do usuário. O algoritmo proposto é parte do *Collaborative healthcare System (COHESY)*[39], e o mesmo parte do pressuposto de que, se determinada atividade física obteve resultados positivos para um usuário, também será relevante para outro usuário, desde que tenha um perfil de saúde similar ao primeiro. Para a avaliação do algoritmo, os autores utilizaram como parâmetro de saúde o peso corporal. Como dados de entrada na pesquisa foram utilizadas informações de 1000 usuários do SportyPal², um aplicativo de treinamento esportivo e rastreamento que utiliza o sensor GPS do smartphone para identificar suas atividades físicas.

Para atingir os objetivos, os autores do estudo desenvolveram um algoritmo com base na dependência entre os parâmetros de saúde e as atividades físicas do usuário. A ideia básica é buscar quais atividades físicas afetam positivamente os parâmetros de saúde. A recomendação também leva em conta uma Filtragem Colaborativa que busca situações de saúde similares, em outros usuários com perfis similares.

O algoritmo proposto consiste em quatro fases principais. A primeira fase visa agrupar os usuários quanto ao mesmo diagnóstico e as mesmas limitações na execução de atividades físicas. Já na segunda fase são selecionados os usuários mais similares com o usuário que receberá a recomendação. Esta seleção acontece de acordo com os perfis de saúde, utilizando uma Filtragem Colaborativa por meio da medição da distância Euclidiana sobre os dados já normalizados. Na terceira fase é calculado a qualidade das atividades físicas para o

² <http://www.sportypal.com/>

usuário em questão e os usuários similares, utilizando os históricos de saúde, assim como os históricos de desempenho das atividades, buscando uma pontuação maior para as atividades que afetaram de forma mais significativa os parâmetros de saúde. Na quarta e última fase é realizada a recomendação, considerando o cálculo da qualidade de cada atividade física. Nesta fase os autores citam dois métodos. O primeiro considera a soma da qualidade da atividade para todos os usuários, e o segundo somente a soma da qualidade para os usuários com perfis similares do usuário alvo.

É indiscutível que a atividade física é um importante aliado à saúde, porém, sem a devida atenção, pode se tornar uma vilã. O excesso de exercício físico e de esforço é cada vez mais comum nos dias de hoje [34], o que pode agravar ainda mais o estado de saúde de uma pessoa, principalmente se a mesma possuir doenças cardíacas. Ho e Chen[34] demonstram, assim como o estudo anterior, o funcionamento e a avaliação de um algoritmo de recomendação de atividades físicas, considerando a saúde cardíaca do usuário em tempo real. O ExerTrec, como é chamado o algoritmo, é um módulo dentro do projeto MobiCare, um sistema que tem a funcionalidade de coletar, por meio de um conjunto de sensores, sinais fisiológicos. O ExerTrec realiza sugestões de atividades, considerando a frequência cardíaca obtida com os resultados de um Eletrocardiograma de canal simples (ECG). O objetivo é recomendar uma rotina de atividades físicas a fim de evitar o excesso de exercício, assim como uma sub-utilização do potencial físico do usuário.

O ExerTrec gera recomendações em dois momentos. Em um primeiro momento, a partir do dispositivo móvel, o qual o usuário está utilizando no momento da execução dos exercícios. Com o uso da fórmula de Fox & Haskell [36], o algoritmo calcula a zona de exercício no qual o usuário está inserido e o alerta caso esteja fora da zona recomendada para ele. Da mesma forma, anomalias no sistema cardiovascular são analisadas e podem ser enviadas para um centro cardíaco ou para profissionais de saúde. No segundo momento, com os dados já transmitidos do dispositivo móvel para um servidor na nuvem, o algoritmo busca gerar recomendações realizando uma Filtragem Colaborativa, relacionando o histórico do usuário alvo com os históricos de outros usuários com perfis similares.

2.4.3. **Nutrição e Atividades Físicas**

Os sistemas de recomendação apresentados até o momento proporcionam uma forma prática e eficaz para buscar um estilo de vida saudável, com hábitos alimentares ou atividades físicas. Contudo, para que estes sistemas consigam atingir seus objetivos, é

imprescindível que o usuário se dedique e se esforce para alcançar uma mudança de comportamento.

Tal aspecto é o objetivo principal do sistema proposto por Rabbi *et al.*[4], que tem como premissa ajudar na mudança de comportamento do usuário recomendando hábitos alimentares e atividades físicas. O diferencial para os outros estudos apresentados até o momento, além de gerar recomendações de nutrição e exercícios físicos em um só algoritmo, é que o MyBehavior, como é chamado o sistema, busca realizar recomendações que exigem um baixo esforço do usuário em segui-las. O objetivo é aumentar a aceitação das sugestões apresentadas por parte dos usuários. Os autores citam como exemplo: se um indivíduo faz 20 minutos de caminhada para o trabalho, de 4 a 5 dias por semana, e vai à academia uma ou duas vezes por mês, então o algoritmo deverá recomendar com mais frequência que o usuário vá caminhando até o trabalho e, ocasionalmente, aumente as visitas à academia.

O MyBehavior realiza um processo de aprendizagem, utilizando os dados coletados e/ou informados manualmente, onde o algoritmo cria o perfil do usuário. Posteriormente, o sistema gera recomendações utilizando duas técnicas de teoria de decisão. A primeira é um algoritmo de tomada de decisão sequencial, *Multi-Armed Bandit* (MAB), utilizado para gerar sugestões que maximizem a queima de calorias e que seja de fácil adoção pelo usuário. A segunda considera as preferências do usuário para encorajar a adoção, utilizando o algoritmo Fronteira de Pareto.

Assim como o estudo anterior, Wing e Yang[35] também propõem um sistema que realiza recomendações de atividades físicas e de refeições, o qual é chamado de FitYou. Diferentemente do MyBehavior, que foca na mudança de comportamento, o sistema FitYou tem como objetivo somente a diminuição do peso corporal. Outra diferença é que neste sistema todos os dados de entrada são informados manualmente. Para as recomendações, atividades e refeição, é utilizada a técnica de Fatoração de Matrizes.

A principal diferença do FitYou em relação ao MyBehavior é o fato de o primeiro realizar sugestões contextuais, ou seja, o sistema considera as preferências e a posição atual do usuário, obtida pelo GPS do dispositivo, e gera recomendações de locais para realização de atividades físicas e de refeições. Os locais não necessariamente precisam ser academias, podendo ser sugerido, por exemplo, um museu. O sistema então indica a realização de uma caminhada no museu para queima de calorias. Para tanto, considera também a média de calorias dos pratos para cada tipo de cozinha.

2.4.4. Diversas Áreas de Aplicabilidade

Diferentemente dos estudos anteriores, Wang *et al.* [1] propõem um sistema móvel de recomendações de informações de saúde aplicando técnicas de Filtragem Colaborativa, que integra computação em nuvem, comunicação sem fio e tecnologias de redes de sensores sem fio. Para isto, os autores desenvolveram duas funções de serviços de recomendações: recomendação baseada em indicadores fisiológicos e recomendação colaborativa. O aplicativo *Mobile Health Information Recommendation*, como é chamado o sistema, foi desenvolvido sobre a plataforma de desenvolvimento de aplicativos móveis PhoneGap³. Desta forma se torna acessível a partir de vários sistemas operacionais, como iOS, Android e Windows Phone, e também por meio de vários dispositivos, como smartphones e tablets.

O sistema desenvolvido pelos autores utiliza como dados de entrada uma base de informações de saúde obtida por meio de um portal online de informações médicas e de saúde, um perfil dos usuários, uma base com os indicadores fisiológicos dos usuários e uma matriz de predição de possíveis interesses dos usuários. O processo de recomendação colaborativa é separado em três estágios. No estágio um existe um pré-processamento dos dados, onde são utilizadas as informações do perfil do usuário, para então montar a matriz de predição. Para tanto, são utilizadas a Teoria de Grey [37] e a Cadeia de Markov [38]. No estágio dois são agrupados os perfis de usuários com o uso do Coeficiente de Correlação de Pearson, mesma técnica utilizada por [32]. No último e terceiro estágio é realizada a predição da informação que será apresentada ao usuário, aplicando o *Fusion of Rought-set and Average-Category-rating* (FRSA), que combina as preferências do usuário com as informações de saúde.

Já o processo de recomendação baseada em indicadores fisiológicos é acionado quando algum dos dados, recebidos pelos sensores embarcados ou não no dispositivo móvel, atinge limites pré-definidos. Os indicadores fisiológicos utilizados na pesquisa são o peso corporal, a frequência cardíaca, a oxigenação do sangue, pressão arterial e temperatura corporal.

2.4.5. Análise Comparativa

Do total dos estudos primários encontrados, três estudos [30]–[32] foram aplicados na área de nutrição, dois na área de atividades físicas [33], [34], e dois englobaram ambas as

³ <http://phonegap.com/>

áreas, nutrição e atividade física [4], [35]. Apenas um estudo não estava relacionado diretamente com estas áreas ou com outras [1]

As técnicas utilizadas para gerar as recomendações foram Filtragem Colaborativa e Filtragem Baseada em Conteúdo. Os estudos que utilizaram a abordagem de recomendação através de Filtragem Colaborativa fizeram uso de várias técnicas para a predição das recomendações, são elas: cosseno com soma de pesos [31], Coeficiente de Correlação de Pearson [32], distância Euclidiana [33], e Teoria de Grey com Cadeia de Markov [1]. Já os estudos que utilizaram Filtragem Baseada em Conteúdo usaram as técnicas de MAB com Fronteira de Pareto [4] e Fatoração de Matrizes [30], [35].

