



**PLATAFORMA ONTRACK –  
DESENVOLVIMENTO DE MECANISMOS  
AUTOMÁTICOS PARA PROMOÇÃO DE  
ATIVIDADE FÍSICA POR MEIO DE  
AGENTES CONVERSACIONAIS**

Mestrado em Engenharia Informática – Computação Móvel

Ricardo Miguel da Silva Rodrigues

Leiria, novembro de 2021



**PLATAFORMA ONTRACK –  
DESENVOLVIMENTO DE MECANISMOS  
AUTOMÁTICOS PARA PROMOÇÃO DE  
ATIVIDADE FÍSICA POR MEIO DE AGENTES  
CONVERSACIONAIS**

Mestrado em Engenharia Informática – Computação Móvel

Ricardo Miguel da Silva Rodrigues

Dissertação realizada sob a orientação do Professor Doutor José Carlos Bregieiro Ribeiro,  
do Professor Doutor Fernando Silva e da Professora Doutora Joana Cruz

Leiria, novembro de 2021

Esta dissertação foi realizada no âmbito do projeto “OnTRACK - On Time to Rethink ACTivity Knowledge: a personalized mHealth coaching platform to tackle physical inactivity in COPD” (ref. POCI-01-0145-FEDER-028446), financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do COMPETE2020 - Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI), no âmbito do Programa PORTUGAL 2020, e por fundos nacionais através da FCT/MCTES.



# **Originalidade e Direitos de Autor**

O presente relatório de projeto é original, elaborado unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para o elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual o mesmo foi realizado, a saber, Curso de Mestrado em Engenharia Informática – Computação Móvel, no ano letivo 2020/2021, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

# Agradecimentos

Gostaria de começar a agradecer a todos os meus orientadores, Professor José Ribeiro, Professor Fernando Silva e Professora Joana Cruz e ao Investigador Marcelo Brites por me terem acompanhado ao longo de todo o processo de desenvolvimento do projeto e da escrita da tese.

Também quero agradecer a todos os meus amigos e família pelo apoio que me deram, em especial os meus pais por terem estado sempre perto de mim para me ajudar não só no percurso académico como também no percurso profissional e pessoal.

Agradecimento especial à minha namorada, Catarina, por ter estado comigo e me ter apoiado ao longo de todos os desafios académicos, pessoais e profissionais.

Obrigado, André, por me teres apoiado ao longo do projeto e pelas tuas opiniões construtivas.

Também quero agradecer a toda a equipa do projeto OnTRACK, com especial ênfase a Rúben Neves, pelo apoio inicial e constante ao longo do desenvolvimento do projeto e também pela construção estrutural base da aplicação, bem como pela base de dados associada.

Por fim, quero agradecer a todas as pessoas que testaram o meu *chatbot*, porque a vossa opinião é sempre importante para mim e para o constante desenvolvimento deste agente conversacional.

# Resumo

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC) é uma das doenças respiratórias com maior prevalência no mundo, caracterizada por sintomas respiratórios persistentes (*e.g.*, falta de ar, tosse e expetoração) e limitação do fluxo de ar devido a alterações ao nível das vias aéreas e/ou parênquima pulmonar por exposição a gases ou partículas nocivas. Para ajudar as pessoas com DPOC, é proposta uma plataforma inovadora de *coaching mHealth* – projeto OnTRACK - que é constituída por uma plataforma Web destinada ao uso pelos profissionais de saúde e uma aplicação móvel para uso dos pacientes; como alternativa a esta aplicação móvel, a interação entre paciente e a plataforma pode ser feita através de um agente conversacional, chamado ‘Hígia’.

Este agente conversacional complementa e estende a aplicação móvel incluindo várias funcionalidades principais como a obtenção de prescrições de diferentes formas, consultar e alterar dados pessoais, inserir medidas relacionados com a atividade física, obter dados históricos, entre outras. O objetivo deste *chatbot* é garantir a interação entre o paciente e a plataforma, mas de uma maneira mais cómoda e sem a utilização de dispositivos móveis, sendo esta alternativa dedicada ao *Home IoT* e aos dispositivos inteligentes.

A avaliação do agente conversacional obteve resultados encorajadores, dado que os utilizadores reportaram sentirem-se mais felizes, motivados e confiantes ao interagir com o sistema através da voz, sentindo-se também mais dedicados para concluir os seus objetivos prescritos. Para além disto também permitiu a identificação de tópicos de melhoria no desenvolvimento do agente conversacional.

**Palavras-chave:** DPOC, Agente Conversacional, mHealth, Google Actions, IoT



# Abstract

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is one of the most prevalent diseases in the world, characterized by persistent respiratory symptoms and airflow limitation that is due to airway and/or alveolar abnormalities usually caused by significant exposure to noxious particles or gases. To help people with COPD, we propose an innovative coaching mHealth platform, the OnTRACK project. This project is divided in a web platform for healthcare professionals use and a mobile application for the patients use; as an alternative for the mobile app, the interaction between patient and system can be made with the use of a chatbot, named 'Hígia'.

This conversational agent includes several of the main functionalities already available in OnTRACK's smartphone app, complementing and extending it. It allows consulting prescriptions in multiple and different ways, getting and setting personal data, inserting physical activity measurements, obtaining historical data related to physical activity and prescriptions, among others. The objective of this chatbot is to assure the best interaction between patient and system in a comfortable way without the need of mobile devices. This alternative is dedicated to Home IoT and smart devices.

