



Gustavo Magalhães Pereira

# **Suporte à Decisão Multicritério em Aplicativos de Saúde Sob Demanda**

Recife

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

P436s Pereira, Gustavo Magalhães.  
Suporte à decisão multicritério em aplicativos de saúde sob  
demanda / Gustavo Magalhães Pereira. – Recife, 2019.  
50 f.: il.

Orientador(a): Gabriel Alves de Albuquerque Júnior.  
Coorientador(a): Taciana Pontual da Rocha Falcão.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Estatística e  
Informática, Recife, BR-PE, 2019.  
Inclui referências e apêndice(s).

1. Sistemas de recomendação 2. Análise de Decisão  
Multicritério (MCDA) 3. Processo Analítico Hierárquico (AHP)  
4. Saúde sob demanda 5. Desenvolvimento móvel I. Albuquerque  
Júnior, Gabriel Alves de, orient. II. Falcão, Taciana Pontual da  
Rocha, coorient. III. Título

CDD 004.03

Gustavo Magalhães Pereira

## **Suporte à Decisão Multicritério em Aplicativos de Saúde Sob Demanda**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Departamento de Estatística e Informática

Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação

Orientador: Gabriel Alves de Albuquerque Júnior

Coorientadora: Taciana Pontual da Rocha Falcão

Recife

2019

*Aos meus pais,  
à minha família,  
aos meus amigos,  
aos meus mestres.*

# Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais, Antonio e Marilda, por me apoiarem em tudo e acreditarem em mim sempre me motivando a buscar nos estudos minha independência, a todo esforço que sempre fizeram para me proporcionar uma boa educação com muitos privilégios. Agradeço à Raphael, pela compreensão, dedicação, apoio, paciência durante o período de desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também àqueles que me apoiaram durante toda a minha vida.

Agradeço aos meus orientadores, Gabriel Alves e Taciana Pontual, pela disponibilidade em me ajudar, motivar e por todo incentivo e orientação durante o desenvolvimento deste trabalho. Também agradeço a todo o corpo docente do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação que tornaram minha graduação uma experiência fantástica, pude absorver conhecimentos e ensinamentos dentro e fora de sala de aula ao longo dos anos que não apenas formaram um bacharel como me tornaram uma pessoa com valores ainda melhores e contribuíram para meu crescimento tanto pessoal quanto profissional.

Agradeço à Universidade Federal Rural de Pernambuco pela oportunidade e pela dedicação em prover uma universidade de qualidade e ao programa Ciência Sem Fronteiras, pelo apoio na minha formação através do intercâmbio realizado na *University of Florida* e *University of California, Irvine* que além do conhecimento acadêmico puderam proporcionar uma experiência de vivência fundamental para minha formação e também a todos os amigos que fiz durante os anos de graduação, pelos momentos compartilhados, pelos conhecimentos trocados, pelas conversas e até pelos trabalhos em grupos.

Por fim, agradeço a todos que ajudaram a complementar minha formação com desafios do mundo real, em especial à todos os colegas do NTI-UFPE, por todo aprendizado durante o período do meu estágio que contribuiu bastante na minha formação e à todos os colegas da EPITRACK que me estimularam a buscar fazer sempre o melhor no objetivo de impactar o mundo através dos conhecimentos adquiridos e apoiaram o desenvolvimento deste trabalho.

*“Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo.”  
(Paulo Freire)*

# Resumo

Os aplicativos de saúde sob demanda tem o objetivo principal encontrar um médico e levá-lo até sua casa para prestar assistência domiciliar para aqueles que tem dificuldade de locomoção e buscam um serviço médico mais cômodo, que não querem enfrentar filas de espera e que desejam evitar se deslocar até um hospital para tratar enfermidades básicas. O avanço tecnológico tem transformado a forma como serviços tradicionais são ofertados sob demanda, que está cada vez mais popular no Brasil. O Conselho Federal de Medicina (CRM), sabendo do impacto do avanço tecnológico no exercício da medicina, publicou a resolução nº 2.178/2017, que busca regulamentar o funcionamento de aplicativos que oferecem consulta médica em domicílio. De acordo com a resolução, todos os aplicativos que oferecem esse serviço são obrigados a disponibilizar uma listagem de médicos disponíveis para o paciente escolher o melhor médico para cuidar do seu caso, mas os aplicativos não oferecem auxílio ao paciente na decisão e carece de uma solução computacional. Neste trabalho foi realizado o planejamento e desenvolvimento de um sistema de recomendação utilizando a metodologia da análise de decisão de múltiplos critérios. Foi utilizado como estudo de caso o aplicativo Clinio, um produto de saúde sob demanda desenvolvido pela Epitrack. A solução aplicada para recomendar os melhores médicos tem objetivo de auxiliar os usuários do aplicativo na escolha do profissional que mais se enquadra nas suas necessidades e preferências. Para isso, foram utilizados algoritmos de recomendação para selecionar médicos com base nos sintomas e na geolocalização e o Processo Analítico Hierárquico (AHP), tendo como critérios de classificação: valor da consulta, distância entre o médico e paciente e idade do médico. O sistema foi implementado e testado usando uma base de dados de 143 médicos de Pernambuco que atuam em 10 casos clínicos. Através dos testes realizados foi observado na recomendação obtida pelos usuários que o sistema auxilia no processo de escolha do melhor profissional para um caso através das definições das preferências.

**Palavras-chave:** Sistemas de Recomendação, Análise de Decisão Multicritério (MCDA), Processo Analítico Hierárquico (AHP), Saúde Sob Demanda, Desenvolvimento Móvel.

# Abstract

Health on demand applications have the main purpose of finding a doctor and take him to your home to provide home care for those who have limited mobility and seek a more convenient medical service, who do not want to face waiting lines and who wish to avoid to go to a hospital to treat basic illnesses. The technological advance has transformed the way traditional services are offered on demand, which is increasingly popular in Brazil. The Federal Council of Medicine (CRM), knowing the impact of technological advances in the practice of medicine, published a resolution No. 2178/2017, which seeks to regulate the operation of applications that offer medical consultation at home. According to the resolution, all applications that offer this service are required to provide a list of physicians available to the patient to choose the best doctor to take care of their case, but the applications do not offer patient assistance in the decision and is in need of a computational solution. In this work was carried out the planning and development of a recommendation system using the methodology to support multi-criteria decision analysis. It was used as a case study the application Clinio, a product of health on demand developed by Eptrack. The solution applied to recommend the best physicians has the purpose of helping the users of the application in choosing the professional that best fits their needs and preferences. To do so, it was used recommendation algorithms to select doctors based on symptoms and geolocation and the Analytical Hierarchical Process (AHP), based on criteria to classify them such as the value of the consultation, the distance between the doctor and the patient, and the age of the physician. The system was implemented using a database of 143 doctors from Pernambuco who work in 10 clinical cases. Through the tests performed it was observed in the recommendation obtained by the users that the system assists in the process of choosing the best professional for a case through the preferences definitions.

**Keywords:** Recommender Systems, Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA), Analytic Hierarchy Process (AHP), Health On Demand, Mobile Development.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Modelo de estrutura hierárquica do AHP. . . . .	20
Figura 2 – Etapas do processo de obtenção dos dados da pesquisa. . . . .	25
Figura 3 – Distribuição dos entrevistados por faixa etária. . . . .	26
Figura 4 – Nota da relevância dos critérios avaliados pelos entrevistados. . . . .	27
Figura 5 – Decomposição do problema em hierarquia. . . . .	27
Figura 6 – Relevância dos critérios avaliados por homens de 18 a 30 anos. . . . .	28
Figura 7 – Etapas do processo de obtenção dos dados. . . . .	29
Figura 8 – Mapa da geolocalização dos médicos da base. . . . .	31
Figura 9 – Distribuição de médicos na base por faixa etária. . . . .	31
Figura 10 – Gráfico dos casos por médicos atuantes disponíveis no Clinio. . . . .	32
Figura 11 – Tela de solicitação de consulta com sintomas. . . . .	36
Figura 12 – Tela do mapa para definir localização. . . . .	36
Figura 13 – Telas com listagem dos médicos recomendados. . . . .	37
Figura 14 – Tela com perfil do médico. . . . .	38
Figura 15 – Tela de filtro. . . . .	39
Figura 16 – Componente de comparações e mensagem de inconsistência. . . . .	39
Figura 17 – Tela das preferências predefinidas e ajustadas. . . . .	40
Figura 18 – Tela dos resultados após novas preferências e médicos selecionados. . . . .	41
Figura 19 – Telas de médicos selecionados para comparações paritárias de idade. . . . .	42
Figura 20 – Tela com o resultado final e perfil do médico com maior nota. . . . .	43
Figura 21 – Formulário para coleta de preferências. . . . .	50

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Escala fundamental de comparações do AHP. . . . .	20
Tabela 2 – Exemplo de matriz de comparações paritárias. . . . .	21
Tabela 3 – Quantidade de comparações por elementos. . . . .	21
Tabela 4 – Índices randômicos. . . . .	22
Tabela 5 – Matriz de comparações paritárias e autovetor. . . . .	23
Tabela 6 – Matriz de comparações paritárias das alternativas para o critério 1. . . . .	23
Tabela 7 – Matriz de decisão do AHP. . . . .	24
Tabela 8 – Matriz de comparação dos critérios para homens de 18 a 30 anos . . . . .	28
Tabela 9 – Valor da consulta por faixa etária. . . . .	30
Tabela 10 – Exemplo Coeficiente de Correspondência Simples (SMC). . . . .	33
Tabela 11 – Cálculo do Coeficiente de Correspondência Simples (SMC). . . . .	37
Tabela 12 – Matriz de comparações paritárias dos médicos para a idade. . . . .	42
Tabela 13 – Matriz de decisão final do AHP para o Exemplo. . . . .	43

# Lista de abreviaturas e siglas

MCDA	<i>Multi-Criteria Decision Analysis</i>
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANP	<i>Analytic Network Process</i>
MACBETH	<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i>
UTA	<i>Utilité Additiv</i>
PPL	<i>Problemas de Programação Linear</i>
CI	<i>Consistency Index</i>
IC	<i>Índice de Consistência</i>
CR	<i>Consistency Rate</i>
RC	<i>Razão de Consistência</i>
RI	<i>Random Index</i>
IR	<i>Índice Randômico</i>
RMR	<i>Região Metropolitana do Recife</i>
SI	<i>Sistemas de Informação</i>
CFM	<i>Conselho Federal de Medicina</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>Estrutura do Trabalho</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>TRABALHOS RELACIONADOS</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Processo Analítico Hierárquico</b>	<b>19</b>
3.1.1	Hierarquização	19
3.1.2	Comparações Paritárias	20
3.1.2.1	Análise da Consistência	21
3.1.2.2	Julgamentos dos Critérios	22
3.1.2.3	Julgamentos das Alternativas	23
<b>3.2</b>	<b>Matriz de Decisão</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Hierarquia do Processo Analítico Hierárquico</b>	<b>25</b>
4.1.1	Critérios	25
4.1.2	Alternativas	29
4.1.2.1	Entendendo os Dados	30
4.1.2.2	Filtrando os Médicos	31
<b>5</b>	<b>SISTEMA DOC+</b>	<b>34</b>
<b>5.1</b>	<b>Plataforma e Infraestrutura</b>	<b>34</b>
<b>5.2</b>	<b>Telas e Funcionalidades</b>	<b>35</b>
5.2.1	Solicitar Consulta	35
5.2.2	Listagem dos Médicos Recomendados	35
5.2.3	Filtrar Médicos	37
5.2.4	Comparações Paritárias dos Critérios	38
5.2.5	Comparações Paritárias das Alternativas	40
5.2.6	Matriz de Decisão	42
5.2.7	Novas Preferências	44
5.2.8	Inconsistências	44
<b>5.3</b>	<b>Resultados e Conclusões</b>	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES FINAIS</b>	<b>46</b>
<b>6.1</b>	<b>Limitações</b>	<b>46</b>

<b>6.2</b>	<b>Trabalhos Futuros . . . . .</b>	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>48</b>
	<b>APÊNDICE A – FORMULÁRIO . . . . .</b>	<b>50</b>

# 1 Introdução

A forma como serviços sob demanda são consumidos pelos usuários cresceu com o avanço da tecnologia móvel especialmente entre os consumidores mais jovens. Hoje em dia existem serviços sob demanda através de aplicativos móveis como entregas, transporte particular, carona, serviços de limpeza e conserto. Se há uma demanda dos usuários, um serviço tradicional recebe uma solução digital para suprir essas demandas. O preço acessível, a conveniência e a sustentabilidade são fatores chaves para o crescimento e o surgimento de serviços que economizam o tempo e o dinheiro dos consumidores (ANGUS, 2018).

Segundo FORBES (2016), os serviços são focados nos usuários e suas necessidades, buscando conveniência, simplicidade e eficiência. O objetivo de trazer isso para o serviço de saúde, que enfrenta barreiras como filas de espera, burocracia e perda de tempo, realizando mudança na realidade da consulta médica tradicional através de consultas médicas sob demanda. Espera-se que o médico ao ir até a casa do paciente resgate os valores da medicina humanizada, dando conforto aos pacientes idosos e com dificuldade de locomoção que necessitam de um acompanhamento médico de perto sem passar pelo transtorno da locomoção e das filas de espera.

Como vantagem, os aplicativos de saúde sob demanda exercem também a prática da medicina preditiva, que busca identificar riscos à saúde de um paciente baseado na análise dos seus dados. Através dos dados clínicos do paciente coletados por anos, é possível oferecer informações e ações para evitar problemas que auxiliam na qualidade de vida dos pacientes. Disponibilizar o prontuário do paciente para os médicos antes do início da consulta na residência do paciente e a possibilidade de iniciar a triagem por meio de troca de mensagens antes da chegada na casa do paciente evita perda de tempo que resultaria em espera nos consultórios.

Os serviços de saúde sob demanda entraram no radar de muitas empresas que buscam inovação nessa demanda que só aumenta, podendo refletir em lucro promissor para as empresas. A *Doctor on Demand*<sup>1</sup>, empresa do ramo da telemedicina que realiza acompanhamento médico por videoconferência, recebeu aporte de 74 milhões de dólares da *Goldman Sachs Investment Partners*, uma vez que foi identificado que os consumidores estão mais habituados com serviços sob demanda e que os lucros nessa área crescem (MED CITY NEWS, 2018).