Em relação aos dispositivos móveis e SO, foram encontrados três estudos que utilizaram *Smartphones* com o SO Android [4], [30], [31], um estudo que utilizou *Smartphone* com diversos SO [32], dois estudos que também utilizaram *Smartphones*, porém não especificaram qual SO [33], [34], um estudo que utilizou diversos dispositivos móveis e diversos SO [1], e um estudo que não especificou qual dispositivo móvel e nem qual SO foram utilizados [35].

2.5. SISTEMA ELIFESTYLE

O eLifeStyle é um sistema e-Health que tem como principal objetivo auxiliar pacientes hipertensos na busca por um estilo de vida saudável, visando promover a facilidade de uso e o acesso ao sistema dentro do contexto do usuário. Para isto o sistema armazena registros de peso, circunferência abdominal, altura, sono, humor, pressão arterial e prática de atividades física, mantendo um histórico de cada paciente.

Essas informações são apresentadas para o paciente e o profissional de saúde em forma de gráficos e tabelas. O eLifeStyle também possui as ferramentas de agendamento de tarefas, alertas, e um espaço para comunicação entre o paciente e o médico [40].

A Figura 1 ilustra a arquitetura do sistema eLifeStyle, o qual é composto por uma aplicação em nuvem computacional, denominada Server LifeStyle, uma aplicação móvel para smartphone integrado a um Smartwatch, denominada App LifeStyle, e um conjunto de interfaces web para integração com o sistema [41].



Figura 1. Arquitetura do Sistema eLifeStyle [41]

O Server LifeStyle é o principal componente do sistema eLifeStyle, e, além de manter e processar os dados gerados pelo sistema, também é responsável por disponibilizar formulários Web para acesso dos profissionais de saúde, e de prover uma interface de integração via Web Services, para a interação com o aplicativo móvel App LifeStyle. Foi desenvolvido sobre a linguagem de programação JAVA, utilizando como servidor web o serviço Glassfish. Para armazenar os dados é utilizado o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL [41].

O App Web é um conjunto de interfaces web, desenvolvida especialmente para propiciar aos profissionais de saúde, o acesso aos dados dos pacientes hipertensos, possibilitando assim o acompanhamento e o assessoramento constante. Para o desenvolvimento das interfaces foi utilizado o framework Java ServerFaces, em conjunto com a biblioteca de componentes de interface gráfica PrimeFaces [41].

O Aplicativo Móvel App eLifeStyle foi desenvolvido com vistas à prover ao paciente hipertenso uma interface que o possibilita manter seus dados pessoais (peso, pressão arterial, batimentos cardíacos, entre outros), além de enviar e receber mensagens de alertas sobre picos hipertensivos. Para o seu desenvolvimento foi utilizado o framework Ionic em sua versão 1.7.10, as bibliotecas ngCordova, IonicSuperPopUp, ngStorage e o angular-md5 [41].

3. MÉTODOS

Este capítulo visa descrever como foram desenvolvidos o modelo de perfil de paciente hipertenso para recomendações de atividades físicas – o Hyper-Model2PAR, e o sistema de recomendação de atividades físicas para hipertensos – o Hyper-RecSysPA, que serão, futuramente, integrados ao sistema eLifeStyle.

3.1. Hyper-Model2PAR - MODELO DE PERFIL DE PACIENTE HIPERTENSO PARA RECOMENDAÇÕES DE ATIVIDADES FÍSICAS

Conforme a DBHA, a principal complicação da HA é a Doença Cardiovascular (DCV), caracterizada como principal causa de morte no Brasil, responsável por 29,8% (339.672) dos 1.138.670 óbitos em 2013 [6]. Diante do exposto, os elementos da estratificação de risco CV (apresentados na Seção 2.2.2) foram considerados essenciais para o modelo de perfil proposto neste trabalho. Além desses, também foram elencadas como informações necessárias ao modelo, o conhecimento sobre a prática de atividades físicas e índices que mensuram o quanto esta prática contribui para a melhora da saúde do paciente.

Assim sendo, o modelo Hyper-Model2PAR está dividido em três grupos: (i) Informações de Risco; (ii) Prática de Atividade Física; (iii) e Índices de Resultado da Atividade Física (IRAF), conforme descrito nas próximas seções.

3.1.1. Informações de Risco - GIR

Este grupo é formado pelos elementos apontados na estratificação do risco cardiovascular em pacientes hipertensos, sendo os FRCs, LOAs, a existência ou não de DM, AVE e o estágio de DRC. A Tabela 5 mostra estes elementos que são coletados de forma explícita.

Os elementos do grupo de informações de risco possuem duas classificações:

- **Elementos Impactados pela Atividade Física (EIAF):** são os elementos cujos valores são impactados diretamente pela realização de atividade física (PAS, PAD, IMC e CA).

- **Elementos Não Impactados pela Atividade Física (ENIAF):** são os demais elementos que não fazem parte do grupo anterior, como por exemplo, tabagismo, sexo, dentre outros.

Tabela 5. Elementos do Grupo Informações de Risco - GIR

Elemento	Unidade	Elemento	Unidade
Sexo	M/F	Resistência à Insulina	Sim/Não
Idade	Anos	Diabetes Mellitus (DM)	Sim/Não
Altura	cm	Acidente Vascular Encefálico (AVE)	Sim/Não
Índice de Massa Corporal (IMC)	Kg/m ²	Doença da Artéria Coronária (DAC)	Sim/Não
Circunferência Abdominal (CA)	mm	Insuficiência Cardíaca (IC)	Sim/Não
Tabagismo	Sim/Não	Doença Renal Crônica (DRC)	Estágio
Pressão Arterial Sistólica	mmHg	Hipertrofia Ventricular Esquerda (HVE)	Sim/Não
Pressão Arterial Diastólica	mmHg	Espessura Mediointimal (EMI) da carótida > 0,9 mm ou Placa carotídea	Sim/Não
DCV pré-existente em parentes de 1º grau.	Sim/Não	Velocidade da Onda de Pulso (VOP) carótido-femoral > 10 m/s	Sim/Não
Colesterol Total, LDL e HDL	mg/dl	Índice Tornozelo-braquial (ITB) < 0,9	Sim/Não
Triglicérides	mg/dl		

3.1.2. Prática de Atividade Física - GPAF

Na Tabela 6 são apresentados os elementos pertencentes ao grupo GPAF. Neste grupo do modelo de perfil proposto, encontram-se as informações referentes à prática de atividade física do paciente. A coleta das informações pode ser realizada de forma explícita, por meio de um formulário que o paciente preenche quando pratica algum exercício físico, ou de forma implícita, sendo coletada usando sensores de movimento.

Tabela 6. Elementos do Grupo Prática de Atividades Físicas - GPAF

Elemento	Unidade	Elemento	Unidade
Atividade Física	Texto (caminhada, corrida)	Quantidade	Minutos
Intensidade	Texto (suave, moderada, intensa)	Frequência	Vezes/Semana

3.1.3. Índice de Resultado da Atividade Física - GIRAF

Os Índices de Resultado da Atividade Física (IRAF) são utilizados para mensurar o quanto uma atividade física foi significativa no controle dos elementos classificados como EIAF. Os elementos deste grupo são coletados de forma implícita, por meio de cálculos sobre os valores dos elementos dos grupos GIR e GPAF. A Tabela 7 mostra estes elementos.

Tabela 7. Elementos do Grupo IRAF - GIRAF

Elemento	Unidade	Elemento	Unidade
Data	Data	IRAF PAS	Número
Período	Intervalo de datas	IRAF PAD	Número
		IRAF IMC	Número
		IRAF CA	Número

Cada um destes elementos recebe um valor diário de IRAF, com base nos dados do histórico de atualizações do perfil. Para isso, são considerados os 42 (quarenta e dois) dias anteriores. Este período de 42 dias foi definido a partir de estudos [42]–[44] que apontam, em média, que 42 dias de atividade física regular, do tipo aeróbica, com intensidade moderada, apresenta um controle eficaz da pressão arterial, além de contribuir para a diminuição do IMC e da CA, ambos fatores de risco CV para hipertensos. Para evitar valores não fidedignos, somente são calculados IRAFs diários para um perfil a partir do seu 42º dia de atualização. Os dias que não possuem registros são ignorados.

O IRAF tem variação entre 0 (zero) e 1 (um), onde 1 (um) representa a melhor situação possível, e 0 (zero) representa uma regressão, ou seja, uma situação não desejável em relação a saúde do paciente hipertenso. Um exemplo de como são registrados os IRAFs diários é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8. Exemplo de IRAFs diários

Usuário	Data	Período	IRAF PAS	IRAF PAD	IRAF IMC	IRAF CA
1455	12/02/2017	02/01/2017 à 12/02/2017	0,7745	0,7943	0,6543	0,5465
1455	13/02/2017	03/01/2017 à 13/02/2017	0,8234	0,7999	0,6545	0,5567
1455	14/02/2017	04/01/2017 à 14/02/2017	0,8521	0,8123	0,6654	0,5854
...						
2332	26/03/2017	13/02/2017 à 26/03/2017	0,9324	0,9242	0,7432	0,7352
2332	27/03/2017	14/02/2017 à 27/03/2017	0,8993	0,8509	0,7342	0,6987

Por exemplo, a Tabela 8 mostra que o usuário 1455 possui registro de IRAFs em três datas, 12, 13 e 14/02/2017. Já o usuário 2332 possui registros nas datas 26 e 27/03/2017. Para cada uma dessas datas é calculado o IRAF para a PAS, a PAD, o IMC e para a CA, mensurando a evolução destes elementos em relação ao período apresentado na terceira coluna.