The evaluation of the chatbot yielded encouraging results with users reporting being happier, more motivated, and confident when interacting with the system with the voice and more dedicated to finish their prescribed objectives. It also allowed development team to identify topics for improvement.

**Keywords:** COPD, Conversational Agent, mHealth, Google Actions, IoT



# Índice

Originalidade e Direitos de Autor .....	iii
Agradecimentos .....	iv
Resumo .....	v
Abstract .....	vii
Lista de Figuras .....	xi
Lista de Tabelas .....	xiv
Lista de Gráficos .....	xv
Lista de siglas e acrónimos.....	xvi
<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Contextualização.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. O Projeto OnTRACK.....</b>	<b>4</b>
2.1.1. Aplicação Web .....	4
2.1.2. Aplicação Móvel.....	5
2.1.3. <i>Bridge</i> .....	6
<b>3. Conceitos e Fundamentos .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. <i>Natural Language Processing (NLP)</i>.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2. <i>Natural Language Understanding (NLU)</i>.....</b>	<b>9</b>
<b>3.3. <i>Utterance, Intent e Entity</i> .....</b>	<b>11</b>
<b>4. Estado de Arte e Trabalho Relacionado.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1. <i>Chatbot</i> .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2. História .....</b>	<b>15</b>
<b>4.3. Tipos de Chatbots .....</b>	<b>16</b>
<b>4.4. Assistentes pessoais.....</b>	<b>18</b>
<b>4.5. Criadores de <i>Chatbots</i> .....</b>	<b>19</b>
<b>4.6. Trabalho Relacionado .....</b>	<b>21</b>
<b>5. Processo e Metodologia de Desenvolvimento .....</b>	<b>24</b>
<b>5.1. Metodologia de Desenvolvimento.....</b>	<b>24</b>

<b>5.2. Calendarização .....</b>	<b>25</b>
<b>6. Desenvolvimento dos Protótipos Iniciais.....</b>	<b>28</b>
<b>6.1. Google Actions .....</b>	<b>29</b>
6.1.1. Account Linking.....	29
6.1.2. Custom Intent .....	31
6.1.3. Invocation.....	31
6.1.4. Scenes.....	32
6.1.5. Outras Funcionalidades de Sistema.....	33
6.1.6. Webhook.....	34
<b>7. Hígia – Um Agente Conversacional como Interface para a Plataforma OnTrack</b>	<b>36</b>
<b>7.1. Desenho do Fluxo Conversacional .....</b>	<b>36</b>
7.1.1. Obtenção de Prescrições.....	37
7.1.2. Prescrição de Duração.....	40
7.1.3. Prescrição de Duração Efetuada.....	45
7.1.4. Prescrição de Duração Restante .....	49
<b>7.2. Prototipagem.....</b>	<b>53</b>
<b>7.3. Agente Conversacional - Hígia.....</b>	<b>54</b>
7.3.1. Google Sign In .....	54
7.3.2. Prescrições.....	55
7.3.3. Informação Pessoal .....	59
7.3.4. Medidas .....	61
7.3.5. Histórico .....	64
7.3.6. Easter Eggs .....	65
7.3.7. Outras Funcionalidades .....	69
7.3.8. Notas.....	71
<b>8. Testes de Usabilidade .....</b>	<b>72</b>
<b>8.1. Resultados .....</b>	<b>74</b>
8.1.1. Discussão de Resultados .....	77
<b>9. Trabalho Futuro.....</b>	<b>80</b>
<b>10. Conclusão .....</b>	<b>82</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>84</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>89</b>

# Lista de Figuras

Figura 1 – Componentes de um sistema com linguagem falada (spoken language) (Yu & Deng, 2016) .....	11
Figura 2 - Resultados de pesquisa no Scopus por ano pelo termo “chatbot” ou “conversation agent” ou “conversational interface” entre 2000 e 2019 (Adamopoulou & Moussiades, 2020).....	16
Figura 3 - Diagrama de Gantt com alocação mensal para o processo iterativo de desenvolvimento .....	27
Figura 4 - Implementação de <i>Account Linking</i> na plataforma Google Actions.....	30
Figura 5 - Exemplo da criação de um <i>Custom Intent</i> e preenchimento dos campos necessários no Google Actions .....	31
Figura 6 - Exemplo de uma <i>Invocation</i> criada no Google Actions.....	32
Figura 7 - Exemplo de uma <i>Scene</i> criada no Google Actions .....	32
Figura 8 - Exemplo de um <i>Type</i> de palavras e sinónimos criado no Google Actions .....	34
Figura 9 - Exemplo de um <i>Type</i> de expressões regulares ( <i>regex</i> ) criado no Google Actions.....	34
Figura 10 - Diagrama explicativo do funcionamento do <i>fulfillment</i> no Google Actions.....	35
Figura 11 - Significado das figuras utilizadas no fluxo c conversacional .....	37
Figura 12 - Obtenção de prescrições sem inserção da periodicidade .....	38
Figura 13 - Obtenção de prescrições para a periodicidade inserida.....	39
Figura 14 - Obtenção de prescrição de duração para a periodicidade inserida .....	42
Figura 15 - Obtenção de prescrição de duração sem periodicidade indicada .....	44
Figura 16 - Obtenção da duração atual percorrida com periodicidade indicada.....	46
Figura 17 – Obtenção da duração atual percorrida sem periodicidade indicada.....	48
Figura 18 - Obtenção da duração restante a percorrer com periodicidade indicada .....	50
Figura 19 - Obtenção da duração restante a percorrer sem periodicidade indicada.....	52
Figura 20 - Perguntar ao <i>chatbot</i> qual o seu nome .....	54
Figura 21 - Exemplo de login efetuado com sucesso .....	55
Figura 22 - Exemplo de obtenção das prescrições associadas ao paciente através do chatbot .....	56
Figura 23 - Exemplo de obtenção das prescrições associadas ao paciente com periodicidade mensal através do chatbot .....	57
Figura 24 - Exemplo de obtenção da prescrição de duração através do chatbot.....	58
Figura 25 - Exemplo de reencaminhamento ( <i>re-routing</i> ) da obtenção da prescrição de passos através do <i>chatbot</i> .....	59