No Brasil os investimentos em saúde digital são altos, mas a área ainda é pouco abordada e há muitas barreiras de entrada. O Conselho Federal de Medicina (CFM),

<sup>1</sup> Doctor on Demand - <https://www.doctorondemand.com/>

por meio da resolução nº 2.178/2017, busca regulamentar os aplicativos que oferecem o serviço de saúde sob demanda, reconhecendo que essa inovação para a área de saúde é inevitável e vem recebendo muito investimento (BRASIL. Conselho Federal de Medicina, 28 de fevereiro de 2018). Dentre os pontos da regulamentação está a disponibilidade de uma listagem com perfis dos médicos para o paciente escolher qual médico deseja consultar-se e a escolha do valor da consulta definida por cada médico. Porém, uma dificuldade surge com a popularidade de um sistema que contém muitos médicos, tornando a o processo de decisão difícil.

Diversas empresas brasileiras já estão oferecendo o serviço de saúde sob demanda, dentre elas a mais conhecida é a Docway<sup>2</sup> que opera em diversas cidades do Brasil levando médicos de diferentes especialidades na casa dos pacientes, o Dokter<sup>3</sup> opera em Brasília, Goiânia e São Paulo, também com a proposta do médico em casa e o Clinio<sup>4</sup> lançado no final de 2017, que funciona exclusivamente na região metropolitana do Recife e busca levar médicos para consultas domiciliares de baixa complexidade. O Clinio será base dos testes da aplicação do método de apoio à decisão estudado neste trabalho por meio de uma parceria com a Epitrack que disponibilizou sua plataforma de saúde sob demanda para que o estudo deste trabalho fosse realizado.

Além dos aplicativos citados, outras empresas buscam soluções próprias para não ficarem para trás no mercado tecnológico das consultas médicas em domicílio, já que existe um crescimento do consumo de serviços sob demanda. As consultas médicas em domicílio não são novidades, mas a tecnologia para disponibilizar o serviço com base na geolocalização e disponibilidade ainda é pouco explorada e de forma básica, a listagem dos médicos continua sendo disponibilizada sem auxílio algum ao paciente, deixando-o sem amparo ao analisar e escolher qual médico dentre os disponíveis é a melhor opção.

Na área de Sistemas de Informação (SI) existem diversas soluções e técnicas utilizadas para auxiliar no processo de tomada de decisão. Em uma situação em que o usuário necessita realizar uma escolha dentre uma lista de médicos pode torna-se uma tarefa difícil escolher qual atenderá melhor sua necessidade, isso dependendo da quantidade de opções disponíveis para realizar as comparações entre os vários elementos e os critérios escolhidos como mais importantes para cada usuário.

Este trabalho tem o objetivo de desenvolver uma solução para o problema enfrentado nas recomendações de médicos em aplicativos de saúde sob demanda, utilizando o aplicativo Clinio como estudo de caso para desenvolver o sistema. A partir

<sup>2</sup> Docway | <https://docway.co/>

<sup>3</sup> Dokter | <http://www.dokter.com.br/>

<sup>4</sup> Clinio | <http://www.clinio.com.br/>

desta problemática será testado um método de apoio à decisão para auxiliar os usuários visando potencializar sua satisfação após a consulta e auxiliar no processo de escolha de um médico.

## 1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal auxiliar no processo de escolha de médicos em aplicativo de saúde sob demanda através de um sistema de recomendação com base nas preferências e localização do usuário para encontrar os melhores médicos para o problema relatado.

São objetivos específicos deste trabalho para alcançar o resultado esperado, os itens a seguir:

- Obter dados dos médicos processados;
- Identificar critérios mais relevantes para os usuários;
- Analisar perfis de usuários e suas preferências para consultas em domicílio;
- Listar médicos com base na proximidade e sintomas de atuação;

## 1.2 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em seis capítulos, sendo o primeiro a introdução com informações referentes a justificativa, motivações e objetivos deste trabalho. Nas demais seções são apresentados mais detalhes a respeito das etapas que levaram a realização deste trabalho de conclusão de curso e o sistema desenvolvido, divididos nos seguintes capítulos:

- Capítulo 2 são apresentados trabalhos relacionados que utilizaram métodos de suporte à decisão multicritério e sistemas de recomendação;
- Capítulo 3 é apresentada a fundamentação teórica e o conjunto de definições relevantes para o entendimento do trabalho;
- Capítulo 4 são apresentadas as ferramentas e métodos utilizados para realizar este trabalho e desenvolver o sistema apresentado;
- Capítulo 5 são apresentados o desenvolvimento do sistema, assim como o novo fluxo do aplicativo e os exemplos realizados para analisar os resultados;
- Capítulo 6 encontram-se as conclusões do trabalho, as considerações finais e descrição de trabalhos futuros.

## 2 Trabalhos Relacionados

Neste capítulo encontram-se trabalhos relacionados ao tema de apoio à decisão multicritérios e sistemas de recomendação que foram usados como base bibliográfica para o desenvolvimento e estudo realizado deste trabalho. Os trabalhos a seguir possuem pontos em comum mesmo que não atuem na mesma área desta pesquisa, mas foram importantes para definir técnicas e métodos a serem utilizados.

Com o crescimento do número de aplicativos móveis e a facilidade de acesso, os usuários estão cada vez mais recorrendo a soluções digitais para serviços tradicionais, em busca de comodidade e rapidez. Apesar de existir diversos aplicativos de agendamento de consultas presenciais e alguns de consultas em domicílio, não foram encontradas aplicações de algoritmos de recomendação ou apoio à decisão semelhantes com o objetivo tratado neste trabalho. Este trabalho tem como objetivo sugerir métodos para auxiliar as escolhas dos usuários.

A pesquisa de [CÂNDIDO \(2018\)](#) se propôs a desenvolver um sistema de recomendação híbrido de ONGs, auxiliando pessoas que desejam realizar doações a encontrarem ONGs de acordo com seu perfil e preferências. A recomendação baseada em conteúdo aplicada nas categorias das ONGs utilizou a fórmula do coeficiente de correspondência simples, em inglês, *Simple Matching Coefficient (SMC)*, para obter um valor de similaridade entre dois vetores e usou a equação de *Haversine* para atribuir pesos ao resultado do SMC e gerar a recomendação. O trabalho aqui proposto, também utilizou da fórmula do SMC para classificar os médicos que possuem predisposição no tratamento dos sintomas reportados pelos pacientes e a equação de *Haversine* para cálculo da distância. A diferença deu-se no uso da distância como filtro na listagem de médicos, levando em consideração apenas médicos num raio de 10 quilômetros, além de usar a distância como critério de decisão na etapa do AHP.

[CARLOTA \(2015\)](#) se propôs a desenvolver um sistema para leilão reverso multiatributo, que tem como objetivo auxiliar clientes na etapa de negociação com vendedores. O trabalho foi desenvolvido usando o Processo Analítico Hierárquico (AHP) usando quatro critérios de avaliação, sendo eles o valor do produto, o prazo de entrega, a localização e a reputação. A diferença na aplicação do AHP neste trabalho foi a pesquisa realizada com usuários para priorizar os critérios com base no perfil de cada usuário obtidos dos resultados para gerar uma recomendação inicial independente dos julgamentos dos usuários.

No trabalho de [SILVA \(2007\)](#) foi aplicado o método AHP para avaliação de projetos industriais e nas empresas executoras com o objetivo de auxiliar a mensurar a

qualidade desempenhadas nos projetos na área de engenharia industrial. A utilização do AHP criou uma ferramenta útil na tomada de decisão na contratação das empresas para os projetos da Alunorte visando contribuir no aprimoramento da gestão de projetos industriais. 5 critérios foram escolhidos para validar o uso do AHP para contratação de projetistas, são eles: Segurança, saúde e meio ambiente, qualidade, desvio de prazo, desvio de custo e tecnologia utilizada. A diferença na aplicação do AHP neste trabalho além da área aplicada está no software utilizado. Não era objetivo do trabalho desenvolver um sistema para validar a aplicação do AHP na avaliação de projetistas, foi utilizado uma ferramenta simples chamada *Expert Choice* que implementa o AHP para tomada de decisões em diversas áreas em forma de uma planilha, já neste trabalho foi preciso entender todas as etapas do processo e seus cálculos para poder desenvolver o algoritmo que seria responsável por gerar os resultados do AHP no aplicativo e criar uma *interface* intuitiva para os usuários finais utilizarem já que o objetivo seria implementar essa solução no aplicativo em produção para validação e aprimoramento do algoritmo.

Já [PASSOS \(2010\)](#) utilizou apoio à decisão multicritério e séries temporais no desenvolvimento de um método híbrido para gerar um índice de qualidade que avalia distribuidoras de energia elétrica com base nos multicritérios e seus índices passados. A diferença está em aplicar séries temporais para avaliar índices passados para aplicação na área de engenharia elétrica. Assim como o trabalho anterior, o objetivo é obter uma índice de qualidade entre distribuidoras de energia elétrica. O trabalho foi importante por causa do entendimento das equações matemáticas do AHP e o nível de detalhe, sendo utilizado como referencial para o trabalho aqui apresentado.

Na pesquisa de [LIBERATORE e NYDICK \(2008\)](#) são apresentadas aplicações do AHP em problemas importantes na medicina que necessitam de apoio à tomadas de decisão, mas como a saúde sob demanda ainda é uma área em descobrimento e possui poucos serviços disponíveis no mercado que vão além do tradicional, ainda não foi aplicada para ajudar na escolha dos profissionais. Não foram encontrados aplicativos que façam uso de outros atributos além da distância e especialidade para gerar recomendação de médicos ao paciente. Este trabalho busca trazer o apoio à decisão para auxiliar os pacientes na escolha de médicos da plataforma que atendam suas reais necessidades e expectativas, sem que isso seja uma tarefa difícil.

No trabalho de [ROSA, STEINER e COLMENERO \(2015\)](#) foi aplicado o AHP em centros de distribuição de uma empresa multinacional do ramo alimentício que desenvolve um trabalho de logística para restaurantes no mundo todo. O objetivo era identificar quais centros estavam adequados ao processo e quais necessitavam melhorias. Os fatores custo e qualidade foram os critérios principais que determinaram as tomadas de decisão. O artigo foi um dos mais completos e detalhados do estudo

do AHP e serviu como base para este trabalho, mostrando que é possível utilizar o AHP para encontrar não só os melhores valores, mas aplicando-o para encontrar possíveis falhas de processo dos centros de distribuição que necessitam de atenção. O critério custo/preço também foi o mais importante para este trabalho, e pela pesquisa realizada os entrevistados indicaram que o preço da consulta era um critério de maior importância, já o critério qualidade não foi utilizado por falta de dados para suportar esse critério.

Já no trabalho de [BRAZ \(2011\)](#) foi utilizada MACBETH, um método da Análise Multicritério de Apoio à Decisão (MCDA) para identificação dos melhores critérios para realização de *benchmarking* de aeroportos, utilizando a avaliação da atratividade dos critérios. Como qualquer tarefa na área da aviação demanda cálculos precisos e pequenas falhas são facilmente observadas, o método MACBETH foi ideal por conter diversas validações dos julgamentos para garantir maior consistência. Neste trabalho foi utilizada uma verificação de incoerência dos julgamentos das avaliações paritárias, mas devido ao problema abordado, não era necessário garantir uma consistência perfeita para obter um resultado satisfatório.

No trabalho de [PINHEIRO, PINHEIRO e CASTRO \(2008\)](#) foram utilizadas Redes Bayesianas para criar um modelo multicritério para auxiliar no diagnóstico de Alzheimer através do diagnóstico de critérios neuropatológicos. Utilizando o modelo foi possível observar como os critérios contribuem para o diagnóstico. Também foi utilizado o método MACBETH para auxiliar na escolha das variáveis utilizadas no modelo desenvolvido. Esse trabalho serviu de apoio para compreender outros métodos do MCDA e suas abordagens para realizar a escolha pelo AHP.

[RANGEL e GOMES \(2010\)](#) utilizaram o método da Utilidade Aditiva UTA e UTA-CR para determinar as funções de utilidade dos critérios para avaliar o ingresso de candidatos ao curso de Engenharia Metalúrgica da Universidade Federal Fluminense. Foi realizada uma avaliação e determinado que o método UTA-CR aproximasse mais das preferências dos tomadores de decisões, além de não ser necessário realizar a análise de pós-otimização do UTA.

### 3 Análise de Decisão Multicritério

A Análise de Decisão Multicritério, do inglês *Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)* é uma abordagem holística do apoio à decisão que busca analisar as decisões com foco nas preferências, diminuindo o foco em decisões custo-benefício comum em métodos de apoio à decisão. É aplicado sempre em um processo decisório complexo contendo múltiplos critérios quantitativos e qualitativos e tem como objetivo selecionar, classificar e ordenar as alternativas presentes com base nos critérios mais relevantes para as partes interessadas buscando atingir o objetivo desejado.

A vantagem de utilizar um modelo multicritério para tomada de decisão é obter maior consistência através das avaliações realizadas e transparência nos critérios selecionados para alcançar um resultado satisfatório. O MCDA conta com diversas técnicas de investigação das alternativas com base na classificação dos critérios em conflito para extrair indicadores de qualidade.

Uma das técnicas mais utilizadas do MCDA é o Processo Analítico Hierárquico, do inglês *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, criado pelo professor Thomas L. Saaty para auxiliar na tomada de decisão onde o problema é dividido em uma hierarquia de critérios e alternativas a serem julgados através de uma sequência de comparações por pares utilizando a escala fundamental desenvolvida pelo autor (SAATY, 1990).

O Processo Analítico em Rede, do inglês *Analytic Network Process (ANP)*, também criado pelo professor Thomas L. Saaty, é uma variação do AHP onde os critérios se relacionam uns com os outros formando uma rede de critérios, além de se relacionarem com os critérios do próximo nível da hierarquia. Tanto o ANP quanto o AHP possuem verificação de consistência dos julgamentos realizados para garantir a qualidade dos resultados.

O MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) difere dos outros métodos por utilizar julgamentos qualitativos para obter as avaliações de atratividade dos critérios e alternativas que estão sob julgamentos para tomada de decisão. O MACBETH utiliza sete categorias semânticas para definir a atratividade, nenhuma, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extrema. Há verificação da consistência e coerência teórica e semântica dos julgamentos para validar seus critérios, garantindo assim indicadores e critérios bons para a tomada de decisão.