Para o cálculo dos IRAFs diários, os quatro elementos classificados como EIAF (PAS, PAD, IMC e CA) recebem um Índice de Referência (iR) para cada histórico diário de atualização do perfil. Estes iRs são atribuídos levando-se em consideração o Valor de Referência (vR) de cada elemento, em relação aos intervalos apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Intervalos de Referência para o Cálculo do Índice de Referência (iR).

Pressão Arterial Sistólica (mmHg)		Pressão Arterial Diastólica (mmHg)		Circunferência Abdominal (mm)			Índice de Massa Corporal (kg/m ²)	
vR	iR	vR	iR	vR Masc.	vR Fem.	iR	vR	iR
< 130	1	<85	1	< 910	<760	1	< 25,0	1
130-139	0,8	86-89	0,8	910-939	760-789	0,8	25,0-26,9	0,8
140-149	0,6	90-94	0,6	940-969	790-819	0,6	27,0-27,9	0,6
150-159	0,4	95-99	0,4	970-999	820-849	0,4	28,0-28,9	0,4
160-169	0,2	100-104	0,2	1000-1019	850-869	0,2	29,0-29,9	0,2
>=170	0	>=105	0	>=1020	>=870	0	>=30,0	0

Os valores dos iRs foram definidos considerando que 1 (um) é a situação mais indicada, e 0 (zero) é quando os valores dos elementos atingem um grau de alto risco para hipertensos. Estes valores foram definidos com base nas diretrizes brasileiras de hipertensão [6] e de obesidade [45], e na diretriz da Sociedade Europeia de Hipertensão [21].

A métrica utilizada para calcular o IRAF dos elementos IMC e CA é diferente da métrica para os elementos PAS e PAD. Esta diferença é necessária porque os valores pressóricos são voláteis [6], ao contrário do IMC e da CA, que apesar de apresentarem mudanças, normalmente se mantêm mais estáveis [45].

3.1.3.1. Cálculo IRAF do Índice de Massa Corporal e Circunferência Abdominal

Para o cálculo dos IRAFs diários do IMC e da CA é utilizada a Equação (1).

$$IRAF = \overline{iRs} + \left(\frac{vE_{42} - vE_1}{vR_0 - vR_1} \right) \quad (1)$$

Onde \overline{iRs} é a média dos Índices de Referência do elemento no período calculado. O vE_{42} é o valor do elemento no 42º dia do período, e o vE_1 é o valor no 1º dia. Já o vR_0 e o vR_1 são os valores de referência encontrados na Tabela 9. Para uma melhor compreensão, apresenta-se o exemplo de um paciente hipertenso, que no período entre 02/01 à 12/02/2017 (42 dias) teve como média de iRs do IMC o valor de 0,5933, o IMC no 42º dia do período (12/02/2017) foi 26,8 kg/m², e o IMC no 1º dia do período (02/01/2017) foi 27,9 kg/m². Para calcular o IRAF do IMC para o dia 12/02/2017, aplica-se a Equação (2).

$$IRAF = 0,5933 + \left(\frac{27,9 - 26,8}{30,0 - 25,0} \right) \quad (2)$$

3.1.3.2. Cálculo IRAF da Pressão Arterial Sistólica e Diastólica

Para o cálculo dos IRAFs diários da PAS e da PAD é utilizada a Equação (3).

$$IRAF = \overline{iRs} + \left(\frac{\overline{vE_{22-42}} - \overline{vE_{1-21}}}{vR_0 - vR_1} \right) \quad (3)$$

Nesta equação o \overline{iRs} continua sendo a média dos Índices de Referência do elemento no período que se está sendo calculado. O vR_0 e o vR_1 também continuam sendo os valores de referências encontrados na Tabela 9. A mudança da equação (3) para a equação (1) está nos símbolos $\overline{vE_{22-42}}$ e $\overline{vE_{1-21}}$, os quais representam, respectivamente, a média do valor do elemento entre o 22º e o 42º dia do período, e a média do valor do elemento entre o 1º e o 21º dia do período.

Para uma melhor compreensão, consideremos o caso de um paciente hipertenso, que no período entre 13/02 à 26/03/2017 (42 dias) teve como média de iRs da PAS, o valor de 0,7433, a média da sua PAS entre o 1º e 21º dia deste período foi 147 mmHg, e a média da sua PAS entre o 22º e 42º dia do período foi 139 mmHg. Para calcular o IRAF da PAS para o dia 26/03/2017, aplica-se a Equação (4).

$$IRAF = 0,7433 + \left(\frac{147 - 139}{170 - 130} \right) \quad (4)$$

3.1.4. O Modelo Hyper-Model2PAR

A partir da combinação dos elementos dos três grupos, chegou-se à primeira versão do modelo proposto. A Tabela 10 mostra os elementos desta versão do modelo de perfil de pacientes hipertensos para recomendações de Atividades Físicas, Hyper-Model2PAR-v1. O modelo é composto por 33 (trinta e três) elementos, divididos em três grupos, sendo que os elementos do grupo GIR são classificados com EIAF e ENIAF.

Tabela 10. Elementos do modelo Hyper-Model2PAR-v1

Grupo	Classificação	Elemento	Unidade
GIR	EIAF	Pressão Arterial Sistólica (PAS)	mmHg
		Pressão Arterial Diastólica (PAD)	mmHg
		Índice de Massa Corporal (IMC)	Kg/m ²
		Circunferência Abdominal (CA)	mm
	ENIAF	Sexo	M/F
		Idade	Anos
		Altura	mm
		Tabagismo	Sim/Não
		Diabetes Mellitus (DM)	Sim/Não
		Resistência à Insulina	Sim/Não
		DCV pré-existente em parentes de 1º grau	Sim/Não
		Acidente Vascular Encefálico (AVE)	Sim/Não
		Doença da Artéria Coronária (DAC)	Sim/Não
		Insuficiência Cardíaca (IC)	Sim/Não
		Doença Renal Crônica (DRC)	Sim/Não
		Hipertrofia Ventricular Esquerda (HVE)	Estágio
		Espessura Mediointimal (EMI) da carótida > 0,9 mm ou Placa carotídea	Sim/Não
		Velocidade da Onda de Pulso (VOP) carótido-femoral > 10 m/s	Sim/Não
		Índice Tornozelo-braquial (ITB) < 0,9	Sim/Não
		Colesterol Total	mg/dl
		Colesterol HDL	mg/dl
		Colesterol LDL	mg/dl
		Triglicerídeos	mg/dl
		GPAF	Atividade Física
	Intensidade		Texto
	Quantidade		Minutos
	Frequência		Vezez/Semana
GIRAF	Data	Data/Hora	
	Período	Intervalo de Data/Hora	
	IRAF PAS	Índice	
	IRAF PAD	Índice	
	IRAF IMC	Índice	
		IRAF CA	Índice

3.2. Hyper-RecSysPA –SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE ATIVIDADE FÍSICA PARA HIPERTENSOS

Conforme citado na Seção 2.3, a prática regular de atividade física está diretamente relacionada ao controle dos níveis pressóricos. Desta forma, buscou-se o desenvolvimento do sistema responsável pela geração de recomendações personalizadas de atividades físicas para pacientes hipertensos, o qual foi denominado Hyper-RecSysPA.

O Hyper-RecSysPA está dividido em dois módulos, sendo um responsável pela modelagem e armazenamento dos históricos de atualizações dos perfis, e o outro pela geração das recomendações de atividades física. Estes módulos são detalhados a seguir.

3.2.1. Módulo ModProfile

A principal função deste módulo é a modelagem do perfil do paciente conforme o modelo Hyper-Model2PAR, além do armazenamento do histórico diário das atualizações. A Figura 2 mostra o fluxo de execução deste módulo.

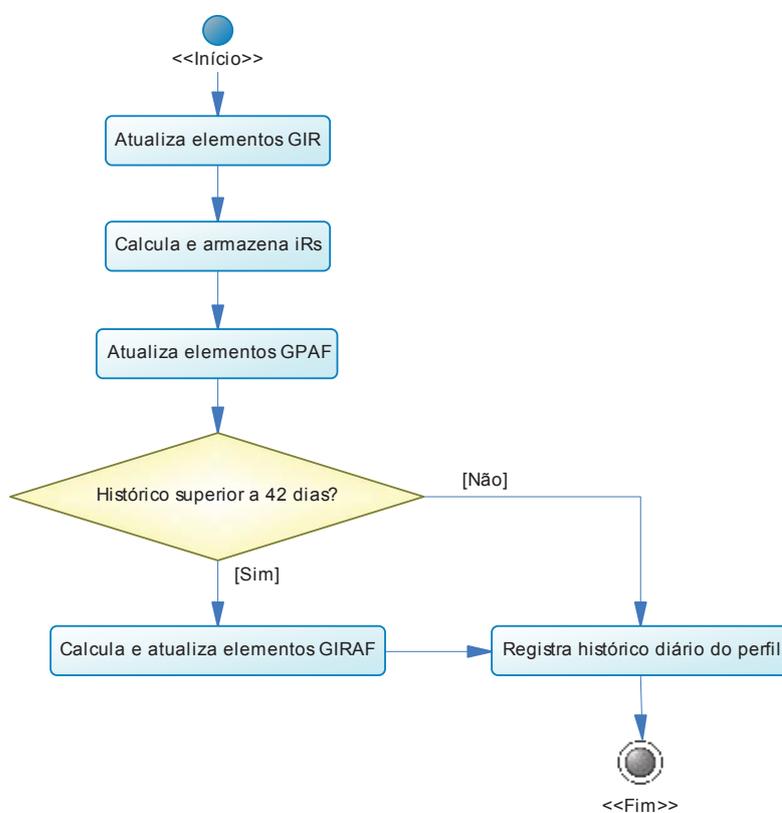


Figura 2. Fluxograma do módulo ModProfile

A execução deste módulo tem início no momento em que ocorrer uma inserção e/ou atualização dos dados de qualquer um dos elementos do perfil pertencente aos grupos GIR e GPAF, podendo este registro acontecer de forma implícita ou explícita. Após início do processo, o algoritmo atualiza os elementos GIR do perfil e, na sequência, calcula o Índice de Referência (iR) diário para os elementos EIAF deste grupo. Na próxima etapa, os elementos GPAF, se necessário, são atualizados. Se o perfil que está sendo atualizado não possuir mais de