Figura 26 - Exemplo de obtenção do próprio nome pelo paciente através do <i>chatbot</i> .....	60
Figura 27 - Exemplo de alteração do contacto pessoal do paciente e da confirmação desse contacto telefónico inserido.....	61
Figura 28 - Exemplo de inserção de medida .....	62
Figura 29 - Exemplo de inserção de distância.....	63
Figura 30 - Exemplo da obtenção do histórico de passos .....	65
Figura 31 - Exemplo da obtenção do IMC de um paciente .....	67
Figura 32 – Exemplo de uma frase inspiradora dita pelo <i>chatbot</i> .....	68
Figura 33 – Exemplo da obtenção do 'sobre' a aplicação por parte do paciente.....	70
Figura 34 - Exemplo do pedido de 'ajuda' ao <i>chatbot</i> por parte do paciente .....	71
Figura 35 - Obtenção de prescrição de passos para a periodicidade inserida (1/2).....	90
Figura 36 - Obtenção de prescrição de passos para a periodicidade inserida (2/2).....	90
Figura 37 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de passos com periodicidade definida (1/2).....	91
Figura 38 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de passos com periodicidade definida (2/2).....	91
Figura 39 - Obtenção de prescrição de passos sem periodicidade indicada (1/2) .....	92
Figura 40 - Obtenção de prescrição de passos sem periodicidade indicada (2/2) .....	92
Figura 41 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de passos sem periodicidade definida (1/2) .....	93
Figura 42 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de passos sem periodicidade definida (2/2) .....	93
Figura 43 - Obtenção de passos dados atuais com periodicidade indicada .....	94
Figura 44 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de passos dados atualmente com periodicidade indicada .....	94
Figura 45 - Obtenção de passos dados sem periodicidade indicada.....	95
Figura 46 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de passos dados sem periodicidade indicada.....	95
Figura 47 - Obtenção de passos restantes a dar com periodicidade indicada (1/2) .....	96
Figura 48 - Obtenção de passos restantes a dar com periodicidade indicada (2/2) .....	96
Figura 49 – Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de passos restantes a dar com periodicidade indicada.....	97
Figura 50 - Obtenção de passos restantes a dar sem periodicidade indicada .....	97

Figura 51 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de passos restantes a dar sem periodicidade indicada.....	98
Figura 52 - Obtenção de prescrição de distância para a periodicidade inserida (1/2).....	98
Figura 53 - Obtenção de prescrição de distância para a periodicidade inserida (2/2).....	99
Figura 54 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de distância com periodicidade definida (1/2).....	99
Figura 55 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de distância com periodicidade definida (2/2).....	100
Figura 56 - Obtenção de prescrição de distância sem periodicidade indicada (1/2).....	100
Figura 57 - Obtenção de prescrição de distância sem periodicidade indicada (2/2).....	101
Figura 58 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de distância sem periodicidade definida (1/2).....	101
Figura 59 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de distância sem periodicidade definida (2/2).....	102
Figura 60 - Obtenção da distância atual percorrida com periodicidade indicada .....	102
Figura 61 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da distância atual com periodicidade indicada.....	103
Figura 62 - Obtenção da distância atual percorrida sem periodicidade indicada.....	103
Figura 63 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da distância atual sem periodicidade indicada .....	104
Figura 64 - Obtenção da distância restante a percorrer com periodicidade indicada (1/2).....	104
Figura 65 - Obtenção da distância restante a percorrer com periodicidade indicada (2/2).....	105
Figura 66 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da distância restante com periodicidade indicada.....	105
Figura 67 - Obtenção da distância restante a percorrer sem periodicidade indicada .....	106
Figura 68 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da distância restante sem periodicidade indicada .....	106

# Lista de Tabelas

Tabela 1 - 'Variáveis' representadas no fluxo conversacional .....	37
Tabela 2 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrições sem periodicidade definida.....	38
Tabela 3 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrições com periodicidade definida.....	40
Tabela 4 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de duração com periodicidade definida (1/2).....	42
Tabela 5 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de duração com periodicidade definida (2/2).....	43
Tabela 6 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de duração sem periodicidade definida (1/2) .....	45
Tabela 7 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de duração sem periodicidade definida (2/2) .....	45
Tabela 8 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da duração atual com periodicidade indicada.....	46
Tabela 9 – Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da duração atual sem periodicidade indicada.....	48
Tabela 10 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da duração restante com periodicidade indicada (1/2).....	51
Tabela 11 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da duração restante com periodicidade indicada (2/2).....	51
Tabela 12 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da duração restante sem periodicidade indicada.....	52
Tabela 13 - Questionário realizado aos utilizadores nos testes de usabilidade .....	72
Tabela 14 - Resultados obtidos às tarefas realizadas com os utilizadores.....	75

# Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Média do rating obtido nos testes de usabilidade para cada tópico do questionário .....	77
---	----

## Lista de siglas e acrónimos

AIML	Artificial Intelligence Markup Language
ASR	Automatic Speech Recognizer
BD	Base de Dados
CLU	Conversational Language Understanding
CX	Customer Experience
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica
ES	Essentials
FAQ	Frequently Asked Questions
HCI	Human-Computer Interaction
IA	Inteligência Artificial
LSA	Latent Semantic Analysis
NLP	Natural Language Processing
NLU	Natural Language Understanding
NUI	Natural User Interfaces
SSML	Speech Synthesis Markup Language
SLU	Spoken Language Understanding
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
mHealth	mobile health
IMC	Índice de Massa Corporal

# 1. Introdução

Atualmente, a Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC) é a 3.<sup>a</sup> grande causa de morte no mundo (Celli & Wedzicha, 2019) e afeta cerca de 10% da população com idades superiores a 40 anos (Scoditti *et al.*, 2019). Esta doença – alinhada com a inatividade física, que é o 4.<sup>o</sup> fator de risco de morte no mundo (World Health Organization, 2009) – pode causar o aumento do risco de hospitalizações, mortalidade e redução da qualidade de vida (Nici & ZuWallack, 2015).

Para melhorar a qualidade de vida dos doentes com DPOC está em desenvolvimento o projeto OnTRACK. Este projeto de investigação tem como propósito genérico permitir que os profissionais de saúde possam incentivar e prescrever objetivos relacionados com a atividade física; para que estes pacientes, ao praticar desporto, vejam reduzidos os sintomas desta doença e melhorem a sua qualidade de vida. Este projeto envolve o desenvolvimento de uma plataforma Web, manuseável pelos profissionais de saúde para passarem prescrições e gerir os dados e informações dos seus pacientes; sendo que os doentes têm acesso a uma aplicação móvel para poderem observar toda a informação disponibilizada pelo profissional de saúde, bem como acompanhar o seu progresso em relação aos seus objetivos de atividade física. A app móvel está integrada com *wearables* (pulseiras) para poderem recolher certos valores, como passos dados e calorias, e assim facilitar e manter os dados atualizados automaticamente.

Para complementar esta parte e ainda auxiliar mais estes doentes com DPOC, a utilização de um agente conversacional – ou *chatbot* – para aceder a informação (por exemplo, às prescrições efetuadas pelo profissional de saúde) e inserir dados seria uma grande melhoria; em vez de utilizarem a aplicação para tudo, caso estejam em repouso e queiram obter esta informação sem o uso do seu dispositivo móvel, podem interagir com os *smart devices* (por exemplo, *smart speakers* Google Nest ou outras colunas de *home IoT*) e obter toda a informação pretendida de uma forma alternativa.

Este complemento ao projeto OnTRACK tem, pois, como objetivo principal permitir ao paciente interagir com a plataforma – mas de uma maneira mais cómoda e verbalmente, como se estivesse a falar com outra pessoa. Permite ainda ao utilizador, por intermédio de

uma interface alternativa, obter e modificar informação pessoal, obter o histórico de atividades físicas, ou inserir no sistema informação relativa a atividades físicas realizada - e que não tenham sido monitorizadas automaticamente por via da app móvel ou dos *wearables*.

Para executar este projeto foi necessário assentar o desenvolvimento numa plataforma adequada à criação do *chatbot* e de uma camada de lógica (um *webhook*) para gerir e aceder à base de dados (BD) da plataforma OnTRACK, e desta forma criar respostas, interações realistas e com dados relevantes ao paciente.

O processo de desenvolvimento do agente conversacional, incluindo a sua arquitetura e o fluxo conversacional implementado, encontram-se detalhados nesta tese, que está organizada da seguinte forma:

- Contextualização do projeto, para se ficar a par do que já existe relacionado com o projeto OnTRACK e também perceber mais sobre o que é a DPOC e o impacto na sociedade – capítulo Contextualização;
- Conceitos e fundamentos sobre *chatbots* – capítulo Conceitos e Fundamentos;
- Estado de Arte, sempre com os *chatbots* em foco – capítulo Estado de Arte e Trabalho Relacionado;
- Metodologia e processo de desenvolvimento utilizados no desenvolvimento do projeto – capítulo Processo e Metodologia de Desenvolvimento;
- Descrição dos protótipos iniciais, e descrição pormenorizada do protótipo final – capítulo Desenvolvimento dos Protótipos Iniciais;
- Descrição do *chatbot* criado, com os diagramas do fluxo conversacional e de todas as funcionalidades desenvolvidas – capítulo Hígia – Um Agente Conversacional como Interface para a Plataforma OnTrack;
- Avaliação do protótipo final, com base em testes de usabilidade – capítulo Testes de Usabilidade;
- Trabalho futuro e conclusões – capítulos Trabalho Futuro e Conclusão.