O método da Utilidade Aditiva (UTA), do inglês *Utilité Additive*, permite obter funções de utilidade dos critérios através de diversos problemas de programação linear (PPL) empregados nas alternativas com base nas preferências obtidas pelos julgamentos das alternativas. O UTA-CR é uma variante do método que considera as pre-

ferências para os conjuntos de critérios, obtendo melhores soluções para as funções de utilidade quando comparado ao UTA (RANGEL; GOMES, 2010).

O AHP foi escolhido para validar a proposta deste trabalho em utilizar um modelo do MCDA para auxiliar na escolha de um médico em um aplicativo de saúde sob demanda porque para resolver o problema proposto os critérios eram independentes, não sendo necessário utilizar um método que tivesse a dependência entre os critérios como ponto forte. Na seção 3.1 será detalhado o método AHP.

## 3.1 Processo Analítico Hierárquico

O Processo Analítico Hierárquico é um dos métodos do MCDA que busca minimizar falhas no processo de tomada de decisões que envolvem critérios e alternativas a serem escolhidas. De acordo com SAATY (2005), os critérios possuem diferentes níveis de importância, que influencia na escolha de uma alternativa.

Para o autor, a forma como nós decidimos entre um grupo grande de alternativas está diretamente relacionada com agrupamentos das alternativas que possuem propriedades similares. Esse processo é repetido diversas vezes pela mente formando novos grupos até que chegamos a um resultado esperado do nosso processo decisório, e assim é formada uma hierarquia. A escolha dos critérios da hierarquia está diretamente relacionado com resultado da decisão.

Segundo SAATY (1990), a tarefa de escolha dos critérios que são importantes para alcançar um objetivo e formar a hierarquia é uma das mais criativas e fundamentais para obter as prioridades através das comparações por pares ao longo dos níveis da hierarquia. Com os julgamentos é possível obter o nível de importância de um critério sobre o outro, assim como de uma alternativa sobre outra.

O AHP é composto por duas grandes etapas com processos internos descritos por Saaty, com o objetivo de transformar os resultados das comparações da percepção do indivíduo em um modelo matemático através da escala fundamental de comparações para serem processados e comparados (VARGAS, 2010).

### 3.1.1 Hierarquização

A primeira etapa do AHP consiste em transformar o problema a ser analisado em uma hierarquia. Os principais critérios no centro da estrutura hierárquica, o objetivo a ser alcançado no topo da hierarquia e no último nível serão encontradas todas as alternativas disponíveis que serão analisadas. Conforme a Figura 1 adaptada de SAATY (1990).

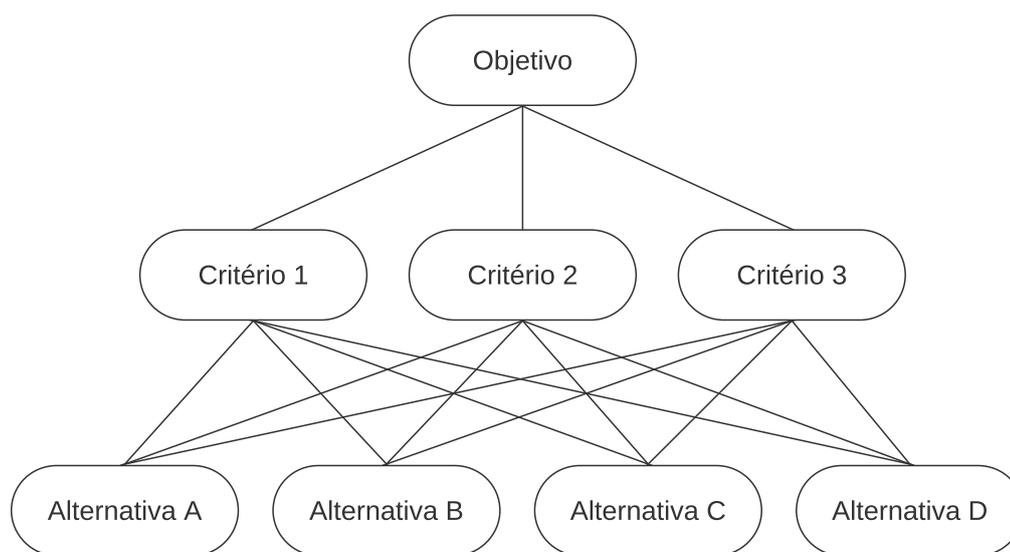


Figura 1 – Modelo de estrutura hierárquica do AHP.

### 3.1.2 Comparações Paritárias

A tomada de decisão está relacionada à avaliação dos critérios e das alternativas, todas satisfazendo um conjunto de objetivos pretendidos. Para isto é usada uma escala de importância relativa entre dois elementos que é amplamente utilizada, proposta por SAATY (1977) e conhecida como escala fundamental. Os valores de 1 a 9 da escala determinam a importância relativa na comparação de um elemento com relação ao outro, sendo ele dois critérios ou duas alternativas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Escala fundamental de comparações do AHP.

Escala	Avaliação	Recíproco	Explicação
Mesma importância	1	1	Os dois critérios contribuem igualmente para o objetivo.
Importância moderada	3	1/3	A experiência e o julgamento favorecem levemente.
Importância essencial	5	1/5	A experiência e o julgamento favorecem fortemente.
Importância muito forte	7	1/7	Um critério é muito fortemente favorecido.
Importância absoluta	9	1/9	Um critério é favorecido, com o mais alto grau de certeza.
Valores intermediários	2,4,6,8		Quando se procura uma condição entre duas definições.

O valor 1 representa que os dois elementos possuem a mesma importância e 9 representa que um elemento tem importância absoluta sobre outro. Esse julgamento deve ser obtido após ser perguntado qual dos elementos tem maior importância e qual o nível de importância usando a escala da Tabela 1. Na Tabela 2 é apresentado o exemplo do preenchimento da matriz de comparações paritárias de três critérios com os julgamentos de acordo com a escala fundamental de comparações do método AHP.

Os valores da diagonal da matriz de comparações serão sempre 1, já que um elemento não pode ser comparado a ele mesmo, dessa forma são desconsideradas

Tabela 2 – Exemplo de matriz de comparações paritárias.

	<b>Critério 1</b>	<b>Critério 2</b>	<b>Critério 3</b>
<b>Critério 1</b>	1	5	9
<b>Critério 2</b>	1/5	1	3
<b>Critério 3</b>	1/9	1/3	1

as comparações entre os próprios critérios. Levando em consideração a regra da reciprocidade, apenas metade das comparações da matriz precisam ser realizadas, a outra metade receberá o valor recíproco.

No caso da matriz da Tabela 2, pode-se observar que todos os elementos-linha da matriz tiveram maior preferência do que os elementos-coluna. Dessa forma, o critério 1 tem valor 5, uma importância essencial com relação ao critério 2 e valor 9, importância absoluta com relação ao critério 3 e o critério 2 tem importância moderada com relação ao critério 3, com valor 3.

Quanto maior a quantidade de elementos a serem julgados, maior será a quantidade de comparações necessárias como mostra a Tabela 3. O mínimo de elementos para realizar o processo de comparações paritárias são 2 e o máximo indicado para garantir uma boa análise das alternativas são 9. Segundo [GODOI \(2014\)](#), quando o número de alternativas sendo julgadas é muito grande, o resultado pode ser inconsistente. Há uma dificuldade em manter coerência quando julgados muitas alternativas com critérios distintos.

Tabela 3 – Quantidade de comparações por elementos.

<b>Elementos</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	n
<b>Comparações</b>	1	3	6	10	15	21	28	36	45	55	66	...

### 3.1.2.1 Análise da Consistência

De acordo com [SAATY \(2005\)](#), as inconsistências fazem parte dos julgamentos humanos e por isso é muito normal que sejam encontradas nos modelos de análise de decisão. Porém, dependendo do grau de inconsistência da matriz, deve-se rever os pesos estabelecidos para que se tenha certeza sobre os julgamentos.

Para calcular o índice de consistência (IC), ou *consistency index* (CI) do inglês, é usada a Equação 3.1.

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.1)$$

Onde  $n$  é a ordem da matriz de comparação ou quantidade de elementos comparados e o  $\lambda_{max}$  é dado pela soma do produto do autovetor normalizado e o somatório das avaliações de cada elemento-coluna da matriz de comparações paritárias dos critérios.

Após obter o índice de consistência, é necessário saber se os julgamentos estão consistentes, isto é, se não existe nenhuma discrepância em um dos julgamentos que invalide outro. Por exemplo, não seria lógico afirmar que o critério 3 é igualmente importante ao critério 2 quando o critério 1 demonstra que o critério 3 tem menor importância, isto é, a escala de importância do critério 1 para o critério 3 é 9, enquanto a escala de importância do critério 1 para o critério 2 é 5. De acordo com o modelo de SAATY (2005), é calculada a razão de consistência (RC), ou *consistency rate* (CR) do inglês, usando a Equação 3.2.

$$RC = \frac{IC}{IR} < 0,1 \sim 10\% \quad (3.2)$$

Onde a razão de consistência (RC) que desejamos obter é dada pela divisão de do índice de consistência (IC) pelo índice randômico (IR). Se o resultado da razão de consistência for menor que 10% a matriz é considerada consistente, de acordo com o autor do método. Se o resultado for maior que 10% é necessário revisar as avaliações dos critérios em busca de inconsistências.

Já os valores do índice randômico (IR), ou *random index* (RI) do inglês, são valores fixos de acordo com SAATY (2005) que variam a depender da ordem da matriz dos elementos que foram avaliados, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Índices randômicos.

<b>Ordem da Matriz</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Índice Randômico</b>	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,4	1,45	1,49	1,52	1,54	1,56	1,58	1,59

### 3.1.2.2 Julgamentos dos Critérios

Para obter o autovetor, do inglês *eigenvector*, é utilizado o cálculo da média geométrica dos elementos-linha da matriz de comparações paritárias. Com o autovetor definido poderemos saber qual a prioridade de cada critério baseado nas comparações realizadas.

Além disso, deseja-se obter um autovetor normalizado, onde a soma de todos os autovalores seja igual a 1 ou 100%. Para normalizar o autovetor é preciso dividir todos os autovalores pelo total. A Tabela 5 apresenta os valores do autovetor e o autovetor normalizado, também conhecido por vetor prioridade, representado em porcentagem para o nosso exemplo.

Tabela 5 – Matriz de comparações paritárias e autovetor.

	<b>Critério 1</b>	<b>Critério 2</b>	<b>Critério 3</b>	<b>Autovetor</b>	<b>Autovetor Normalizado</b>
<b>Critério 1</b>	1	5	9	3,557	75,14%
<b>Critério 2</b>	1/5	1	3	0,843	17,82%
<b>Critério 3</b>	1/9	1/3	1	0,333	7,04%
<b>Total</b>	1,311	6,333	13	4,734	100%

O autovetor  $w$  é dado pelo produto dos valores dos elementos-linha da matriz elevados a  $\frac{1}{n}$ , sendo  $n$  o número de critérios como mostra a Equação 3.3 para o autovetor do critério 1 do exemplo.

$$w_1 = (c_{11} \times c_{12} \times c_{13})^{\frac{1}{n}} = (1 \times 5 \times 9)^{\frac{1}{3}} = 3,557 \quad (3.3)$$

Esses valores da comparação são atribuídos ao usuário que deseja tomar a decisão. O critério 1 quando comparado ao critério 2 recebeu o valor 5, referente a importância essencial, e quando comparado ao critério 3 exerce importância absoluta de valor 9. Sendo assim, o critério 1 tem importância de 75,14%, enquanto o critério 2 e 3 possuem juntos 24,86%, tornando a preferência ao critério 1 dominante no resultado final.

### 3.1.2.3 Julgamentos das Alternativas

Para obter os autovetores normalizados das avaliações comparativas paritárias das alternativas para cada critério através da matriz de comparações paritárias como foi feito anteriormente, utilizando a escala fundamental de Saaty e verificando inconsistências através do cálculo da razão de consistência, como no exemplo da Tabela 6. Com os autovetores normalizados das avaliações comparativas das alternativas para cada critério podemos então partir para a fase final do processo de análise hierárquica.

Tabela 6 – Matriz de comparações paritárias das alternativas para o critério 1.

<b>Critério 1</b>	<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>	<b>Alternativa C</b>	<b>Alternativa D</b>	<b>Autovetor</b>	<b>Autovetor Normalizado</b>		
<b>Alternativa A</b>	1	3	5	9	3,409	60,10%		
<b>Alternativa B</b>	1/3	1	3	3	1,316	23,20%		
<b>Alternativa C</b>	1/5	1/9	1	1	0,508	8,96%		
<b>Alternativa D</b>	1/9	1/3	1	1	0,439	7,73%		
<b>Total</b>	1,644	4,667	10	14	5,672	100%		
					$\lambda_{max} = 4,05$	$IC = 0,0167$	$IR = 0,89$	$RC = 1,87\%$

## 3.2 Matriz de Decisão

Após definida a matriz auxiliar com os valores normalizados de cada alternativas para os critérios e o autovetores das alternativas em relação aos critérios obtidos através da matriz de comparações paritárias das alternativas. Será possível definir os valores de cada linha e coluna da matriz de decisão. Serão utilizados os valores normalizados das alternativas por critério e os autovalores normalizados das comparações paritárias das alternativas pelos critérios, representado pela Equação 3.4.

$$MD_{ca} = v_{ca} \times w_{ca} \quad (3.4)$$

Onde para obter o  $MD_{ca}$ ,  $c$  representa uma coluna de critério e  $a$  uma linha da alternativa,  $v_{ca}$  será o valor normalizado de uma alternativa por critérios e  $w_{ca}$  o autovalor normalizado da alternativa por critério obtido através da matriz de comparações paritárias das alternativas. Na Tabela 7 temos o resultado final das alternativas ranqueadas após as etapas de comparações paritárias de critérios e alternativas, sendo obtida pelo somatório dos valores de cada linha.

Tabela 7 – Matriz de decisão do AHP.