42 dias de atualizações, o sistema registra o novo histórico e finaliza sua execução. Caso contrário, antes, o sistema calcula e atualiza os elementos GRIAF deste perfil. Desta maneira, somente os perfis que possuem registros com mais de 42 dias possuirão dados nos elementos GRIAF.

3.2.2. Módulo RecSysPA

O módulo RecSysPA é responsável por gerar as recomendações através da técnica de Filtragem Colaborativa, tendo como verdadeira a premissa contida na Figura 3.

Se existem dois Pacientes Hipertensos com perfis similares, “**Px**” e “**Py**”,
e a Atividade Física “**AFx**”
auxiliou para índices positivos no controle pressórico no Paciente “**Px**”, então,
esta mesma atividade poderá também ter efeito positivo para o Paciente “**Py**”.

Figura 3. Premissa do Sistema de Recomendação Hyper-RecSysPA.

Os índices apontados nesta premissa são utilizados como referência de evolução ou regressão do perfil em relação à prática de atividade física, sendo estes índices os elementos IRAF PAS, IRAF PAD, IRAF IMC e IRAF CA, todos pertencentes ao grupo GIRAF do perfil.

Para o cálculo da similaridade entre os perfis é utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson. A correlação é medida em uma escala que varia de -1 (um negativo) para +1 (um positivo), onde +1 (um positivo) é quando os dois perfis são completamente similares, 0 (zero) é quando os perfis são totalmente diferentes, e -1 (um negativo) quando são inversamente similares. Para cálculo do coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis x e y é utilizada a Equação (5), proveniente de [46].

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_1 - x)(y_1 - y)}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (x_1 - x)^2][\sum_{i=1}^n (y_1 - y)^2]}} \quad (5)$$

O coeficiente de correlação de Pearson é utilizado quando duas variáveis possuem dados normalizados, sendo o resultado integralmente afetado por valores extremos quando uma ou ambas as variáveis não são normalmente distribuídas [47]. Como os perfis que serão apurados no Hyper-RecSysPA seguem o modelo Hyper-Mode2PAR, e este modelo possui elementos com unidades de medida distintas, antes de calcular a similaridade deve-se normalizar os dados. No módulo RecSysPA esta normalização se dá utilizando a equação (6)

para os valores dos elementos do perfil alvo da recomendação (vE_{pR}), e a equação (7) para os valores dos elementos dos perfis que serão comparados (vE_{px}).

$$vNE_{pR} = \frac{vE_{pR}}{vE_{pR}} \quad (6)$$

$$vNE_{px} = \frac{vE_{px}}{vE_{pR}} \quad (7)$$

Onde vE_{pR} é o valor do elemento do perfil alvo da recomendação, e vE_{px} é o valor do elemento dos outros perfis. Os elementos do perfil alvo sempre assumirão 1 (um) como valores normalizados (vNE_{pR}), enquanto os dos elementos dos outros perfis (vNE_{px}) receberão um valor normalizado com base no valor do perfil alvo. A seguir temos um exemplo para melhor elucidar o processo de normalização dos dados.

Caso tenhamos um perfil alvo com 1,70 de valor para o elemento Altura, e vamos calcular a similaridade com outro perfil que possui o valor de 1,85 para o mesmo elemento Altura, devemos utilizar a equação (8) para o elemento do perfil alvo e a equação (9) para o elemento do outro perfil.

$$vNE_{pR} = \frac{1,70}{1,70} \quad (8)$$

$$vNE_{px} = \frac{1,85}{1,70} \quad (9)$$

Desta forma tem-se como valor normalizado do elemento altura do perfil alvo (vNE_{pR}) a grandeza 1, e para o valor normalizado do outro perfil (vNE_{px}) a grandeza 1,0882.

A seguir pode-se observar o fluxo de execução do módulo RecSysPA na Figura 4.

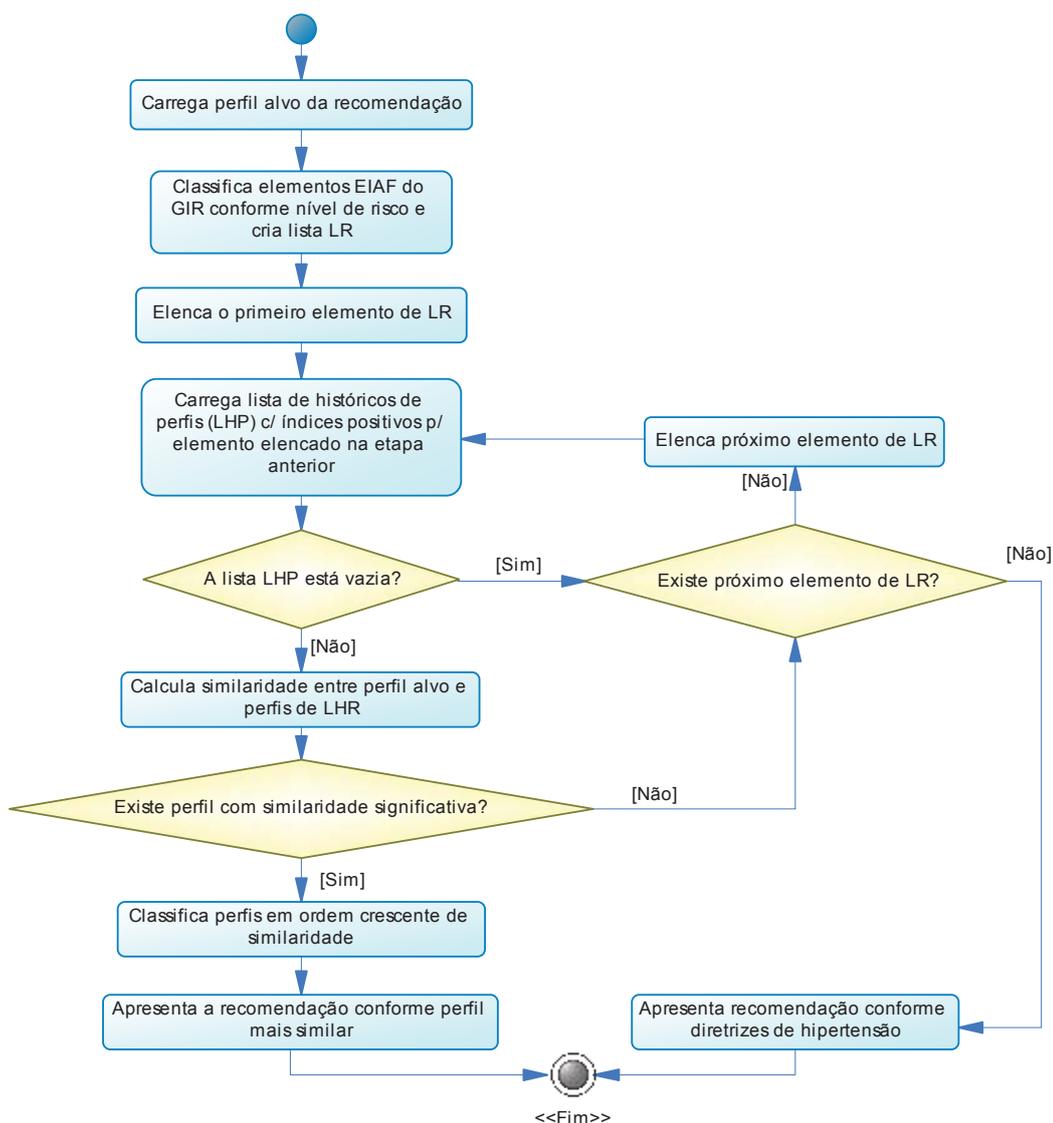


Figura 4. Fluxograma do Módulo RecSysPA

A execução do módulo RecSysPA tem início quando o paciente solicita uma recomendação. Então o sistema carrega o perfil do usuário alvo da recomendação, e classifica os elementos do grupo EIAF deste perfil, conforme a prioridade em relação ao nível de risco cardiovascular. A classificação gera uma lista a qual é chamada de LR. O elemento, cujo valor representa maior risco ao paciente, estará no início da lista. Posteriormente é elencado como elemento chave na busca da atividade física que deve ser recomendada, ou seja, a recomendação deverá ter como objetivo a evolução deste elemento. Posteriormente, o sistema analisa os históricos de atualizações dos outros perfis em busca daqueles que possuem índices positivos na evolução do elemento chave. Os históricos encontrados são dispostos em uma lista chamada

LHP, caso esta lista esteja vazia, é elencado o próximo elemento chave conforme a lista LR. Em seguida é calculada a similaridade entre o perfil alvo e os históricos de perfis constantes na lista LHP. Para isto, os valores dos elementos dos perfis são normalizados, conforme explicado anteriormente. Se não houver perfil com similaridade significativa, é elencado um novo elemento chave. Os perfis com similaridade significativa são classificados em ordem crescente de similaridade e é apresentada a recomendação, conforme o perfil mais similar. Caso não seja encontrado perfis similares para todos os elementos EIAF, então é apresentada a recomendação conforme as Diretrizes de Hipertensão [6], [21].