## 2. Contextualização

A DPOC é a 3.<sup>a</sup> causa de morte no mundo (Celli & Wedzicha, 2019), afetando cerca de 10% da população adulta com idades superiores a 40 anos (Scoditti *et al.*, 2019). Este tipo de doença provoca a limitação no fluxo de ar e não é totalmente reversível; é um síndrome clínico caracterizado por sintomas respiratórios crônicos, anormalidades pulmonares estruturais (doenças das vias aéreas, enfisema ou ambas (Janssen *et al.*, 2019)) ou enfraquecimento da função pulmonar (principalmente a limitação do fluxo do ar, que é dificilmente reversível) (Celli & Wedzicha, 2019). O principal fator de risco para o desenvolvimento de DPOC é o tabagismo; porém, nem todos os fumadores sofrem de DPOC o que sugere que outros fatores ambientais também estejam envolvidos, como a poluição do ar interior ou exterior (por exemplo, exposição a combustível biomassa) e até riscos ocupacionais (Scoditti *et al.*, 2019).

A inatividade física é o 4.<sup>o</sup> fator de risco de morte no mundo (World Health Organization, 2009) e o impacto desta doença não transmissível em pacientes com DPOC é ainda mais grave – dado que o seu nível de atividade física é muito menor comparado com outras doenças não transmissíveis – o que pode levar ao aumento do risco de hospitalizações, mortalidade e redução da qualidade de vida (Nici & ZuWallack, 2015).

Enquanto as diretrizes internacionais recomendam a promoção de atividade física em doentes com DPOC (Nici & ZuWallack, 2015; Vogelmeier *et al.*, 2017; Watz *et al.*, 2014) o pessoal clínico e investigadores têm por desafio operacionalizar soluções efetivas e sustentáveis para assistirem pacientes a serem mais fisicamente ativos. Uma abordagem promissora é o uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC), incluindo aplicações *mobile health* (*mHealth*) (Demeyer *et al.*, 2017; Moy *et al.*, 2015; Nguyen *et al.*, 2009; Vorrink *et al.*, 2016).

Tecnologias móveis fazem parte do quotidiano das pessoas (Blažun *et al.*, 2012) e estão embutidas em sistemas de cuidado de saúde (Solanas *et al.*, 2014). Estas tecnologias são, por isso, as mais promissoras para fornecer aplicações personalizáveis, acessíveis e de fácil uso para ajudar os pacientes a tornarem-se mais fisicamente ativos (Demeyer *et al.*, 2017; Moy *et al.*, 2015; Nguyen *et al.*, 2009; Vorrink *et al.*, 2016).

O projeto OnTRACK propõe-se desenvolver, avaliar e disseminar uma plataforma inovadora de *coaching mHealth* personalizada, que tem em atenção as preferências dos pacientes e fatores contextuais. Este projeto é inovador porque:

- Os pacientes serão integrados no desenvolvimento iterativo da plataforma personalizada *mHealth*;
- Esta plataforma será disponibilizada a todos os pacientes – incluindo aqueles que vivem em zonas remotas – considerando o contexto individual, e reduzindo assim as desigualdades de acesso;
- O conceito desta plataforma pode ser estendido a outras doenças crónicas e populações saudáveis, levando a melhorias em grande escala na atividade física entre as populações.

O projeto OnTRACK será detalhado com mais pormenor nos subcapítulos seguintes para oferecer uma visão geral do que o constitui bem como das suas potencialidades.

## **2.1. O Projeto OnTRACK**

O projeto OnTRACK, de uma maneira simplificada, tinha como objetivo inicial o desenvolvimento de uma plataforma Web, gerida por profissionais de saúde, e de uma aplicação móvel — a ser utilizada por utentes com DPOC — para que os profissionais de saúde os pudessem acompanhar de forma personalizada e ajudar no tratamento da doença. A aplicação móvel tinha de ser dinâmica em relação à interação com o paciente; ou seja, se o utente não gostasse de correr, a aplicação deveria sugerir outras atividades para além da corrida, como uma caminhada na natureza. Se não estiver um tempo agradável no exterior (por exemplo, se estiver a chover) a aplicação deve sugerir outros exercícios que o utente possa praticar em casa numa zona coberta.

### **2.1.1. Aplicação Web**

O desenvolvimento do website para os profissionais de saúde teve início meses antes do começo do desenvolvimento do agente conversacional apresentado neste documento, encontrando-se atualmente numa fase estável: foi construída a interface gráfica, alguns gráficos para ajudar na observação de dados, implementadas as capacidades de obter relatórios de utentes onde constam os níveis de pulsação e o cumprimento dos objetivos propostos, passar prescrições/objetivos para cada utente e, por fim, inserir algumas métricas,

como a espirometria. No website encontra-se informação acerca de utentes (dados pessoais), progresso/cumprimento das prescrições médicas, logo apenas os profissionais de saúde (médico de família, pneumologista, fisioterapeuta) associados ao utente é que poderão visualizar essa informação pessoal.

O profissional de saúde, ao criar uma prescrição para um paciente, deve selecionar um tipo de atividade física (exemplo, distância a percorrer, duração a fazer atividade física, ou número de passos a dar para concluir o objetivo). Dentro de cada tipo de prescrição é necessário inserir vários valores, por exemplo, se for selecionado o tipo de duração de atividade física é necessário incluir o valor da duração desse objetivo, se esse objetivo é para ser concluído diariamente, semanalmente ou mensalmente e também a intensidade desta atividade física (ligeira, moderada ou vigorosa). Para além destes valores também poderão ser incluídos os valores de dispneia e fadiga, sendo que o paciente deverá manter-se dentro dos valores sugeridos.