	<b>Critério 1</b>	<b>Critério 2</b>	<b>Critério 3</b>	<b>Rank</b>	<b>Rank Normalizado</b>
<b>Alternativa A</b>	14,46%	10,36%	27,80%	52,62%	62,28%
<b>Alternativa B</b>	4,19%	12,91%	3,27%	20,37%	24,11%
<b>Alternativa C</b>	2,36%	2,17%	1,36%	5,89%	6,97%
<b>Alternativa D</b>	2,44%	1,64%	1,53%	5,62%	6,65%

## 4 Metodologia

Neste capítulo será apresentada a metodologia utilizada para aplicar o Processo Analítico Hierárquico ao aplicativo Clinio e o passo-a-passo para chegar ao objetivo de auxiliar no processo de escolha dos médicos pelos usuários, dos dados necessários aos algoritmos utilizados.

### 4.1 Hierarquia do Processo Analítico Hierárquico

O Processo Analítico Hierárquico foi escolhido para auxiliar no processo de escolha de um profissional dentre uma lista vasta de profissionais, devido a sua simplicidade em ser aplicado em casos que demandam apoio à decisão multicritérios como foi visto no Capítulo 3. A seguir serão descritos os processos das etapas do AHP que foram implementadas no aplicativo.

A primeira etapa do processo definida por SAATY (2008) é a decomposição do problema em hierarquia que desejamos analisar, com critérios e alternativas para alcançar o objetivo de encontrar um médico ideal para uma consulta. Para definir os critérios foi necessário realizar uma pesquisa com usuários para entender as suas preferências.

#### 4.1.1 Critérios

Para obter as preferências dos usuários foi realizada uma pesquisa com diferentes perfis para coletar os dados necessários para o algoritmo do AHP, o formulário criado está disponível no Apêndice A. Na Figura 2 estão todas as etapas do processo da pesquisa que serão detalhadas a seguir.



Figura 2 – Etapas do processo de obtenção dos dados da pesquisa.

Nessa primeira etapa o formulário foi divulgado para pessoas de diferentes perfis, com o objetivo de obter o maior número de respostas possíveis necessários para

traçar uma preferência em comum. Ao todo, 96 respostas foram obtidas.

Com os resultados do formulário foi possível separar 8 grupos por faixa etária e por sexo, como mostra a Figura 3. As faixas etárias foram escolhidas com uma diferença de 15 anos entre elas, partindo dos usuários maiores de idade e finalizando nos usuários idosos acima de 60 anos, dessa forma é possível obter grupos de jovens, adultos jovens, adultos e idosos. Um dos critérios utilizados para definir os grupos seriam as diferentes condições financeiras ao longo da vida dos usuários, baseando-se no fato de um adulto teria maiores condições de pagar por uma consulta de maior valor que um jovem além das preferências distintas.

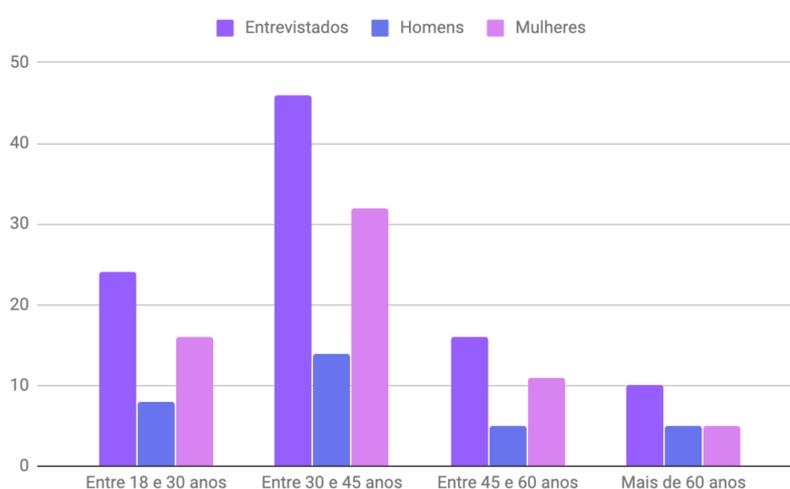


Figura 3 – Distribuição dos entrevistados por faixa etária.

Com os 8 grupos de usuários formados, foi perguntado sobre a preferência do gênero de profissional, visto que algumas mulheres teriam preferência por médicas para receber em suas casa, se a foto do médico desempenhava papel importante na escolha, qual o tempo de espera eles consideram aceitável para definir o raio de cobertura máximo para o aplicativo, qual a faixa de idade do médico eles teriam preferência, buscando saber se médicos mais experientes recebem maior atenção e o preço da consulta que eles acham razoável pagar para ter um serviço de médico em casa. Além dessas perguntas foi também solicitado o grau de importância de cada critério avaliado para os entrevistados, dessa forma podemos definir para cada grupo formado quais critérios influenciam mais na escolha deles.

Pode ser inferido pelo gráfico da Figura 4 que os critérios que mais contribuem para a escolha de um profissional são o preço da consulta, a distância e tempo que levaria para chegar e a idade do médico que está relacionado com a experiência dele. Os critérios gênero e foto do médico não serão utilizados por motivos éticos e porque apresentaram a menor nota de relevância de acordo com os entrevistados. Cada grupo de usuário possuirá um peso diferente para cada critério conforme as preferências

predefinidas.

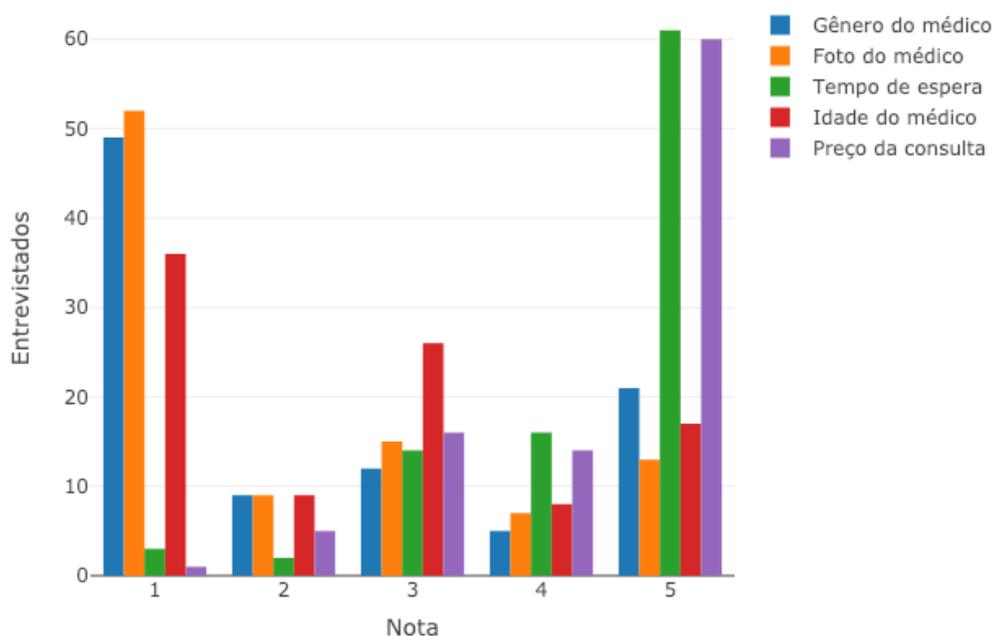


Figura 4 – Nota da relevância dos critérios avaliados pelos entrevistados.

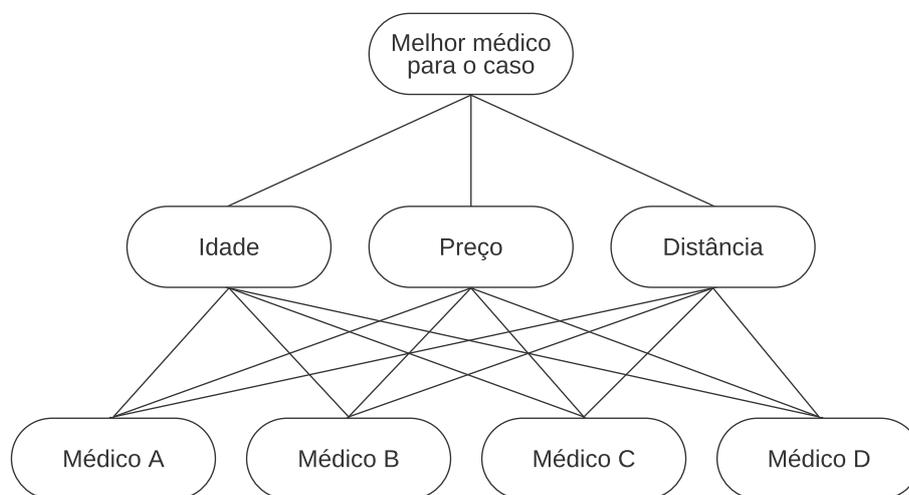


Figura 5 – Decomposição do problema em hierarquia.

A pesquisa realizada se mostrou bastante útil nesta primeira etapa do processo, pois com base nos resultados obtidos foi possível inferir a matriz de comparação dos critérios para cada um dos oito grupos de usuário levando em consideração suas respostas e o grau de relevância daquele critério para cada grupo.

Para o grupo de homens de 18 a 30 anos, preço e distância eram os critérios com maior peso em relação ao critério idade, e ambos era igualmente relevantes, como mostra a Figura 6. Dessa forma foi possível criar uma matriz de comparação dos critérios referente a esse grupo como mostra Tabela 8. As outras matrizes de comparação

dos critérios dos demais grupos foram definidas seguindo o mesmo processo de leitura dos dados do gráfico.

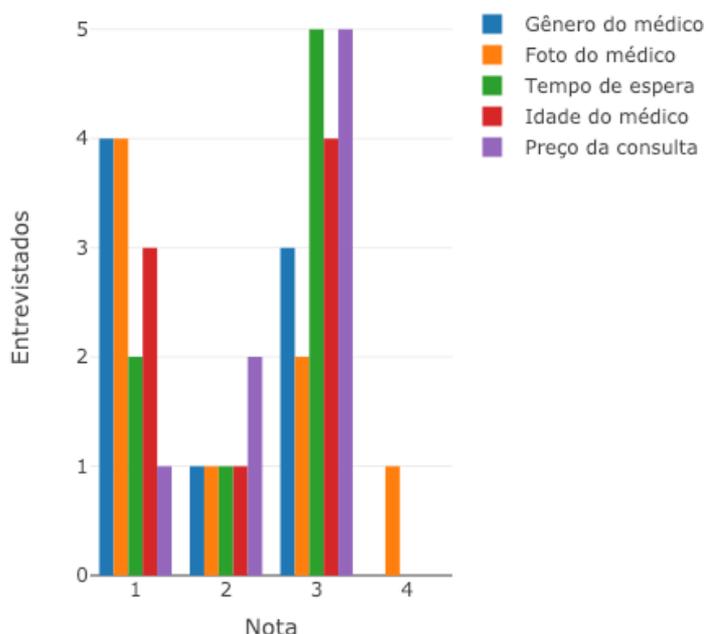


Figura 6 – Relevância dos critérios avaliados por homens de 18 a 30 anos.

Tabela 8 – Matriz de comparação dos critérios para homens de 18 a 30 anos

	Idade	Preço	Distância	Autovetor	Autovetor Normalizado
<b>Idade</b>	1	1/9	1/9	0,231	5,26%
<b>Preço</b>	9	1	1	2,080	47,37%
<b>Distância</b>	9	1	1	2,080	47,37%
<b>Total</b>	19	2,11	2,11	4,391	100%
$\lambda_{max} = 3,000 \quad IC = 0,000 \quad IR = 0,52 \quad RC = 0,00\%$					

Baseado na idade e gênero do usuário que está solicitando a consulta é utilizada uma estimativa para as comparações paritárias para gerar uma recomendação inicial dos melhores médicos que será o ponto de partida para as fases seguintes do AHP de recomendações dos médicos.

A limitação e o viés da pesquisa realizada pela Internet para realizar as estimativas das matrizes de comparação ocorrem por não poder realizar uma pesquisa considerando as técnicas formais de amostragens devido ao tempo. Dessa forma, os valores pode não representar os usuários finais do aplicativo, assim, levando em consideração essa limitação foi disponibilizado para o usuário a opção de realizar uma nova avaliação dos critérios. Para trabalhos futuros essa matriz de comparação poderia aprender com as avaliações dos usuários reais em produção.

### 4.1.2 Alternativas

As alternativas da nossa hierarquia serão compostas pelos médicos disponíveis na base de dados. Para realizar as validações dos métodos propostos nesse trabalho, apenas os dados dos médicos serão utilizados como entradas para os algoritmos desenvolvidos. A primeira tarefa é entender os dados e definir quais serão necessários para a execução deste trabalho. A base de dados de médicos do Clinio foi utilizada no desenvolvimento, mas devido ao pouco tempo de vida do Clinio a base de dados não é expressiva.

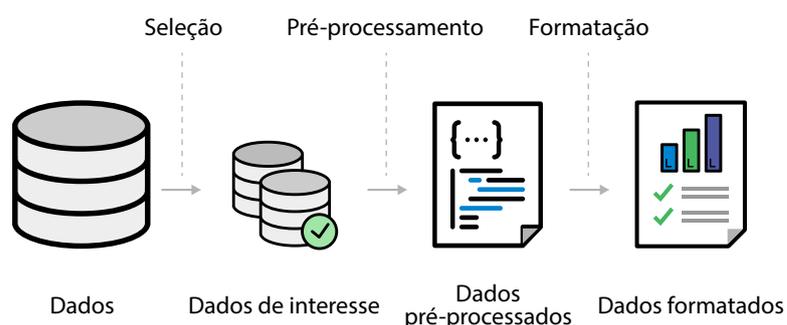


Figura 7 – Etapas do processo de obtenção dos dados.

Porém, os dados pessoais dos médicos na base de dados não teriam finalidade alguma para o desenvolvimento do modelo proposto. Na Figura 7 são descritas as etapas do processo de obtenção dos dados formatados para serem utilizados na pesquisa.

Primeiro será feito o pré-processamento para selecionar os dados de interesse, com o objetivo obter os médicos que possuem todos os dados necessários e eliminando os médicos inválidos devido a dados faltosos, assim como eliminar todos os usuários não médicos da base que não fazem parte do escopo da pesquisa.