3.2.3. Ferramentas e Linguagens de Programação

O Hyper-RecSysPA foi desenvolvido para uma posterior integração com o sistema eLifeStyle, sendo que os módulos ModProfile e RecSysPA deverão ser incorporados ao módulo Server LifeStyle. O eLifeStyle foi desenvolvido na linguagem de programação Java [41]. Desta forma, foi utilizada esta linguagem de programação, através da interface de desenvolvimento Eclipse Oxygem.2 Release (4.7.2).

3.3. METODOLOGIA DAS AVALIAÇÕES E VALIDAÇÕES

Para validar o Hyper-RecSysPA foi criada uma base de dados sintética, uma vez que o sistema eLifeStyle ainda está em fase de implantação no ambiente real, possuindo poucos pacientes cadastrados. A seguir é explicado como esta base foi criada e validada, como foi realizado o processo da avaliação do Hyper-Model2PAR e da validação das recomendações geradas pelo Hyper-RecSysPA.

3.3.1. Base de Dados Sintética

Com base nos fatores de riscos e do público alvo, ambos apontados na Seção 2.2.1, foi criada uma base de dados sintética (dados artificiais), contendo 1020 pacientes fictícios e 89 dias de alimentação de dados simulados. As informações foram geradas a partir de um algoritmo alimentado com regras, afim de se tornar o mais fidedigno possível. Esta base sintética foi utilizada nas avaliações e validações que são descritas a seguir.

3.3.2. Validação da Base de Dados Sintética e Avaliação Preliminar do Modelo Hyper-Model2PAR-v1

A partir da base de dados sintética foi realizada a avaliação preliminar do modelo Hyper-Model2PAR. Esta avaliação contou com a colaboração de um médico residente em cardiologia do Hospital da Cidade⁴, em Passo Fundo/Brasil. Junto com esta avaliação, o especialista realizou também a validação da base de dados sintética. Para tanto, o profissional foi convidado a responder a um questionário online, onde foram apresentados aleatoriamente 51 (cinquenta e um) perfis de pacientes hipertensos, extraídos desta base de dados. Para cada perfil exibido, foi apresentada a pergunta contida na Figura 5.

Com base na sua experiência e conhecimento na área da saúde, analise o perfil sintético ao lado (gerado por simulação) e responda:

- **Sim**, se o perfil é condizente com a realidade de pacientes hipertensos;
- **Não**, se o perfil possui alguma característica que não é possível encontrar em pacientes hipertensos no ambiente real.

Caso sua resposta seja negativa, favor informar no campo Observação, o motivo.

Figura 5. Pergunta para avaliação preliminar do Hyper-Model2PAR.

O questionário online foi desenvolvido com a linguagem de programação Java junto com o framework Spring 4.2.4⁵, sendo disponibilizado na Web a partir de um servidor Apache Tomcat 8.5.20⁶. A base de dados sintética, assim como as respostas do especialista, foram armazenadas no Banco de Dados PostgreSQL 9.4.1⁷.

A Figura 6 ilustra a tela utilizada para realizar a validação da base de dados sintética e a avaliação preliminar do modelo Hyper-Model2PAR. A tela foi dividida em duas colunas, onde na coluna esquerda é apresentado o perfil e na coluna da direita é apresentada a pergunta a ser respondida pelo profissional da área. Na coluna da direita também são exibidos os botões para navegar entre os 51 perfis que são apresentados neste questionário.

⁴ <http://www.hcpf.com.br/>

⁵ <https://spring.io/>

⁶ <http://tomcat.apache.org/>

⁷ <https://www.postgresql.org/>

Figura 6. Tela de Validação da Base de dados Sintética e Avaliação Preliminar do Hyper-Model2PAR

3.3.3. Validação das Recomendações geradas pelo Hyper-RecSysPA

Após a base de dados sintética ser validada, foi realizada a validação das recomendações geradas pelo sistema Hyper-RecSysPA, com a participação de três médicos cardiologistas do Hospital da Cidade de Passo Fundo/Brasil. Para tanto, os médicos foram convidados a responder a um questionário online, onde foram apresentados 16 (dezesesseis) perfis de pacientes hipertensos. Cada perfil atendia a uma das possíveis classificações de risco apontadas pela 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão [6]. A Figura 7 ilustra as 16 classificações de acordo com os fatores de risco adicionais, presença de lesão em órgão-alvo e doença cardiovascular ou renal, todos já apresentados na Seção 2.2.2.

	PAS 130-139 ou PAD 85-89	HAS Estágio 1 PAS 140-159 ou PAD 90-99	HAS Estágio 2 PAS 160-179 ou PAD 100-109	HAS Estágio 3 PAS \geq 180 ou PAD \geq 110
Sem fator de risco	Sem Risco Adicional	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Alto
1-2 fatores de risco	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto
\geq 3 fatores de risco	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto	Risco Alto
Presença de LOA, DCV, DRC ou DM	Risco Alto	Risco Alto	Risco Alto	Risco Alto

Figura 7. Estratificação de risco no paciente hipertenso de acordo com fatores de risco adicionais, presença de lesão em órgão-alvo e de doença cardiovascular ou renal [6]

Para cada um dos perfis exibidos, foram apresentadas as três primeiras recomendações geradas pelo Hyper-RecSysPA, seguidas pela orientação contida na Figura 8.

Com base na sua experiência e conhecimento na área da saúde, por favor analise o perfil sintético ao lado e altere, se necessário, a ordem em que as recomendações deverão ser indicadas para este paciente. Caso alguma das recomendações não seja indicada, favor marcar como ordem o número **0 (zero)**

Figura 8. Pergunta para Validação da Recomendações Geradas pelo Hyper-RecSysPA

As três recomendações apresentadas no questionário foram dispostas em ordem de indicação aleatória, não sendo a ordem que o sistema Hyper-RecSysPA classificou. O objetivo deste questionário era comparar a ordem de indicação das recomendações apontada pelos profissionais com a ordem gerada pelo sistema.

O questionário online foi desenvolvido com as mesmas ferramentas do questionário de validação da base de dados sintética.

A Figura 9 ilustra a tela utilizada para realizar a avaliação das recomendações geradas pelo Hyper-RecSysPA. A tela foi dividida em duas colunas, onde na coluna esquerda é apresentado o perfil e na coluna da direita é apresentada a orientação para o profissional da área e também as recomendações geradas pelo sistema para que o especialista pudesse indicar a ordem ideal das recomendações. Na coluna da direita também são exibidos os botões para navegar entre os 12 perfis que são apresentados neste questionário.

PERFIL: 1 de 16

Sexo: FEMININO Idade: 53 anos Altura: 185 cm Peso: 65.63 kg

IMC: 24.11 kg/m² Cintura: 789 mm PAS: 131 mmHg PAD: 84 mmHg

F.R.: NÃO É Fumante;

L.O.A.: Nenhuma Lesão de Órgão-Alvo

Outras Pat.: Nenhuma outra Patologia relacionada ao Risco CV encontrada

RECOMENDAÇÕES

Com base na sua experiência e conhecimento na área da saúde, por favor analise o perfil sintético ao lado e altere, se necessário, a ordem em que as recomendações deverão ser indicadas para este paciente. Caso alguma das recomendações não seja indicada, favor marcar como ordem o número **0 (zero)**.

Ordem:

1 Pular Corda ou Spinning, intensidade moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min

2 Natação ou Vôlei, intensidade moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min

3 Natação ou Vôlei, intensidade moderada, 2 vezes por semana, 50 a 60 min

Observação:

Voltar Avançar

Figura 9. Tela de Validação das Recomendações geradas pelo Hyper-RecSysPA

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo visa apresentar e discutir os resultados das validações da base de dados sintética e das recomendações geradas pelo Hyper-RecSysPA, assim como o resultado da avaliação do modelo Hyper-Model2PAR.

4.1. BASE DE DADOS SINTÉTICA

A base de dados sintética precisou ser gerada três vezes para se tornar o mais fidedigna possível com a realidade clínica dos pacientes hipertensos, já que as duas primeiras versões apresentaram incongruências em suas validações. A seguir é detalhada cada uma das validações realizadas, assim como as melhorias realizadas nas gerações das bases.

4.1.1. Primeira Versão da Base de Dados Sintética

Mais de 33% dos perfis apresentados na validação da primeira versão da base de dados sintética foram considerados incompatíveis com perfis de pacientes reais. Dos 51 perfis apresentados, 17 obtiveram resposta negativa. Os apontamentos do especialista foram: (i) incongruência entre os valores de peso, altura e circunferência abdominal; (ii) incoerência entre as doenças apresentadas e a atividade física realizada; e (iii) perfis com um número muito alto de doenças.