### **2.1.2. Aplicação Móvel**

Para além da plataforma Web também foi desenvolvida uma aplicação para o sistema operativo *android* utilizável pelos utentes. Nesta aplicação, a interface gráfica e a sincronização de dados (persistir e obter dados da base de dados) encontravam-se já implementados aquando do início do desenvolvimento do agente conversacional. O utente, através do seu dispositivo móvel, poderá aceder à aplicação e visualizar a sua informação pessoal, os seus objetivos (por exemplo o número de passos que tem de efetuar) e poderá entrar em contacto com o profissional de saúde que o acompanha. Este contacto será feito por e-mail, e o profissional de saúde responderá consoante a sua disponibilidade.

O doente com DPOC instala a aplicação e faz *login* com a sua conta Google (apenas disponível com o *login* da Google porque a aplicação utiliza a funcionalidade Google Fit<sup>1</sup>). Inicialmente, foi utilizado o pedómetro embutido no dispositivo móvel; mas decidiu-se utilizar o Google Fit porque, além de permitir contar os passos das pessoas, apresenta outras funcionalidades e permite captar outras métricas importantes (por exemplo, ritmo cardíaco ou frequência respiratória). Ao ser criada uma conta, o perfil é inserido no OnTRACK (é utilizado o perfil da Google, sendo obtidos dados pessoais do *login* pelo Google).

---

<sup>1</sup> <https://developers.google.com/fit>

### **2.1.3. Bridge**

Sempre que o profissional de saúde insira ou atualize dados na plataforma Web, esses dados são enviados diretamente para o utente através do protocolo MQTT<sup>2</sup>. Se o utente tiver a Internet ligada no seu dispositivo móvel aquando da alteração de dados, estes dados serão enviados diretamente para o dispositivo do utente. Caso o dispositivo móvel não tenha conexão à Internet o *publish* é feito na mesma e é guardado o último *timestamp*; assim que haja conexão à internet serão sincronizados todos os dados com esse *timestamp*, permitindo, portanto, a sincronização de dados quando a app se conecta novamente à Internet.

---

<sup>2</sup> Protocolo de mensagens bastante leve que consiste no *publish/subscribe* da informação para conectar os dispositivos (Light, 2017).

### 3. Conceitos e Fundamentos

A Inteligência Artificial (IA) está cada vez mais enraizada no nosso quotidiano através de software e de hardware inteligente – os chamados *agentes inteligentes*. Estes agentes inteligentes podem executar várias tarefas, desde mão-de-obra até operações sofisticadas. O *chatbot* é um típico exemplo de um sistema com IA e um dos mais elementar e vasto exemplo de interação entre computador e humano. *Chatbot* ou agente conversacional é um programa de software que responde de uma forma inteligente, interagindo através de texto ou fala, e que tem a capacidade de perceber múltiplas linguagens humanas através de *Natural Language Processing* (NLP). Estes *chatbots*, também conhecidos como *bots* inteligentes, agentes conversacionais ou assistentes virtuais, são definidos como um programa de computador designado para estimular conversas com seres humanos, especialmente através da Internet (Adamopoulou & Moussiades, 2020).

Este tipo de agentes conversacionais não é apenas utilizado para conversas ou entretenimento; têm muitas outras aplicações, como nas áreas da educação, dos negócios e do comércio eletrónico. A sua massificação deveu-se a várias vantagens tanto para os utilizadores como para os *developers*: a maioria destas implementações não dependem da plataforma e são disponibilizados para o utilizador sem a necessidade de instalações (Adamopoulou & Moussiades, 2020).

Estes *bots* têm em foco automatizar alguns processos básicos, como a marcação de uma consulta ou fazer um pedido. Os *chatbots* seguem os 3 seguintes passos (ServiceNow, n.d.-b):

- Compreensão – processa o que o utilizador envia/diz;
- Ação – atua com base em algoritmos que interpretam o *input* do utilizador;
- Resposta – seleciona a resposta mais apropriada;

Grandes empresas utilizam *chatbots* para ajudar o cliente a obter informação ou para reportar algum erro. É caso do ServiceNow<sup>3</sup>, que produz soluções digitais e aumenta a produtividade da empresa (*About ServiceNow - Who We Are and What We Do - ServiceNow*, n.d.). Esta ferramenta é aplicada para diversas áreas do negócio mas também inclui *chatbots* para que o cliente possa contactar para obter informação diversa, ajuda e até contactar um agente real

---

<sup>3</sup> <https://www.servicenow.com/>

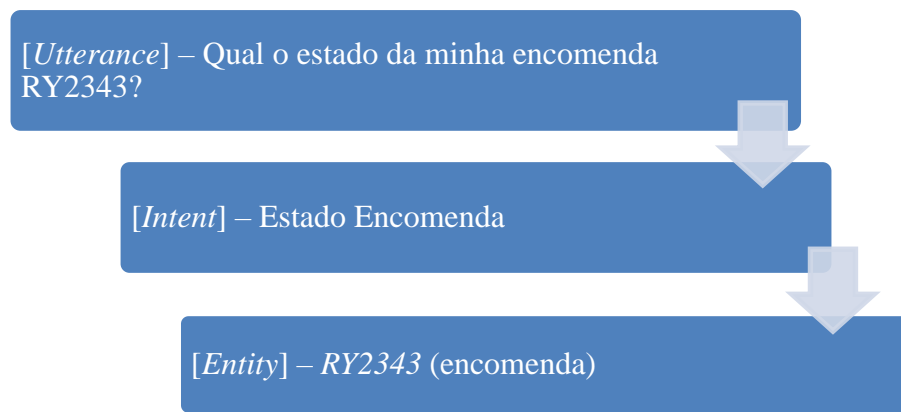
para o ajudar. Esta empresa disponibiliza cursos, incluindo o de agentes conversacionais e as suas componentes, como por exemplo o NLP entre outras.