Foi realizada a limpeza e tratamento dos dados pessoais da base como nomes, endereço, dados bancários, documentos, telefones entre outros, mantendo apenas os itens de interesse para identificar o perfil de cada médico, são eles: Idade, sexo, suas aptidões para realizar consultas e especialidades e sua informação geográfica de latitude e longitude. A Informação da localização não foi considerada um dado sensível do médico pois ela representa a posição no momento que ele abriu o aplicativo pela última vez. Dados inválidos e faltosos da base também foram formatados para garantir a padronização necessária dos sintomas informados pelos médicos, para que todos eles tivessem a categorização adequada.

Foi preciso inserir também os valores que o médico cobra por consulta, que é uma das regras da regulamentação do CFM para aplicativos de saúde sob demanda. Como o Clinio tem um valor de consulta fixo de 119 reais, esse dado por médico faltava,

mas deverá fazer parte da versão final no aplicativo conforme o valor da consulta for escolhido por cada médico após a regulamentação. Para fins de validação do AHP foi então definido um valor para as consultas de cada médico. A Tabela 9 representa os valores da consulta padronizados baseando-se na faixa etária dos médicos.

Tabela 9 – Valor da consulta por faixa etária.

<b>Faixa etária</b>	<b>Valor da consulta</b>
25 ou menos	R\$ 119,00
Entre 25 e 35 anos	R\$ 139,00
Entre 35 e 45 anos	R\$ 159,00
Entre 45 e 55 anos	R\$ 179,00
55 ou mais	R\$ 199,00

Também foram adicionados avatares para substituir a foto do perfil do médico, preservando sua identidade e simulando a identificação dos diferentes médicos da plataforma por gênero e etnias com o objetivo de simular o cenário mais próximo da realidade preservando os dados do médico. Para a atribuição de cada avatar para um perfil de médico, foi usado apenas o gênero informado para definir se receberia um avatar feminino ou masculino.

#### 4.1.2.1 Entendendo os Dados

Após a etapa de pré-processamento dos dados teremos os dados necessários para a etapa de processamento, onde os algoritmos utilizados neste trabalho vão gerar as recomendações. Ao todo, a base conta com 143 perfis de médicos, que conforme a Figura 8 gerada através do [Google Mapas \(2018\)](#).

A distribuição de médicos por faixa etária na base pode ser visto na Figura 9. Dos 143 médicos disponíveis, mais de 60% é do sexo masculino e quase 70% dos médicos cadastrados tem entre 25 e 35 anos.

Para os 10 sintomas que os médicos cadastrados informaram interesse em atuar, é possível notar que boa parte dos médicos atuam em mais de um caso, já que são casos de baixa complexidade que é uma das propostas do Clinio inicialmente e os médicos tem interesse em atuar em mais casos para atingir mais pacientes. O caso mais reportado foi gripe e resfriado com 141 médicos disponíveis. O caso de menor atuação é manchas na pele, ainda assim possui 121 dos 143 médicos disponíveis. Todos os casos disponíveis englobam médicos generalistas, no entanto, os médicos informam o interesse em atender certos casos. Toda a disposição dos casos de atuação dos médicos da base está presente no gráfico da Figura 10.

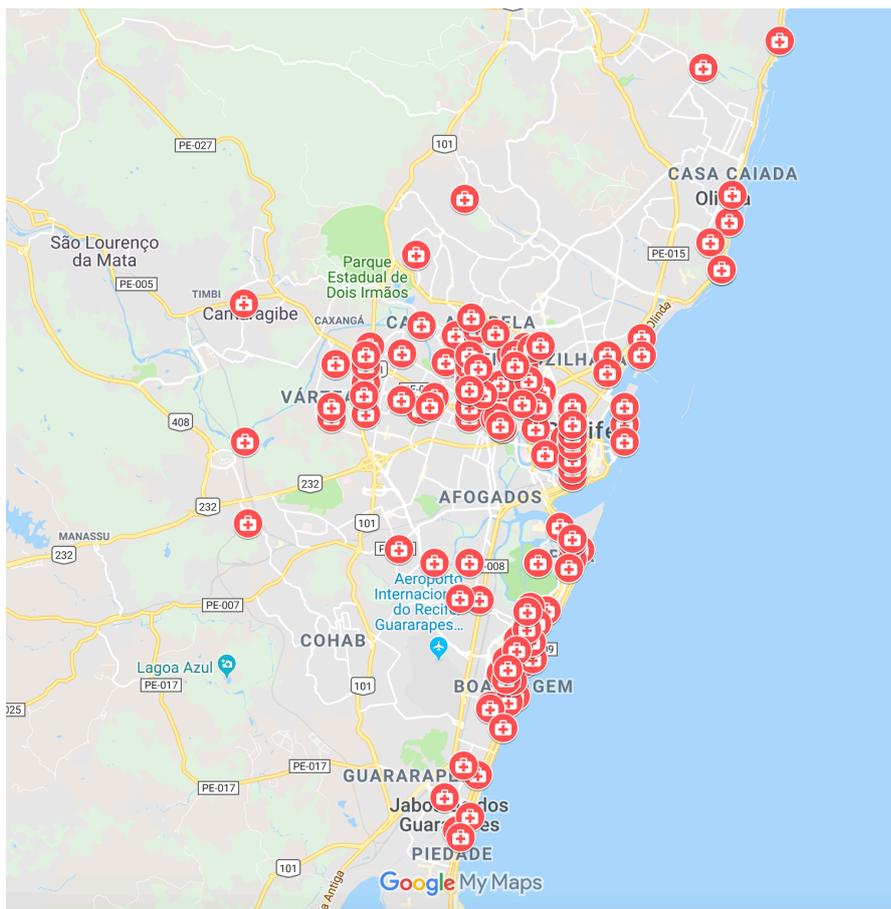


Figura 8 – Mapa da geolocalização dos médicos da base.

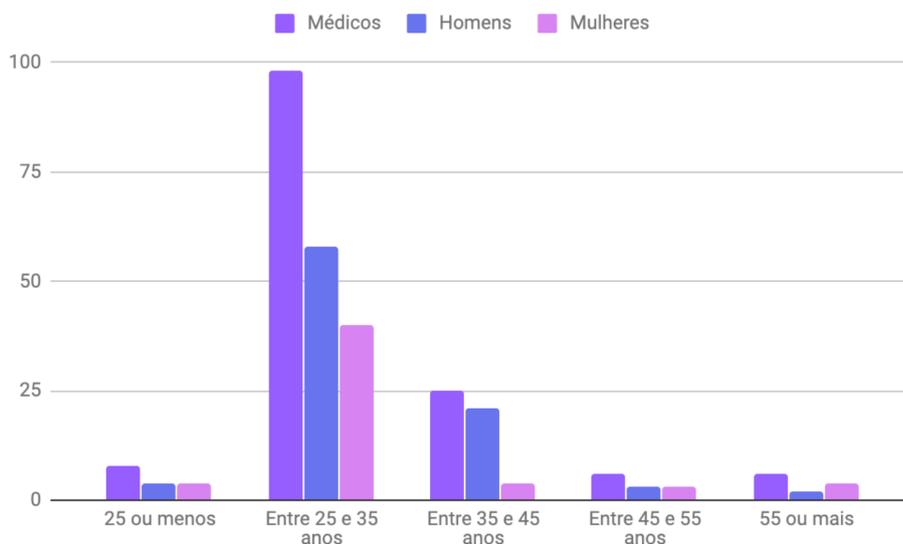


Figura 9 – Distribuição de médicos na base por faixa etária.

#### 4.1.2.2 Filtrando os Médicos

A base conta com 143 médicos disponíveis, mas para aplicar o método AHP e analisar os médicos disponíveis para uma consulta é preciso limitar essa quantidade

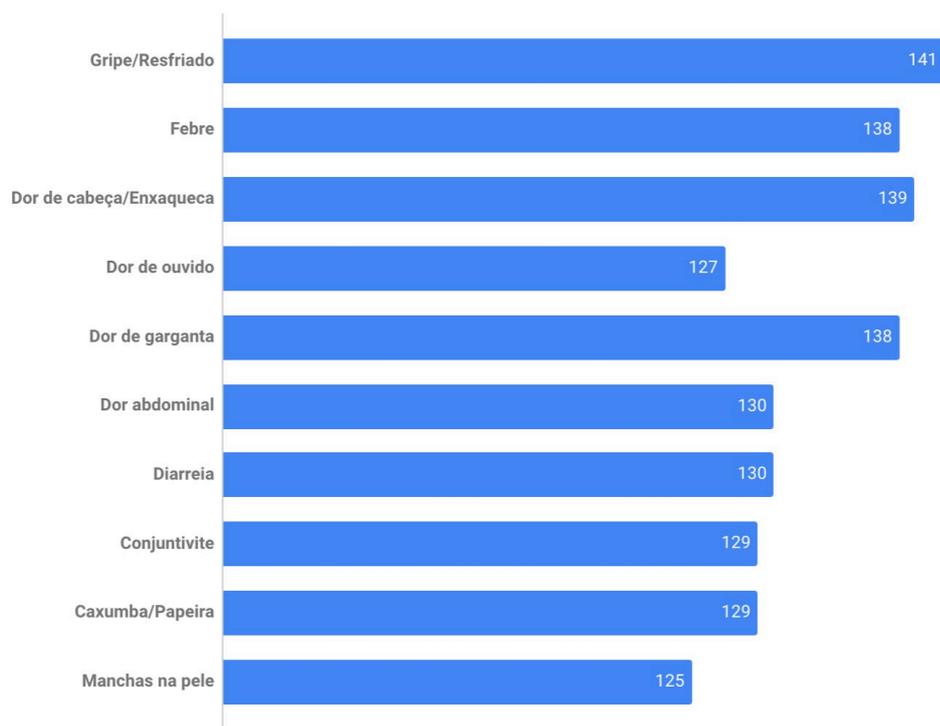


Figura 10 – Gráfico dos casos por médicos atuantes disponíveis no Clinio.

de médicos para garantir o funcionamento adequado do algoritmo do AHP. Uma forma de reduzir significativamente é filtrando os médicos por proximidade geográfica, visto que não seriam úteis para o atendimento os médicos que se encontram muito distantes do paciente, além do tempo para chegar até a casa do paciente e o custo de deslocamento.

Foi então utilizada a fórmula de *Haversine*, que recebe como entrada dois pontos com latitude e longitude definidos, sendo eles a localização do paciente e a localização do médico, para calcular a distância entre os pontos levando em consideração a curvatura da Terra, que por possuir um formato de geoide, não sendo perfeitamente redonda, mas o erro no cálculo é insignificante para o nosso objetivo. A API do *Google Maps* não foi utilizada para evitar realizar diversas requisições que dependem da Internet para evitar possíveis falhas na resposta. A fórmula de *Haversine* é descrita pela Equação 4.1.

$$dist(p_1, p_2) = 2r \cdot \arcsin \left( \sqrt{\sin^2 \left( \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2} \right) + \cos(\varphi_1) \cdot \cos(\varphi_2) \cdot \sin^2 \left( \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \right)} \right) \quad (4.1)$$

Onde  $\varphi_1$  e  $\varphi_2$  correspondem a latitude do paciente ( $p_1$ ) e do médico ( $p_2$ ) e  $\lambda_1$  e  $\lambda_2$  correspondem a longitude do paciente ( $p_1$ ) e do médico ( $p_2$ ) e  $r$  o raio da Terra. Desta forma é possível reduzir a lista de 143 médicos para apenas os médicos que estiverem num raio de 10 quilômetros em relação ao paciente.

Foi então utilizado um algoritmo onde é comparado a lista de sintomas reportados pelos médicos com a lista de sintomas reportados pelo paciente para obter a semelhança dos sintomas. Para isso, foi utilizada a fórmula de *Simple Matching Coefficient* (SMC), em português Coeficiente de Correspondência Simples, que através de uma comparação com essas duas lista resulta neste coeficiente. A Equação 4.2 representa o SMC:

$$dist(v_1, v_2) = \frac{p + s}{t} \quad (4.2)$$

onde  $p$  é dado pelos sintomas mutualmente presentes nos casos do médico ( $v_1$ ) e nos sintomas reportados pelo paciente ( $v_2$ ),  $s$  representa a os sintomas mutualmente ausentes para os dois e  $t$  é o total de sintomas utilizados para essa comparação, que no caso são 10 sintomas.

Tabela 10 – Exemplo Coeficiente de Correspondência Simples (SMC).

Sintomas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Médico	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
Paciente	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0

Utilizando os valores da Tabela 10 como exemplo para calcular o SMC, temos que os valores 0 representam ausência e 1 presença de um dos 10 sintomas ( $t$ ) na lista de sintomas do médico ( $v_1$ ) e a lista de sintomas reportados pelo paciente ( $v_2$ ) para a consulta.

Os sintomas mutualmente presentes ( $p$ ) em ambos são os sintomas 2 e 7, logo o valor de  $p$  será 2. Os sintomas mutualmente ausentes ( $s$ ) em ambos são os sintomas 1, 3, 6, 8, 9 e 10, logo o valor de  $s$  será 6. Na Equação 4.3 representa o cálculo do SMC para o exemplo da Tabela 10.

$$dist(v_1, v_2) = \frac{2 + 6}{10} = 0.8 = 80\% \quad (4.3)$$

Com esse índice obtido através do SMC e pela recomendação pela distância utilizando a fórmula de *Haversine* é possível filtrar da lista dos 143 médicos os que mais correspondem aos sintomas informados pelo paciente, aqueles que obtiveram uma correspondência de 50% ou mais no SMC e estiver num raio de 10 quilômetros do paciente.

## 5 Sistema Doc+

Este capítulo demonstra o sistema desenvolvido no Clinio e resultados obtidos na implementação do Processo Analítico Hierárquico descrito no Capítulo 3, além da interface, funcionalidades, software, hardware e tecnologias utilizadas no desenvolvimento.

### 5.1 Plataforma e Infraestrutura

O aplicativo Clinio foi desenvolvido pela *startup* pernambucana Epitrack utilizando o *framework React Native*<sup>1</sup> criado pelo *Facebook* para desenvolvimento de aplicativos móveis nativos tanto para *Android* quanto para *iOS*, utilizando *JavaScript* e *React*. A eficácia de desenvolver um aplicativo para duas plataformas ao mesmo tempo economiza tempo de desenvolvimento, podendo lançar produtos de forma mais rápida no mercado. Essa é a realidade das *startup* com times enxutos de desenvolvedores e entrega alta de produtos e por esse motivo a escolha por um *framework* de desenvolvimento móvel híbrido. Mas não apenas *startups* utilizam o *React Native*, no site do *framework* é indicado outras empresas grandes que fazem uso de desenvolvimento híbrido, dentre elas o próprio *Facebook* e outras empresas como *Tesla*, *Uber*, *Walmart*, *Skype*, *Instagram* entre outras.