De modo a corrigir as incompatibilidades da primeira base para a realidade clínica dos pacientes hipertensos, foram melhoradas as regras no algoritmo de geração da base. Para tanto, foi ajustada a circunferência abdominal de cada perfil para tornar condizente com o IMC, as atividades físicas registradas foram adequadas aos dados clínicos de cada perfil, e o número de doenças inapropriado com a realidade foi corrigido.

4.1.2. Segunda Versão da Base de Dados Sintética

A validação da segunda versão da base de dados sintética teve uma redução para pouco mais de 11% de respostas negativas, sendo seis perfis considerados incompatíveis com o ambiente real. Os apontamentos do especialista foram referentes à incongruência entre atividade física praticada e tipos de doenças encontradas no perfil. Desta forma, o algoritmo foi

novamente melhorado buscando uma adequação entre as atividades físicas e o quadro clínico dos perfis.

4.1.3. **Versão Final da Base de Dados Sintética**

A terceira versão da base de dados sintética gerada, a qual foi utilizada na validação das recomendações, obteve uma aprovação de 100% dos perfis apresentados ao especialista. Buscou-se obter uma base o mais fidedigna possível para evitar que a validação das recomendações geradas pelo Hyper-RecSysPA fosse afetada.

4.2. **Hyper-Model2PAR**

O modelo Hyper-Model2PAR teve sua avaliação preliminar realizada por um médico residente em cardiologia seguindo a metodologia da Seção 3.3.2. O principal apontamento feito pelo especialista foi de que os elementos Espessura Mediointimal (EMI) da carótida $> 0,9$ mm ou Placa carotídea, Velocidade da Onda de Pulso (VOP) carótido-femoral > 10 m/s e Índice Tornozelo-braquial (ITB) $< 0,9$, pertencentes ao grupo GIR e classificados com ENIAF, não são ferramentas utilizadas em larga escala ou de modo rotineiro na avaliação ambulatorial do paciente hipertenso. Estas variáveis poderiam ser traduzidas de modo mais simplificado pela constatação da presença de doença aterosclerótica, representada pela Doença da Artéria Coronária (DAC), Doença Vascular Periférica (DVP) e Doença Carotídea (DC).

Por conseguinte, foram realizados ajustes finais no modelo, conforme os apontamentos do médico colaborador, resultando em um modelo dinâmico, podendo sofrer alterações evolutivas ou regressivas. São consideradas alterações evolutivas aquelas que representam melhora nos elementos classificados com EIAF. Por exemplo, o elemento PAS do perfil de um paciente passou do valor 145 para o valor 130. Neste caso, houve uma melhora no quadro do paciente, que resultou em uma evolução no seu perfil. O processo inverso é considerado como uma regressão no perfil do paciente.

A Figura 10 ilustra a estrutura da segunda versão do modelo resultante desta pesquisa, Hyper-Model2PAR-v2.

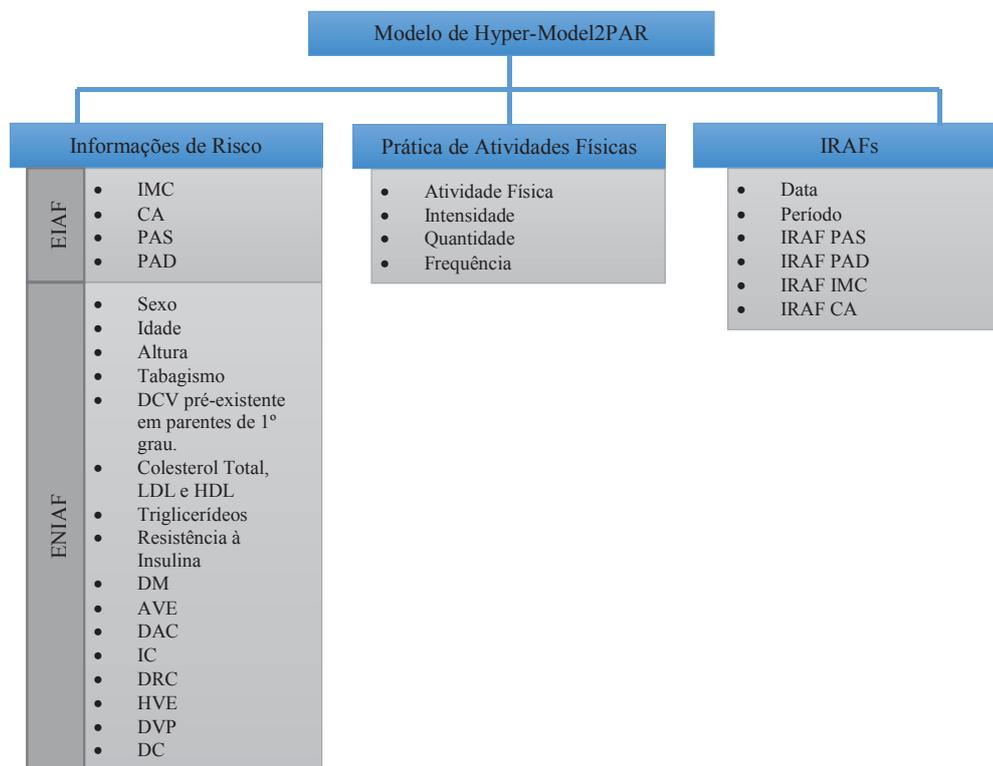


Figura 10. Estrutura do Modelo Hyper-Model2PAR-v2.

Assim como no trabalho de LeRouge *et al.*[19], o modelo proposto é dividido em três grupos, porém com finalidades distintas. O modelo de LeRouge *et al.* visa auxiliar no desenvolvimento de ferramentas e-Health, identificando o perfil e a personalidade do público alvo, enquanto o modelo Hyper-Model2PAR busca obter conhecimento sobre pacientes hipertensos para a geração de recomendações de atividades físicas. Com este objetivo específico, não são necessárias informações demográficas (por exemplo localidade, nível escolar, e outros), ao contrário do modelo proposto no trabalho de Weitzel e Oliveira [18], cujo objetivo é gerar recomendações personalizadas de informação em saúde.

Quanto à forma de coletar os dados para a obtenção do conhecimento sobre o paciente hipertenso segue a metodologia introduzida por Hammer *et al.* [20], de forma híbrida, ou seja, explícita e implicitamente.

4.3. Hyper-RecSysPA

A validação das recomendações geradas pelo Hyper-RecSysPA foi realizada por três médicos cardiologistas, seguindo a metodologia apresentada na Seção 3.3.3. Cada um dos

especialistas avaliou três recomendações geradas para 16 perfis da base de dados sintética, totalizando 48 recomendações avaliadas. O objetivo da validação era identificar se as recomendações eram indicadas ao perfil apresentado, e qual a ordem que deveriam ser exibidas ao paciente. Foram consideradas como avaliações positivas aquelas que estavam de acordo com o perfil, e a ordem de apresentação indicada pelos especialistas foi a mesma da classificação gerada pelo Hyper-RecSysPA.

Os perfis e as recomendações apresentadas foram as mesmas para os três especialistas, sendo que 41 das 48 recomendações tiveram a mesma avaliação entre os três profissionais. Dessas 41 recomendações, 32 tiveram avaliações positivas, ou seja, ~78%.

Sete recomendações avaliadas tiveram respostas divergentes entre os especialistas, como, por exemplo, a recomendação para um determinado perfil de prática de tênis ou *spinning*, intensidade leve, 1 vez por semana, 40 a 50 min. Esta recomendação foi considerada por dois especialistas como adequada, enquanto que, pelo terceiro especialista foi avaliada como inapropriada ao quadro clínico do perfil apresentado.

Porém, entre as sete recomendações apresentadas que tiveram respostas divergentes entre os especialistas, ~66% também tiveram avaliações positivas. Desta forma, percebe-se um ótimo número de acerto quanto à classificação das recomendações, que no Hyper-RecSysPA é feito através da similaridade entre os perfis, o que mostra que o Coeficiente de Correlação de Pearson, assim como no trabalho de Jung e Chung [32] que obteve uma média de acerto de ~80%, apresenta um ótimo resultado em cenários com grande número de perfis.

Os profissionais consideraram como inapropriadas ao perfil apenas quatro das 48 recomendações apresentadas, ou seja, ~8% (Tabela 11). A partir deste resultado pode-se considerar como verdadeira a premissa do Hyper-RecSysPA, apresentada na Figura 3, qualificando-se como aprazível a técnica de filtragem colaborativa neste cenário, assim como nos trabalhos de Li, Zhang e Lu [31], Jung e Chung [32], Vlahu-Gjorgievska *et al.* [33], Ho e Chen [34] e Wang *et al.* [1] que utilizaram esta técnica e obtiveram resultados positivos em suas recomendações.