Os conceitos fundamentais de um *chatbot* são:

- **NLP** – nível base de análise da linguagem, NLP extrai o conteúdo importante da mensagem, e converte entre fala e texto (ServiceNow, n.d.-b). Através de *machine learning* o sistema percebe e manipula expressões naturais do ser humano para executar as tarefas pretendidas (Adamopoulou & Moussiades, 2020);
- *Natural Language Understanding (NLU)* é o núcleo de uma tarefa NLP – permite fazer pedidos da mesma maneira que se faria a outro ser humano. Tem como objetivo extrair contexto e significado do *input* do utilizador que pode não estar estruturado (Adamopoulou & Moussiades, 2020). As máquinas compreendem cada pedido através da deteção do *intent* (o que é pretendido fazer) e suporta detalhes (*entities*) (ServiceNow, n.d.-b);
- Um **Intent** representa um mapeamento entre o que o utilizador diz e a ação que será efetuada pelo *chatbot*. O conjunto de *steps* que o *chatbot* irá executar quando um *intent* específico for despoletado pelo utilizador é chamado de **ações**. Muitos destes *inputs* podem conter parâmetros inseridos pelo utilizador para especificar informação mais detalhada (Adamopoulou & Moussiades, 2020);
- **Entity** é o parâmetro/objeto que adiciona contexto à frase para que o NLU possa entender melhor o pedido do utilizador (ServiceNow, n.d.-b). Estas *entities* podem ser de sistema (número, data, etc) ou então criadas pelo *developer*, através de deteção de padrão (*regex*) ou apenas por sinónimos.

Qualquer coisa que o utilizador escreva ou diga é uma **utterance**. *NLU Model* é o conjunto de *utterances* e os seus *intents* e *entities* associados que o sistema utiliza como referência para inferir *intents* e *entities* numa nova *utterance* (deteção de padrões).

Abaixo é descrito um breve exemplo para melhor compreensão:



### **3.1. Natural Language Processing (NLP)**

O NLP investiga a utilização de computadores para processar ou compreender linguagens humanas (*natural language*) com o intuito de executar tarefas úteis. O NLP é uma área interdisciplinar que conjuga várias áreas da ciência como a IA, a ciência cognitiva entre outras. De um ponto de vista científico, o NLP tem como objetivo modelar o mecanismo cognitivo para compreender e produzir linguagens humanas. Na perspectiva dos engenheiros informáticos, o NLP está dedicado/preocupado ao desenvolvimento de aplicações que facilitem as interações entre as máquinas e os humanos. Existem várias aplicações com NLP como por exemplo o reconhecimento de fala/voz, a análise de sentimentos (*intent to analysis*), *social computing* ou *natural language summarization* (Deng & Liu, 2018).

*Natural Language* é um sistema construído especificamente para transmitir significado ou semântica e é de natureza um sistema simbólico ou discreto. O sinal ‘físico’ de *natural language* é o texto. O texto tem como sua contraparte o sinal de fala e é a correspondência do texto. Através das perspectivas do NLP e do processamento de sinais, a fala pode ser tratada como versões ‘com interferências’ (*noisy versions*) do texto, adicionando mais dificuldades quando é necessário recorrer ao “*de-noising*”, ao correr tarefas para compreender a semântica (Deng & Liu, 2018).

### **3.2. Natural Language Understanding (NLU)**

Ao falar de NLU é também necessário envolver o reconhecimento de voz (*speech recognition*) e *Conversational Language Understanding (CLU)/Spoken Language Understanding (SLU)*, pois existe uma ligação entre ambos (Deng & Liu, 2018).

O *speech recognition* é apenas responsável por converter linguagem falada para texto, desta forma não se ‘preocupa’ com a compreensão. Erros detetados neste reconhecimento de voz são normalmente vistos como ruído, ‘*noise*’, em sistemas de processamento de linguagem. Este ruído (*noise*) pode ser derivado de um ambiente acústico e não de erros de reconhecimento da voz (Deng & Liu, 2018).

Numa visão geral, o CLU tem como objetivo extrair o significado (*meaning*) da linguagem num contexto de conversação através da fala ou do texto. Na literatura, CLU é normalmente denotado como uma tarefa que percebe a linguagem de uma maneira falada numa conversa ou algo do género (Deng & Liu, 2018). SLU num sistema de conversação entre Homem-máquina tem como objetivo identificar automaticamente a intenção do utilizador (*intent*) expresso em linguagem corrente e extrair argumentos/parâmetros para alcançar um objetivo. Tipicamente, um sistema SLU primeiramente transcreve o que o utilizador diz para texto através do *Automatic Speech Recognizer* (ASR), ou então o texto é introduzido diretamente por este. Após obter o texto é identificada a intenção do utilizador (*intent*) e os argumentos/parâmetros. Assim o sistema pode decidir a próxima ação de acordo com a informação extraída para ajudar os utilizadores a ter o que pedem (X. Zhang & Wang, 2016). Sistemas *spoken language* normalmente incluem uma ou mais das quatro maiores componentes (Yu & Deng, 2016):

- *Speech recognition* – sistema que converte fala para texto;
- SLU – identifica a intenção do utilizador;
- *Text-to-speech* – transmite informação de uma maneira falada;
- *Dialog manager* – comunica com as aplicações e os outros componentes.