Já para a infraestrutura foi utilizado o *Firebase*<sup>2</sup>, ferramenta do *Google* que junta diversos serviços que facilitam a integração de diversos serviços como autenticação, banco de dados em tempo real, armazenamento na nuvem, aprendizagem de máquina, análise de falhas, monitoramento de desempenho e testes, servidores de códigos *back-end* entre outros.

A vantagem de utilizar o *Firebase* para o projeto foi não precisar lidar com a criação e gerenciamento de uma *API* em um servidor e lidar com autenticação dos usuários. O *Firebase* disponibiliza os *Cloud Functions* para executar código *back-end* sempre que uma nova solicitação de consulta for criada, contando com o banco de dados em tempo real que é necessário para a integração dos aplicativos do paciente e do médico sempre que essa solicitação é alterada.

<sup>1</sup> React Native - <https://facebook.github.io/react-native/>

<sup>2</sup> Firebase - <https://firebase.google.com/>

## 5.2 Telas e Funcionalidades

A *interface* do aplicativo Clinio foi usada como referência para que as novas telas desenvolvidas fossem integradas com facilidade ao estilo do aplicativo. Além das telas novas também foram remodeladas algumas telas do antigo fluxo para se adequar as novas funcionalidades do AHP que foram implementadas. Serão apresentadas telas do aplicativo seguindo o novo fluxo completo sugerido por esse trabalho.

### 5.2.1 Solicitar Consulta

As telas iniciais que o usuário utilizará para realizar uma consulta solicita que ele informe os sintomas que ele deseja reportar para receber atendimento médico domiciliar e sua localização. Com essas informações é realizada uma busca nos 143 médicos disponíveis para obter uma lista com os médicos que atendem as regras.

As duas regras definidas para a recomendação inicial filtra os médicos que estão dentro de um raio de 10 quilômetros da localização do paciente, dado pela fórmula de *Haversine*, e a similaridade dos sintomas de pelo menos 50% entre médico e paciente dada pela fórmula de SMC. Essas fórmulas estão detalhadas na subseção 4.1.2.2.

Na tela de solicitação de consulta é possível escolher mais de um sintoma, isso serve para escolher o médico com afinidade no tratamento deste sintoma e para informá-lo qual tipo de caso ele vai cuidar antecipadamente. A tela foi remodelada conforme Figura 11. A API do *Google Maps* foi utilizada para mostrar o mapa na nova tela remodelada conforme a Figura 12 e a localização do dispositivo informa a longitude e latitude.

### 5.2.2 Listagem dos Médicos Recomendados

Após informado os sintomas e a localização do paciente, é retornado para o aplicativo uma listagem dos médicos recomendados baseado na distância e similaridade com relação aos sintomas como descrito na subseção 5.2.1. Como pode ser visto na Figura 13.

Para gerar a recomendação foi calculado o SMC de todos os médicos com relação aos sintomas reportados pelo pacientes, usando como critério de aceitação os médicos com similaridade igual ou maior que 50%, como pode ser visto na Tabela 11.

Onde 1 representa presença do sintoma e 0 ausência do sintoma. Analisando os sintomas de atendimento dos médicos com os sintomas reportados pelo paciente, temos que  $p$  é o número de vezes o sintoma está presente em ambos e  $s$  a quantidade de vezes que o sintoma está ausente em ambos. O *SMC* é definido pela soma de  $p$  e  $s$  dividido pelo total de sintomas, no nosso caso, 10 sintomas. A lista de médi-



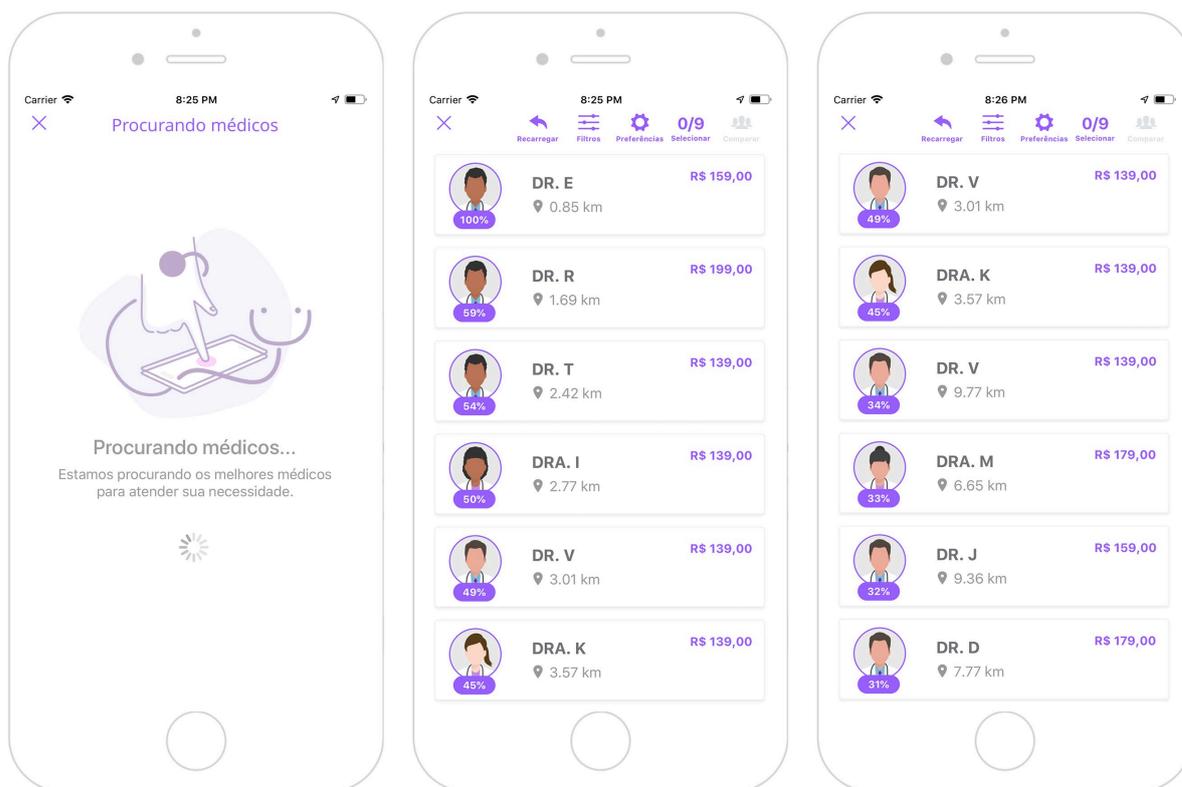


Figura 13 – Telas com listagem dos médicos recomendados.

Tabela 11 – Cálculo do Coeficiente de Correspondência Simples (SMC).

Sintomas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	p	s	SMC
<b>Dr. E</b>	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	2	4	60%
<b>Dr. R</b>	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	2	5	70%
<b>Dr. T</b>	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	2	3	50%
<b>Dra. I</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7	80%
<b>Dr. V</b>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	80%
<b>Dra. K</b>	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	2	6	80%
<b>Dr. V</b>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	2	4	60%
<b>Dra. M</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7	80%
<b>Dr. J</b>	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	2	5	70%
<b>Dr. D</b>	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	2	4	60%
<b>Paciente</b>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0			

cos recomendados é dada pela distância do médico até o paciente em um raio de 10 quilômetros e com *SMC* acima de 50%.

### 5.2.3 Filtrar Médicos

Ao entrar no perfil do primeiro médico é possível ver mais detalhes sobre ele, como a sua idade, sua classificação, as especialidades do médico, o preço que ele

cobra pela consulta e uma breve descrição da distância e o possível tempo de espera, como mostra a Figura 14.

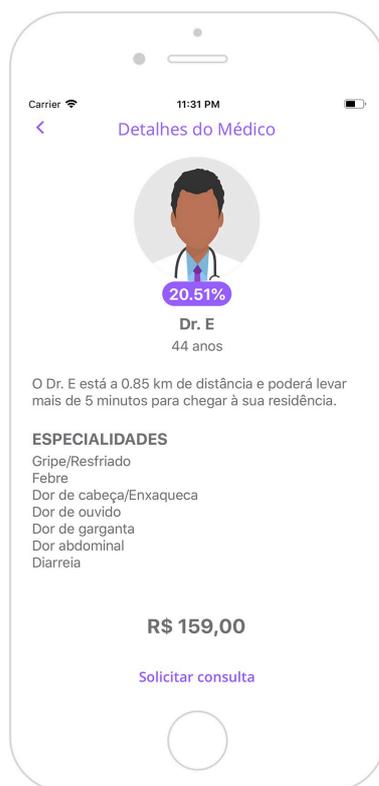


Figura 14 – Tela com perfil do médico.

É possível observar que os dois sintomas reportados pelo paciente, gripe/resfriado e dor de cabeça/enxaqueca, são responsáveis por ele obter um índice de similaridade acima de 50%, além dos outros sintomas que estão ausentes em ambos.

Um filtro foi adicionado para auxiliar o usuário quando a listagem dos médicos for extensa. É possível escolher o gênero do médico, o valor máximo da consulta, a distância máxima até o médico e a idade máxima. No exemplo foram filtrados médicos que estão num raio de 3 quilômetros e com idade máxima de 60 anos, resultando em apenas 4 dos 10 médicos a serem analisados, como mostra a Figura 15.

#### 5.2.4 Comparações Paritárias dos Critérios

Na Figura 16 é apresentado o componente utilizado para realizar as comparações entre pares utilizando a escala de SAATY (1990). Azul sendo a cor neutra onde ambos os itens recebem valor 1, verde quando o item tiver maior importância sobre o outro e o valor recíproco representado pela cor vermelha. Quando o usuário inserir inconsistências na definição das preferências uma mensagem é exibida ao usuário quando a razão de coerência não está dentro dos valores ideais.

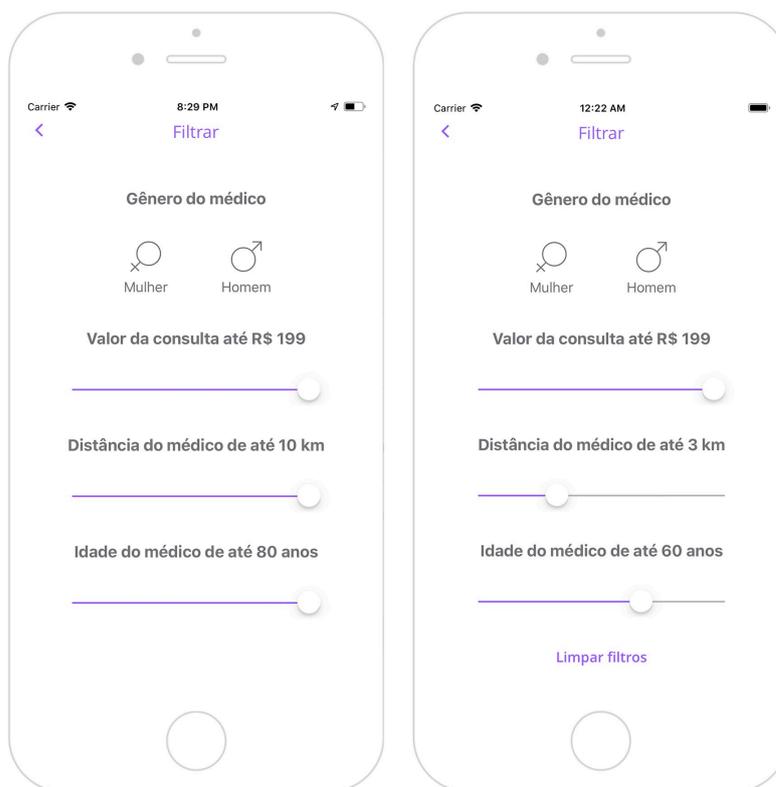


Figura 15 – Tela de filtro.

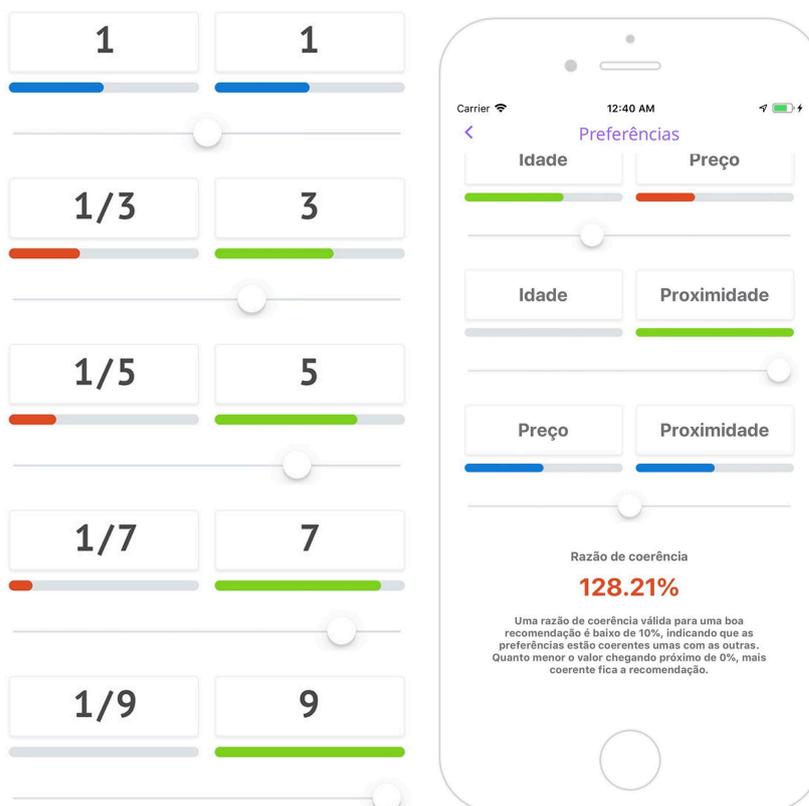


Figura 16 – Componente de comparações e mensagem de inconsistência.