Tabela 11. Resultado das avaliações das recomendações pelos especialistas

Seq	Recomendação	Especialista 1		Especialista 2		Especialista 3		
		Seq	Avaliação	Seq	Avaliação	Seq	Avaliação	
Perfil 1	1	Pular Corda ou Spinning, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	3	Adequada	3	Adequada	3	Adequada
	2	Natação ou Vôlei, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	1	Adequada	1	Adequada	1	Adequada
	3	Natação ou Vôlei, intens. moderada, 2 vezes por semana, 50 a 60 min	2	Adequada	2	Adequada	2	Adequada
Perfil 2	1	Caminhada ou Step, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	1	Adequada	1	Adequada	2	Adequada
	2	Pular Corda ou Dança, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	2	Adequada	2	Adequada	3	Adequada
	3	Hidroginástica ou Esteira, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	3	Adequada	3	Adequada	1	Adequada
Perfil 3	1	Vôlei ou Hidrocycle, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	2	Adequada	2	Adequada	2	Adequada
	2	Step ou Ciclismo, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	3	Adequada	3	Adequada	3	Adequada
	3	Caminhada ou Dança, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	1	Adequada	1	Adequada	1	Adequada
Perfil 4	1	Hidroginástica ou Dança, intens. moderada, 2 vezes por semana, 30 a 40 min	1	Adequada	1	Adequada	1	Adequada
	2	Hidroginástica ou Dança, intens. moderada, 3 vezes por semana, 30 a 40 min	2	Adequada	2	Adequada	2	Adequada
	3	Natação ou Vôlei, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	3	Adequada	3	Adequada	3	Adequada
Perfil 5	1	Esteira ou Spinning, intens. moderada, 2 vezes por semana, 50 a 60 min	1	Adequada	1	Adequada	1	Adequada
	2	Esteira ou Step, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	2	Adequada	2	Adequada	2	Adequada
	3	Ciclismo ou Dança, intens. moderada, 2 vezes por semana, 50 a 60 min	3	Adequada	3	Adequada	3	Adequada
Perfil 6	1	Natação ou Vôlei, intens. moderada, 2 vezes por semana, 50 a 60 min	1	Adequada	1	Adequada	1	Adequada
	2	Hidrocycle ou Spinning, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	2	Adequada	2	Adequada	2	Adequada
	3	Tênis ou Spinning, intens. moderada, 2 vezes por semana, 50 a 60 min	3	Adequada	3	Adequada	3	Adequada
Perfil 7	1	Natação ou Vôlei, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	1	Adequada	1	Adequada	1	Adequada
	2	Natação ou Vôlei, intens. moderada, 2 vezes por semana, 50 a 60 min	2	Adequada	2	Adequada	2	Adequada
	3	Step, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	0	Inadequada	0	Inadequada	0	Inadequada
Perfil 8	1	Tênis ou Natação, intens. moderada, 2 vezes por semana, 30 a 40 min	1	Adequada	1	Adequada	1	Adequada
	2	Hidrocycle ou Pular Corda, intens. moderada, 2 vezes por semana, 50 a 60 min	2	Adequada	2	Adequada	2	Adequada
	3	Tênis ou Natação, intens. moderada, 3 vezes por semana, 30 a 40 min	3	Adequada	3	Adequada	3	Adequada

Perfil 9	1	Tênis ou Esteira, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	1	Adequada	1	Adequada	1	Adequada
	2	Spinning, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	2	Adequada	2	Adequada	2	Adequada
	3	Corrida ou Step, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	3	Adequada	3	Adequada	3	Adequada
Perfil 10	1	Tênis ou Step, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	1	Adequada	3	Adequada	1	Adequada
	2	Esteira ou Natação, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	2	Adequada	1	Adequada	2	Adequada
	3	Ciclismo ou Caminhada, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	3	Adequada	2	Adequada	3	Adequada
Perfil 11	1	Pular Corda ou Spinning, intens. moderada, 1 vez por semana, 50 a 60 min	1	Adequada	1	Adequada	1	Adequada
	2	Natação ou Vôlei, intens. moderada, 2 vezes por semana, 50 a 60 min	2	Adequada	2	Adequada	2	Adequada
	3	Pular Corda ou Spinning, intens. moderada, 2 vezes por semana, 50 a 60 min	3	Adequada	3	Adequada	3	Adequada
Perfil 12	1	Corrida ou Natação, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	1	Adequada	1	Adequada	1	Adequada
	2	Caminhada ou Dança, intens. moderada, 3 vezes por semana, 50 a 60 min	2	Adequada	2	Adequada	2	Adequada
	3	Ciclismo ou Spinning, intens. moderada, 2 vezes por semana, 50 a 60 min	3	Adequada	3	Adequada	3	Adequada
Perfil 13	1	Hidroginástica ou Dança, intens. leve, 1 vez por semana, 40 a 50 min	1	Adequada	1	Adequada	1	Adequada
	2	Corrida ou Ciclismo, intens. leve, 1 vez por semana, 40 a 50 min	2	Adequada	2	Adequada	2	Adequada
	3	Esteira ou Vôlei, intens. leve, 1 vez por semana, 40 a 50 min	3	Adequada	3	Adequada	3	Adequada
Perfil 14	1	Esteira ou Vôlei, intens. leve, 1 vez por semana, 40 a 50 min	1	Adequada	1	Adequada	1	Adequada
	2	Hidroginástica ou Dança, intens. leve, 1 vez por semana, 40 a 50 min	2	Adequada	2	Adequada	2	Adequada
	3	Tênis ou Spinning, intens. leve, 1 vez por semana, 40 a 50 min	0	Inadequada		Adequada		Adequada
Perfil 15	1	Hidroginástica ou Dança, intens. leve, 1 vez por semana, 40 a 50 min	1	Adequada	1	Adequada	1	Adequada
	2	Corrida ou Spinning, intens. leve, 1 vez por semana, 40 a 50 min	0	Inadequada	0	Inadequada	0	Inadequada
	3	Caminhada, intens. leve, 1 vez por semana, 40 a 50 min	3	Adequada	3	Adequada	3	Adequada
Perfil 16	1	Tênis, intens. leve, 1 vez por semana, 30 a 40 min	0	Inadequada	0	Inadequada	0	Inadequada
	2	Hidroginástica ou Dança, intens. leve, 3 vezes por semana, 10 a 20 min	2	Adequada	2	Adequada	2	Adequada
	3	Caminhada ou Natação, intens. moderada, 3 vezes por semana, 30 a 40 min	3	Adequada	3	Adequada	3	Adequada

Os resultados aqui apresentados foram obtidos a partir de testes sobre uma base de dados sintética, e não foi possível realizar um cruzamento com dados de pacientes reais, o que representa uma limitação deste estudo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste estudo foi o desenvolvimento de um sistema de recomendação de atividades físicas para hipertensos, de forma a oportunizar a busca por um estilo de vida saudável.

Para a realização dos experimentos foi criada uma base de dados sintética, a qual mostrou-se adequada, já que após as validações realizadas, alcançou-se uma base com dados o mais fidedignos o possível com a realidade dos pacientes hipertensos.

Após a revisão da literatura que resultou no Hyper-Model2PAR, apesar de haver trabalhos propondo modelos de perfis de usuários na área da saúde, não foi localizado nenhum modelo específico para pacientes hipertensos. Também percebe-se que, apesar das técnicas de coleta de informações sobre usuários serem similares, o modelo de perfil deve ser elaborado com base no seu contexto. Assim, os grupos GPAF e GIRAF do modelo criado a partir dos resultados são específicos para atender ao objetivo de gerar recomendações de atividades físicas. Já os elementos do grupo GIR podem servir para outros modelos que busquem obter conhecimento sobre usuários hipertensos, pois através deles é possível estratificar o risco cardiovascular, auferindo-se o status da saúde do paciente.

Apesar do modelo de perfil Hyper-Model2PAR ser centrado na recomendação de atividades físicas, ele pode ser utilizado para outras finalidades, pois bastam que sejam adicionados grupos de elementos específicos. Esta característica confere flexibilidade e adaptabilidade ao modelo proposto, uma vez que possibilita que adaptações sejam realizadas diante de determinado contexto.

Com base nos resultados das validações das recomendações geradas, os quais apresentaram ~75% de aprovação, foi possível concluir que o Hyper-RecSysPA alcançou seu objetivo de gerar recomendações personalizadas e de qualidade. Assim, entende-se que os objetivos deste trabalho foram atingidos, já que o Hyper-Model2PAR e o Hyper-RecSysPA obtiveram resultados positivos nas etapas de avaliações às quais foram submetidos.

Cabe ressaltar que este trabalho não se esgota aqui, pois mais estudos ainda podem ser realizados para confirmar as conclusões obtidas mediante os experimentos realizados.

5.1. DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO

Compartilhar o conhecimento gerado é fundamental para qualquer produção científica. Neste sentido, no decorrer do desenvolvimento deste trabalho foram realizadas atividades voltadas à disseminação do conhecimento gerado, as quais encontram-se elencadas na sequência:

- Publicação do artigo *Recommender systems in mobile apps for health a systematic review* à 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)⁸ no ano de 2017 [5].
- Submissão do artigo *Hyper-Model2PAR – A Profile Model for Hypertensive Patients to Physical Activity Recommendation in e-Health Systems* à revista *Telemedicine and e-health* em fevereiro de 2018.

5.2. TRABALHOS FUTUROS

Em relação a melhorias e trabalhos futuros, pode-se citar:

- Integração do Hyper-RecSysPA com o sistema eLifeStyle.
- Realização de experimentos com o Hyper-Model2PAR e o Hyper-RecSysPA em um ambiente real, com pacientes da cardiologia do Hospital da Cidade de Passo Fundo/RS.