Como o AHP busca auxiliar nas decisões baseando-se nas preferências do usuário, foi então sugerida a opção no aplicativo de alterar as comparações paritárias dos critérios predefinidas, deixando o usuário mais no controle das preferências que influenciam na sua decisão, como mostra a nova avaliação das preferências da Figura 17. O resultado das novas preferências já com filtro aplicado pode ser visto na Figura 18.

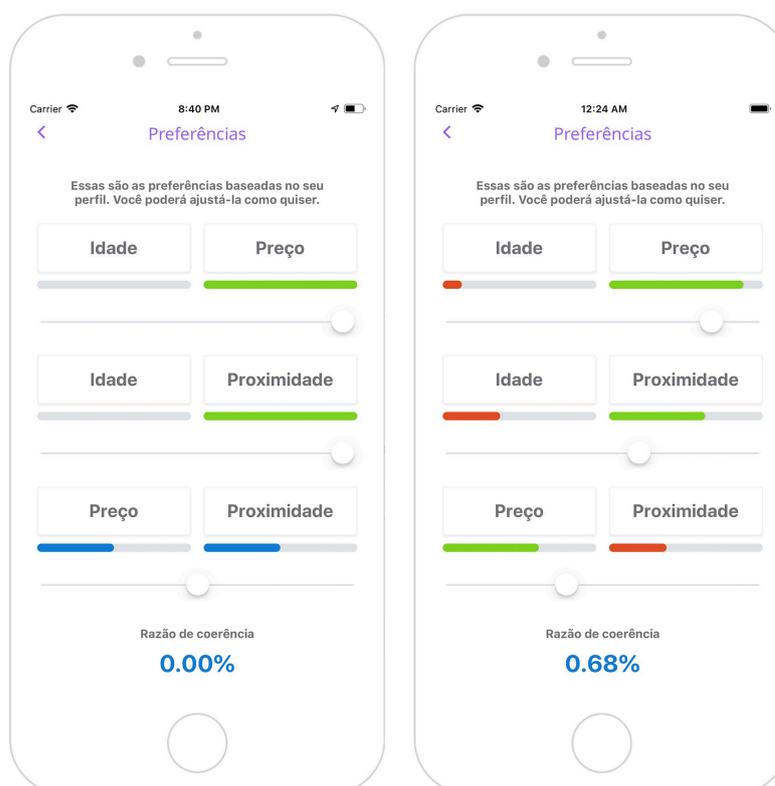


Figura 17 – Tela das preferências predefinidas e ajustadas.

### 5.2.5 Comparações Paritárias das Alternativas

Na fase final do AHP foi implementado a seleção dos médicos para realizar a etapa da comparação paritária entre eles com relação aos critérios. Quatro médicos foram selecionados para realizar as comparações paritárias, como mostra a Figura 18.

Segundo [GODOI \(2014\)](#), o processo de julgamentos paritários, quando adequados, garantem uma análise dos resultados correta e consistente, mas existem dificuldades já observadas por outros autores com relação ao máximo de alternativas sendo julgadas.

[NUNES e CHAMON \(2006\)](#) relataram a dificuldade de se manter uma noção de grandeza para os critérios que estão sendo julgados, fazendo o tomador de decisão buscar referências de proporção para os seus julgamentos.

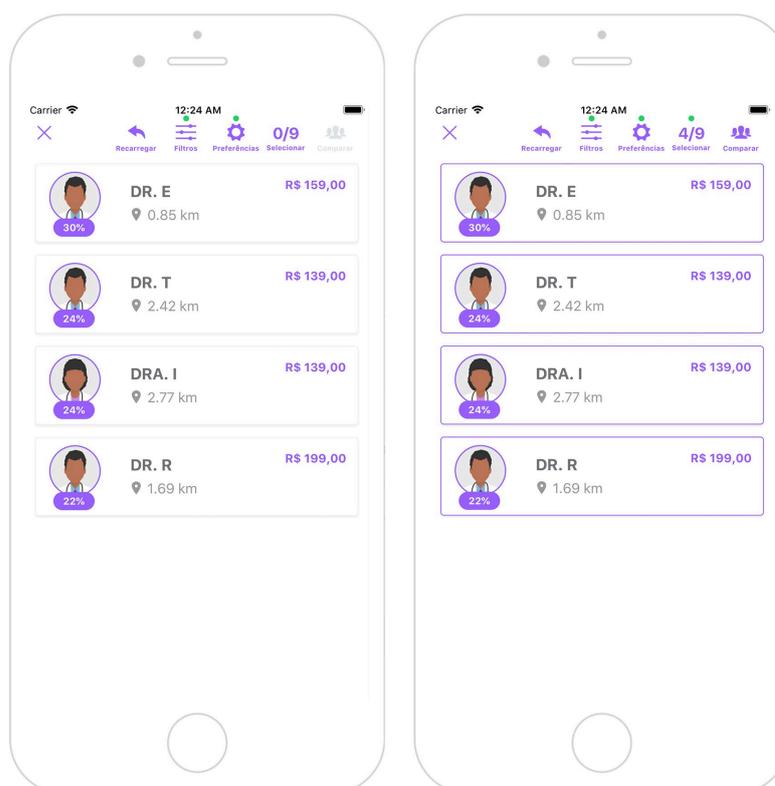


Figura 18 – Tela dos resultados após novas preferências e médicos selecionados.

Para [GOMES \(2007\)](#), existe uma dificuldade imposta pela escala linear no momento de converter as comparações linguísticas para os valores da escala. A quantidade de comparações realizadas interfere na consistência dos julgamentos.

Foi então definido que o número mínimo para realizar as comparações seriam de 3 médicos e o máximo de 9 médicos, evitando inconsistência dos julgamentos e a necessidade de realizar muitas comparações.

A matriz de comparações paritárias dos critérios em conjunto com a matriz de decisão ajuda a ranquear os principais médicos para facilitar a escolha dos principais a serem avaliados na etapa final do processo. Assim como a comparação entre critérios, a razão de coerência acima de 10% indica inconsistência nas comparações realizadas. O processo de comparações paritárias do AHP foi aplicado para as alternativas, realizando comparações entre os médicos.

A Figura 19 refere-se as telas para realizar às comparações dos médicos baseando-se nas idades, onde os usuários poderão escolher entre o médico da esquerda ou direita informando qual deles tem maior importância sobre o outro e o grau de preferência, deslizando o *slider* em direção ao médico no qual possui maior importância. Na Tabela 12 estão os valores referentes à razão de coerência e autovetor do critério idade que serão usados para obter a matriz de decisão final.

Quanto maior for a distância, conseqüentemente maior será o tempo de espera pela médico. Com base nesses dados para realizar as comparações o paciente poderá relativar o tempo de espera e a preferência por um dos médicos. Foi realizado também para as comparações de preços para obter o resultado final.

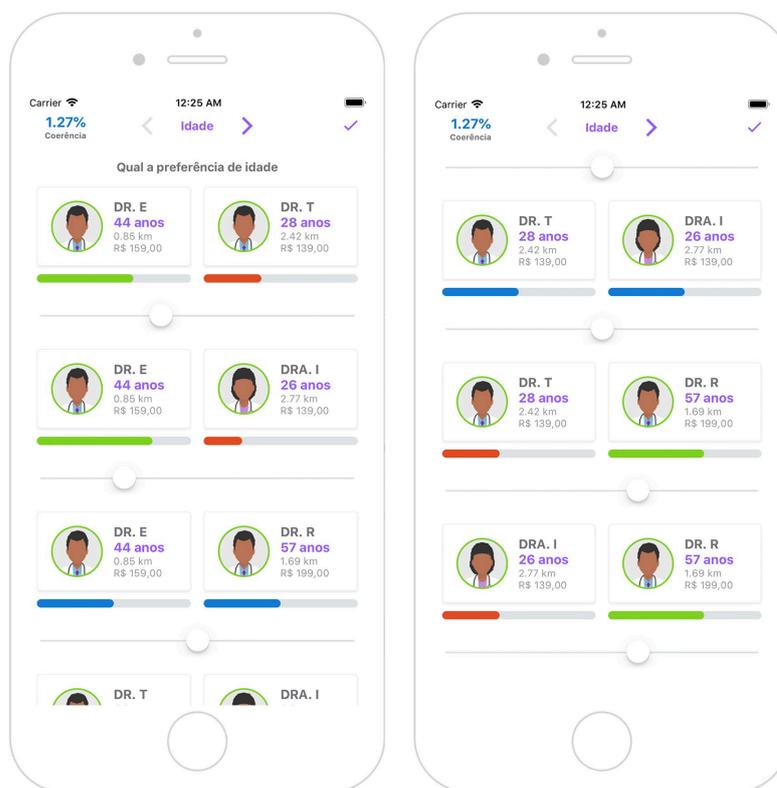


Figura 19 – Telas de médicos selecionados para comparações paritárias de idade.

Tabela 12 – Matriz de comparações paritárias dos médicos para a idade.

Idade	Dr. E	Dr. R	Dr. T	Dra. I	Autovetor	Autovetor Normalizado
<b>Dr. E</b>	1	1	3	5	1,968	41,12%
<b>Dr. R</b>	1	1	3	3	1,732	36,19%
<b>Dr. T</b>	1/3	1/3	1	1	0,577	12,06%
<b>Dra. I</b>	1/5	1/3	1	1	0,508	10,62%
<b>Total</b>	2,533	2,667	8	10	4,786	100%
$\lambda_{max} = 4,034 \quad IC = 0,0113 \quad IR = 0,89 \quad RC = 1,27\%$						

### 5.2.6 Matriz de Decisão

Após definidas as preferências para cada um dos médicos com relação aos três critérios avaliados, foram utilizados os autovetores das matrizes de decisão dos critérios para obter a matriz de decisão final. Os autovetores são relacionando com os valores normalizados dos médicos com relação a matriz de comparações dos critérios.

A Matriz de decisão final com os valores que auxiliarão os usuários na tomada de decisão pode ser visto na Tabela 13. O usuário tem acesso a lista de médicos com a porcentagem referente ao rank normalizado, em ordem de classificação.

Tabela 13 – Matriz de decisão final do AHP para o Exemplo.

	Idade	Preço	Distância	Rank	Rank Normalizado
<b>Dr. E</b>	11,67%	3,69%	26,97%	42,34%	46,48%
<b>Dr. R</b>	13,31%	1,32%	5,58%	20,21%	22,19%
<b>Dr. T</b>	2,18%	10,94%	1,38%	14,50%	15,92%
<b>Dra. I</b>	1,78%	10,94%	1,31%	14,03%	15,41%
<b>Total</b>				91,08%	100%

Na Figura 20 é disponibilizado a posição da classificação dos quatro médicos que foram comparados. O *Dr. E* na recomendação inicial já estava na primeira posição da classificação após as duas etapas do AHP, mas o *Dr. R* que na recomendação inicial após a primeira etapa estava em quarto e passou para a segunda posição da classificação na segunda etapa do AHP, voltando assim para a ordem da recomendação inicial, isso mostra a consistência dos julgamentos do processo e a importância de realizar todos os processos corretamente.

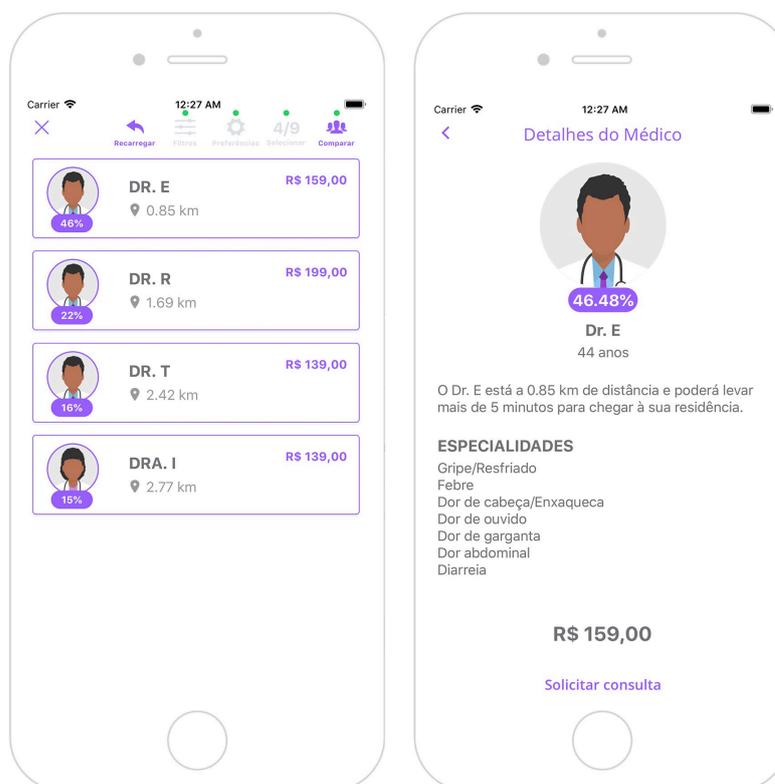


Figura 20 – Tela com o resultado final e perfil do médico com maior nota.

### 5.2.7 Novas Preferências

Para realizar um comparativo dos resultados ao definir novas preferências, o critério idade foi colocado como de maior importância sobre preço e proximidade. Ao contrário do resultado anterior no qual preço e distância eram preferências dominantes sobre o critério idade.

O critério idade foi definido com maior importância sobre os demais. A razão de coerência das preferências dos critérios é de 1,21%, sendo considerada uma consistência adequada. Foi mantida a coerência pelo critério idade nas comparações paritárias das alternativas, obtendo uma razão de coerência de 3.82% para as comparações sobre idade, 2.16% para as comparações sobre distância e 2.89% para preço.

Comparando com o primeiro resultado obtido, a ordem da classificação dos médicos é exatamente a mesma, mas os valores do ranking entre o primeiro e segundo lugar estão mais próximos, com 46% e 44%, devido a idade do médico em segundo lugar ter elevado sua pontuação. Já os médicos jovens, que cobram menos pela consulta e estão localizados mais distante receberam uma classificação de apenas 5% em decorrência aos seus atributos.

### 5.2.8 Inconsistências

É possível obter resultados indesejados quando a coerência nas comparações não for adequada. Para realizar uma comparação com os resultados anteriores utilizando como exemplo para apresenta inconsistência nas etapas do método AHP. Com uma razão de coerência de 683.76%, bem acima dos 10% indicados por SAATY (2005) é possível obter um resultado final com inconsistência da aplicação do método AHP.

O resultado obtido foi que a médica mais jovem e que levará mais tempo para chegar até o paciente, devido sua distância, foi indicada com 37%. A segunda opção com 29% representa um médico mais experiente que consequentemente tem um valor de consulta mais elevado. É possível observar a discrepância entre o primeiro e segundo colocado com relação aos seus atributos. Comparado ao resultado ideal, a última alternativa troca de posição com o primeiro lugar, demonstrando que o objetivo principal do método em auxiliar o usuário na tomada de decisão não foi cumprido.

## 5.3 Resultados e Conclusões

Inicialmente, analisando as recomendações geradas para o paciente dado seus sintomas e localização é possível obter uma listagem resumida de médicos que atendem diretamente os casos reportados pelo paciente, garantindo pelo menos 50% de correspondência entre os sintomas reportados e os sintomas que o médico atende.

A utilização do coeficiente de correspondência simples (SMC) ajuda a filtrar a lista de médicos para que apenas os médicos de interesse no caso do paciente sejam disponibilizados.

Outro filtro aplicado na recomendação inicial é o de distância dos médicos disponíveis na plataforma, obtido através da aplicação da fórmula de *Haversine* para selecionar apenas os médicos que estavam a 10 quilômetros do paciente. Como foi observado, outros aplicativos que disponibilizam serviços similares não oferecem nenhum tipo de filtro com base no sintoma reportado ou proximidade, criando assim uma barreira inicial que dificulta na utilização de aplicativos de saúde sob demanda para os pacientes que necessitam de auxílio.

Com base na pesquisa que foi realizada, foi possível obter através dos resultados as preferências por critérios na escolha de um médico assim como o grau de importância do critério para determinado grupo. Esses dados foram utilizados na primeira etapa do processo analítico hierárquico (AHP) para classificar a listagem de médicos em ordem do mais indicado ao menos indicado da listagem.

Já na aplicação do AHP, onde o paciente escolhe alguns médicos para realizar comparações paritárias entre eles, é possível observar que a preferência de um médico por outro resulta em um novo ranqueamento, sendo possível obter uma nova listagem ordenada, visto que ao julgar um médico pelo outro, os critérios são relativados com base nas preferências dos pacientes e ele pode então julgar se a distância maior por um médico que custa mais barato vale mais a pena ou se ele pagará mais por um médico que chegará mais rápido a sua residência. As três etapas de recomendação e apoio à decisão se complementam para auxiliar o usuário em sua escolha, guiando-o e tornando o processo de solicitar um médico em casa uma experiência diferenciada.

## 6 Conclusões Finais

A partir do sistema desenvolvido tendo como base o processo analítico hierárquico (AHP) criado por SAATY (1990) para apoio à decisão multicritério é possível concluir que os objetivos propostos por este trabalho de metodologia teórica foram alcançados com os resultados obtidos no aplicativo da Epitrack de saúde sob demanda que serviu de base do estudo de caso realizado neste trabalho.

É entregue à sociedade uma ferramenta de auxílio na escolha de profissionais de saúde que busca tornar essa tarefa mais fácil para quebrar a barreira do atendimento médico domiciliar através de aplicativos móveis, visto que recomendações médicas atualmente partem de pessoas conhecidas.

Embora seja algo ainda recente e pouco comum o uso de aplicativos de saúde para a maioria da população, com investimento na área e a popularização do serviço será cada vez mais comum pessoas que possuem problemas de locomoção ou carecem de plano de saúde se beneficiarem do atendimento médico domiciliar, fazendo uso de uma ferramenta de apoio à decisão para auxiliar na decisão de qual médico solicitar uma consulta.

### 6.1 Limitações

Como limitação do trabalho, não foi possível obter validação das preferências com usuários reais, visto que não fazia parte do escopo do projeto implementar a solução em produção, onde seria possível através de casos reais coletar as informações das preferências dos usuários e dessa forma melhorar a recomendação, para gerar valores padrões comuns em usuários de mesmo gênero e faixa etária. Através da pesquisa realizada foi possível obter as preferências dos critérios, mas só seria possível validar a qualidade do algoritmo de recomendação em um cenário real onde o usuário está realmente pagando por uma consulta e realizando a escolha do médico através da aparência pela foto do perfil, especialidades, gênero, idade e distância.

O aprendizado automático das preferências foi substituído pela configuração do método de apoio à decisão em todas as fases do processo. Dessa forma, o usuário pode informar suas preferências e realizar comparações para no final obter a recomendação com base nos algoritmos de apoio à decisão multicritério implementados.

## 6.2 Trabalhos Futuros

Para trabalhos futuros, o modelo de recomendação proposto deverá atuar sem que seja necessária a interferência do usuário, para que apenas com as informações passadas pelo usuário de forma implícita seja possível identificar suas preferências e aplicar os algoritmos necessários para gerar uma listagem de médicos recomendados. Dessa forma todos os usuários terão auxílio nas escolhas que demandam mais atenção e poderão fazer uma escolha de maneira mais simples e eficaz que atenda seus objetivos.

Espera-se também que o método seja aplicado no Clinio, produto da Epitrack que apoiou o estudo realizado, e que outras plataformas se inspirem neste trabalho e criem alternativas para que os usuários possam receber recomendações em sistemas na área da saúde de forma tão natural e intuitiva assim como recebem recomendações em plataformas de *streaming* de filmes e séries e lojas de venda de produtos diversos.

## Referências

- ANGUS, A. *Top 10 Global Consumer Trends for 2018 - Emerging Forces Shaping Consumer Behaviour*. [S.l.]: Euromonitor International, 2018. páginas 12
- BRASIL. Conselho Federal de Medicina. *Resolução CFM nº 2.178/2017*. Brasília, DF, 28 de fevereiro de 2018. Diário Oficial da União, 28 de fev. 2018, Seção I, p. 138. Disponível em: <<https://sistemas.cfm.org.br/normas/visualizar/resolucoes/BR/2017/2178>>. Acesso em: 30 nov. 2018. páginas 13
- BRAZ, J. M. B. P. *O MacBeth como ferramenta MCDA para o Benchmarking de Aeroportos*. [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Aeronáutica, Departamento de Engenharia Aeronáutica, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2011. páginas 17
- CARLOTA, V. R. L. *Um Sistema para Leilão Reverso Multiatributo com Apoio à Decisão Multicritério*. Monografia (Bacharel em Sistemas de Informação) - UFRPE, 2015. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B8RYJbnF3vTdV2ZIZHFfSEhEZzg/view>>. Acesso em: 30 nov. 2018. páginas 15
- CÂNDIDO, D. *Um Modelo de Sistema de Recomendação Híbrido de Organizações Não-Governamentais*. Monografia (Bacharel em Sistemas de Informação) - UFRPE, 2018. Disponível em: <[https://drive.google.com/file/d/1VuunwwjLHz-PokyPONCsHlq6wAd\\_OhLQ/view](https://drive.google.com/file/d/1VuunwwjLHz-PokyPONCsHlq6wAd_OhLQ/view)>. Acesso em: 30 nov. 2018. páginas 15
- FORBES. *Health On-Demand Attracts \$1B In Investments*. 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/tccforbes2016>>. Acesso em: 30 nov. 2018. páginas 12
- GODOI, W. d. C. Método de construção das matrizes de julgamento paritários no ahp - método do julgamento holístico. *Revista Gestão Industrial*, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, 2014. páginas 21, 40
- GOMES, L. F. A. M. *Teoria da decisão*. São Paulo, Pioneira Thomson Learning, 2007. páginas 41
- GOOGLE FORMS. *Formulário de pesquisa de preferência dos usuários*. 2018. Disponível em: <<https://goo.gl/forms/XJY1tYEau3RXXRyNE2>>. Acesso em: 30 out. 2018. páginas 50
- GOOGLE MAPAS. *Mapa da geolocalização dos médicos em Pernambuco*. 2018. Disponível em: <<http://bit.ly/tccmaps>>. Acesso em: 30 nov. 2018. páginas 30
- LIBERATORE, M. J.; NYDICK, R. L. The analytic hierarchy process in medical and health care decision making: A literature review. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, 2008. páginas 16
- MED CITY NEWS. *Doctor on Demand adds Goldman Sachs Investment Partners in \$74M Series C round*. 2018. Disponível em: <<https://medcitynews.com/2018/04/doctor-on-demand-telemedicine-funding>>. Acesso em: 24 jan. 2019. páginas 12

- NUNES, L. F.; CHAMON, M. A. Método ahp: pesquisa-ação na pequena empresa. *XIII SIMPEP Bauru*, Universidade de Taubaté - UNITAU, 2006. páginas 40
- PASSOS, A. C. *Definição de um índice de qualidade para distribuidoras de energia elétrica utilizando o apoio multicritério à decisão e análise de séries temporais*. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.17771/PUCRio.acad.17608>>. Acesso em: 29 dez. 2018. páginas 16
- PINHEIRO, P. R.; PINHEIRO, M. C. D.; CASTRO, A. K. A. A multicriteria model applied in the diagnosis of alzheimer's disease: A bayesian network. *IEEE XI International Conference on Computational Science and Engineering*, Universidade de São Paulo - UPS, 2008. páginas 17
- RANGEL, L. A. D.; GOMES, L. F. A. M. O Apoio Multicritério à Decisão na Avaliação de Candidatos. [S.l.]: Produção, v. 20, n. 1, jan./mar. 2010, p. 92-101, 2010. páginas 17, 19
- ROSA, C. R. M.; STEINER, M. T. A.; COLMENERO, J. C. Utilização de processo de análise hierárquica para definição estrutural e operacional de centros de distribuição: uma aplicação a uma empresa do ramo alimentício. *Gestão & Produção*, scielo, v. 22, p. 935 – 950, 12 2015. ISSN 0104-530X. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2015000400935&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2015000400935&nrm=iso)>. páginas 16
- SAATY, T. L. A scaling method for priorities in a hierarchichal structure. *Journal of Mathematical Psychology*, v. 15, p. 234–281, 1977. páginas 20
- SAATY, T. L. The analytic hierarchy process: How to make a decision. *European Journal of Operational Research*, v. 48, p. 9–26, 1990. páginas 18, 19, 38, 46
- SAATY, T. L. *Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks*. [S.l.]: RWS publications, 2005. páginas 19, 21, 22, 44
- SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, v. 1, p. 83–98, 2008. páginas 25
- SILVA, D. M. R. *Aplicação do método AHP para avaliação de projetos industriais*. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Industrial, Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.17771/PUCRio.acad.10385>>. Acesso em: 29 dez. 2018. páginas 15
- VARGAS, R. V. *Using the analytic hierarchy process (ahp) to select and prioritize projects in a portfolio*. Paper presented at PMI® Global Congress 2010 — North America, Washington, DC. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2010. Disponível em: <<https://www.pmi.org/learning/library/analytic-hierarchy-process-prioritize-projects-6608>>. Acesso em: 29 dez. 2018. páginas 19

# APÊNDICE A – FORMULÁRIO

Formulário na plataforma **Google Forms** (2018) responsável pela coleta das preferências dos usuários na Figura 21.

**Pesquisa sobre preferências na escolha de médicos (DOC+)**

Este questionário tem como objetivo o levantamento de dados de perfis de usuários e suas preferências na escolha de serviços médicos proposto no Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal Rural de Pernambuco em parceria com o Clínio, aplicativo de saúde sob demanda de Recife da startup pernambucana Eptrack. Com objetivo final o desenvolvimento de um sistema de recomendação de médicos para a plataforma.

**\*Obrigatório**

**Endereço de e-mail \***

Seu e-mail

**Conheça o Clínio**

O Clínio é um aplicativo de saúde sob demanda que leva um médico até o conforto da sua casa para tratar sintomas como Gripe/Resfriado, Febre, Dor de cabeça/Enxaqueca, Dor de ouvido, Dor de garganta, Dor abdominal, Diarreia, Conjuntivite, Caxumba/Papeira e Manchas na pele. Confira o vídeo oficial do Clínio.

**Perfil do entrevistado**

Nessa seção suas informações serão utilizadas para traçar o perfil de usuário

**Gênero \***

Feminino  
 Masculino

**Faixa etária \***

Entre 18 a 30 anos  
 Entre 30 e 45 anos  
 Entre 45 a 60 anos  
 Mais de 60 anos

**Preferências de escolha**

Nessa seção serão apresentadas perguntas relacionadas as suas preferências ao escolher dentre uma lista de médicos disponíveis para te atender em casa, o que você considera importante para tomar sua decisão.

Telas do aplicativo com lista de médicos a serem escolhidos

**Com relação ao gênero do médico, qual sua preferência? \***

Feminino  
 Masculino  
 Não tenho preferência por sexo

**Qual o grau de importância do gênero do médico na sua escolha? \***

Pouco importante    1    2    3    4    5    Muito importante

**Você observa a foto do médico antes de fazer sua escolha? \***

Sim  
 Não

**Qual o grau de importância da foto do médico na sua escolha? \***

Pouco importante    1    2    3    4    5    Muito importante

**Com relação ao tempo de espera pelo médico, quanto tempo você considera razoável? \***

Até 10 minutos  
 Até 20 minutos  
 Até 30 minutos  
 Até 1 hora  
 Mais de 1 hora

**Qual o grau de importância do tempo de espera do médico na sua escolha? \***

Pouco importante    1    2    3    4    5    Muito importante

**Com relação a idade do médico, você prefere ser atendido por médicos com idade... \***

Entre 25 a 35 anos  
 Entre 35 e 45 anos  
 Entre 45 a 55 anos  
 Mais de 55 anos  
 Não tenho preferência por idade

**Qual o grau de importância da idade do médico na sua decisão? \***

Pouco importante    1    2    3    4    5    Muito importante

**Com relação ao preço da consulta médica, quanto você considera razoável? \***

Até 80 reais  
 Até 100 reais  
 Até 120 reais  
 Até 150 reais  
 Até 200 reais  
 Mais de 200 reais

**Quão importante é o preço da consulta na hora de escolher um médico? \***

Pouco importante    1    2    3    4    5    Muito importante

Envie-me uma cópia das minhas respostas.

**ENVIAR**

Figura 21 – Formulário para coleta de preferências.