⁸ <http://www.cisti.eu/2017/>

REFERÊNCIAS

- [1] WANG, S.-L. *et al.* Design and evaluation of a cloud-based Mobile Health Information Recommendation system on wireless sensor networks. *Comput. Electr. Eng.* vol. 49. p. 221–235. jan. 2016.
- [2] TANG, P. C. *et al.* Personal health records: definitions, benefits, and strategies for overcoming barriers to adoption. *J. Am. Med. Inform. Assoc.* vol. 13, no. 2. p. 121–6. 2006.
- [3] VEIGA, J. E. Um Sistema E-Health Para Auxiliar Na Promoção De Estilo De Vida Saudável Em Hipertensos. Proposta de Dissertação de Mestrado. 2015.
- [4] RABBI, M. *et al.* MyBehavior: Automatic Personalized Health Feedback from User Behaviors and Preferences using Smartphones. *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing - UbiComp '15.* 2015. p. 707–718.
- [5] FERRETTO, L. R.; CERVI, C. R.; DE MARCHI, A. C. B. Recommender systems in mobile apps for health a systematic review. *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI).* 2017. p. 1–6.
- [6] MALACHIAS, M. *et al.* 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol.* vol. 107. p. 1–83. 2016.
- [7] LOPES, L. O.; MORAES, E. D. De. Tratamento Não-Medicamentoso para Hipertensão Arterial. 2012.
- [8] PARUTHI, G. User-Similarity for Recommending Lifestyle and Behavior Changes. *Gauravparuthi.Com.* p. 6–8.
- [9] RESNICK, P.; VARIAN, H. R. Recommender systems. *Commun. ACM.* vol. 40, no. 3. p. 56–58. mar. 1997.
- [10] RESNICK, P. *et al.* GroupLens : An Open Architecture for Collaborative Filtering of Netnews. *Proc. 1994 ACM Conf. Comput. Support. Coop. Work.* p. 175–186. 1994.
- [11] AR, Y.; BOSTANCI, E. A Genetic Algorithm Solution to the Collaborative Filtering Problem. *Expert Syst. Appl.* vol. 61. p. 122–128. 2016.
- [12] ISINKAYE, F. O.; FOLAJIMI, Y. O.; OJOKOH, B. A. Recommendation Systems: Principles, Methods and Evaluation. *Egypt. Informatics J.* vol. 16, no. 3. p. 261–273. 2015.
- [13] BHATIA, R. Matrix Factorizations and Their Perturbations. *Linear Algebra Appl.* vol. 197–198, no. C. p. 245–276. jan. 1994.
- [14] THAI-NGHE, N. *et al.* Recommender System for Predicting Student Performance. *1st Workshop on Recommender Systems for Technology Enhanced Learning (RecSysTEL 2010).* 2010. vol. 1, no. 2. p. 2811–2819.
- [15] CERVI, C. R.; GALANTE, R.; DE OLIVEIRA, J. P. M. Comparing the reputation of researchers using a profile model and scientific metrics. *16th IEEE International Conference on Computational Science and Engineering, CSE 2013.* 2013. p. 353–359.
- [16] RICH, E. Building and exploiting user models. Carnegie-Mellon University. 1979.
- [17] CERVI, C. R.; GALANTE, R.; OLIVEIRA, J. P. M. De. Application of Scientific Metrics to Evaluate Academic Reputation in Different Research Areas. *Proceedings of XXXIV International Conference on Computational Science (ICCS 2013).* 2013.
- [18] WEITZEL, L.; OLIVEIRA, J. P. M. De. Sistemas de recomendação de informação em saúde baseado no perfil do usuário. *J. Heal. Informatics.* p. 1–7. 2010.
- [19] LEROUGE, C. *et al.* User profiles and personas in the design and development of consumer health technologies. *Int. J. Med. Inform.* vol. 82, no. 11. p. e251–e268. nov.

- 2013.
- [20] HAMMER, S. *et al.* Design of a Lifestyle Recommender System for the Elderly: Requirement Gatherings in Germany and Greece. *Proceedings of the 8th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments - PETRA '15*. 2015. p. 1–8.
- [21] MANCIA, G. *et al.* 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* vol. 34, no. 28. p. 2159–2219. 2013.
- [22] PICON, R. V. *et al.* Prevalence of Hypertension Among Elderly Persons in Urban Brazil: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Am. J. Hypertens.* vol. 26, no. 4. p. 541–548. abr. 2013.
- [23] THORP, A. A. *et al.* Deleterious Associations of Sitting Time and Television Viewing Time With Cardiometabolic Risk Biomarkers: Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle (AusDiab) study 2004–2005. *Diabetes Care.* vol. 33, no. 2. p. 327–334. fev. 2010.
- [24] WHO-WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO | Cardiovascular diseases (CVDs). *WHO*. 2017. Disponível em: <http://www.who.int/cardiovascular_diseases/en/>. Acesso em: 21 dez. 2017.
- [25] FAGARD, R. H. Physical activity, physical fitness and the incidence of hypertension. *J. Hypertens.* vol. 23, no. 2. p. 265–7. fev. 2005.
- [26] DUNN, A. L. *et al.* Comparison of lifestyle and structured interventions to increase physical activity and cardiorespiratory fitness. *J. Am. Med. Assoc.* vol. 281. p. 327–334. 1999.
- [27] CORNELISSEN, V. A.; BUYS, R.; SMART, N. A. Endurance exercise beneficially affects ambulatory blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J. Hypertens.* vol. 31. p. 639–648. 2013.
- [28] CORNELISSEN, V. A.; SMART, N. A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Heart Assoc.* vol. 2, no. 1. fev. 2013.
- [29] FAGARD, R. H. Exercise Therapy in Hypertensive Cardiovascular Disease. *Prog. Cardiovasc. Dis.* vol. 53, no. 6. p. 404–411. maio 2011.
- [30] GE, M.; RICCI, F.; MASSIMO, D. Health-aware Food Recommender System. *RecSys '15 Proceedings of the 9th ACM Conference on Recommender Systems*. 2015. p. 333–334.
- [31] LI, H.; ZHANG, Q.; LU, K. Integrating Mobile Sensing and Social Network for Personalized Health-care Application. *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on Applied Computing - SAC '15*. 2015. p. 527–534.
- [32] JUNG, H.; CHUNG, K. Knowledge-based Dietary Nutrition Recommendation for Obese Management. *Inf. Technol. Manag.* vol. 17, no. 1. p. 29–42. mar. 2016.
- [33] VLAHU-GJORGIEVSKA, E. *et al.* Connected-Health Algorithm: Development and Evaluation. *J. Med. Syst.* vol. 40, no. 4. p. 109. abr. 2016.
- [34] HO, T. C. T.; CHEN, X. ExerTrek: A Portable Handheld Exercise Monitoring, Tracking and Recommendation System. *e-Health Networking, Applications and Services, 2009. Healthcom 2009. 11th International Conference on*. 2009. p. 84–88.
- [35] WING, C.; YANG, H. FitYou: Integrating Health Profiles to Real-Time Contextual Suggestion. *Proceedings of the 37th international ACM SIGIR conference on Research & development in information retrieval - SIGIR '14*. 2014. p. 1263–1264.
- [36] FOX, S. M.; HASKELL, W. L. The Exercise Stress Test: Needs for Standardization. in *M. Eliakim, H.N. Neufeld. Cardiology: Current Topics and Progress*. 6th ed. New York: Academic Press. 1970. p. 149–154.

- [37] SU, S. L.; SU, Y. C.; HUANG, J. F. Grey-based Power Control for DS-CDMA Cellular Mobile Systems. *IEEE Trans. Veh. Technol.* vol. 49, no. 6. p. 2081–2888. 2000.
- [38] FUERMELER, J. A.; VEERAVALLI, V. V. Smart Sleeping Policies for Energy Efficient Tracking in Sensor Networks. *Ieee Trans. Signal Process.* vol. 56, no. 5. p. 2091–2101. maio 2008.
- [39] TRAJKOVIK, V.; VLAHU-GJORGIEVSKA, E.; KULEV, I. Use of Collaboration Techniques and Classification Algorithms in Personal Healthcare. *Health Technol. (Berl)*. vol. 2, no. 1. p. 43–55. fev. 2012.
- [40] VEIGA, J. E. *et al.* Android app lifestyle — Smartphone and smartwatch integred into a cloud computing by web services. *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. 2017. p. 1–6.
- [41] VEIGA, J. E. Um Sistema E-Health Para Auxiliar Na Promoção De Estilo De Vida Saudável Em Hipertensos. UPF - Universidade de Passo Fundo. 2017.
- [42] PINTO, A. *et al.* Twenty-four hour ambulatory blood pressure monitoring to evaluate effects on blood pressure of physical activity in hypertensive patients. *Clin. J. Sport Med.* vol. 16, no. 3. p. 238–43. maio 2006.
- [43] LATERZA, M. C.; RONDON, M. U. P. B.; NEGRÃO, C. E. Efeito anti-hipertensivo do exercício. *Rev. Bras. Hipertens.* vol. 14, no. 2. p. 104–111. 2007.
- [44] SEALS, D. R.; REILING, M. J. Effect of regular exercise on 24-hour arterial pressure in older hypertensive humans. *Hypertens. (Dallas, Tex. 1979)*. vol. 18, no. 5. p. 583–92. nov. 1991.
- [45] ABESO. Diretrizes brasileiras de obesidade 2016. *Assoc. Bras. para o Estud. da Obesidade e da Síndrome Metabólica*. vol. 4.ed. p. 1–188. 2016.
- [46] SWINSCOW, T. D. V; CAMPBELL, M. J. *Statistics at Square One Preface*. 9ª. London: BMJ Publishing Group, 1996.
- [47] MUKAKA, M. M. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med. J.* vol. 24, no. 3. p. 69–71. set. 2012.