A interação entre as componentes referidas acima é observável na Figura 1

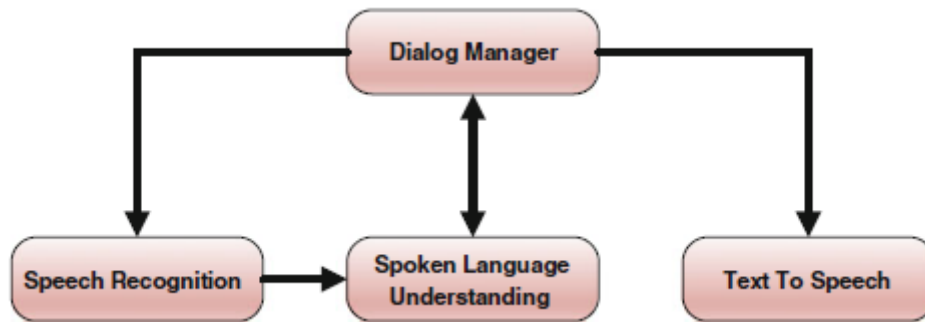


Figura 1 – Componentes de um sistema com linguagem falada (spoken language) (Yu & Deng, 2016)

NLU envolve a compreensão do contexto da fala. A compreensão do contexto implica vários desafios como o uso da mesma palavra, mas com significados diferentes (principalmente na língua inglesa). Devido a isto, é importante eliminar a ambiguidade destas palavras para que o seu uso posterior seja devidamente detetado. Desambiguação do sentido da palavra é uma área em constante investigação no ramo do NLP e importante no desenvolvimento de sistemas que usam NLU. Na fala ou texto, são usadas diferentes palavras para o mesmo significado, por exemplo, na língua inglesa é comum usar a palavra “xerox” que tem o mesmo valor que “copy” ou “fedex” que tem o mesmo significado que “overnight courier”, ou seja, são usadas diferentes palavras para descrever apenas uma ação/pedido (Deng & Liu, 2018). Assim sendo, e de uma maneira simplificada, o NLU tem como objetivo tirar sentido/contexto da fala permitindo aos computadores ler e compreender texto (Navigli, 2017).

A entrada de dados oral tem sempre mais erros de reconhecimento de fala do que em formato de texto, o que leva ao aumento da complexidade na perceção. Inicialmente o reconhecimento de voz em frases faladas, levantava vários erros ou falhas na perceção do que era dito, mas atualmente com o *deep learning* usado em reconhecimento de fala, os erros foram reduzidos drasticamente, levando assim ao aumento do número de aplicações que usam esta tecnologia (Deng & Liu, 2018).

### ***3.3. Utterance, Intent e Entity***

*Intent*, *utterance* e *entity* são conectadas entre si para determinarem o caminho correto para responder ao utilizador. Inicialmente é criado um *intent* que é um mapeamento entre o que o utilizador diz e a ação que vai fazer. Para a criação deste *intent* será necessário criar várias *utterances* que são, nem mais nem menos, que frases o utilizador pode dizer para despoletar

a ação pretendida (ServiceNow, n.d.-b). É recomendado criar sempre mais do que 10 *utterances* para que o sistema encontre rapidamente o caminho correto (ServiceNow, n.d.-a). Por fim, e para completar esta conexão, é a *entity* que identifica o contexto do que o utilizador pretende (ServiceNow, n.d.-b).

Exemplo prático seria um *intent* chamado ‘Encomendar Roupa’ onde teriam de ser criadas várias *utterances* conforme o que utilizador pudesse dizer:

- ‘Comprar gorro’;
- ‘Eu quero comprar um casaco’;
- ‘Encomendar gorro’;
- ‘Adicionar casaco ao carrinho’;
- Etc.

Todas as frases suprarreferidas (*utterances*) são várias possibilidades de o utilizador pedir para comprar roupa. Nessas frases é identificada a *entity* ‘Roupa’ que está sublinhada nas frases acima. Assim, através do *input* do utilizador, por exemplo, ‘Adicionar gorro’, o sistema deteta o *intent*, onde neste exemplo seria ‘Encomendar Roupa’ e em que o que o utilizador está a pedir seria um gorro (*entity*). Após esta deteção da encomenda de um gorro, despoletava o fluxo necessário para proceder ao empacotamento desse gorro e da entrega. Também seria possível adicionar mais *entities*, como por exemplo, a cor da roupa (para entrar em mais detalhe). Em vez de fazer tudo na mesma frase, já que obtivemos o contexto da conversa seria possível continuar a conversa perguntando o tamanho, entrega em loja ou ao domicílio e adicionar o detalhe que fosse necessário para esta tarefa.

## 4. Estado de Arte e Trabalho Relacionado

O desenvolvimento de *chatbots* sociais ou sistemas de diálogo inteligentes que são capazes de ter uma conversa empática com seres humanos tem sido um dos grandes objetivos da IA. Os primórdios dos sistemas de conversação como a Eliza, Parry e Alice foram criados para imitar o comportamento humano numa conversa textual para passar no teste de *Turing*, num ambiente controlado (Zhou *et al.*, 2020). Este Teste de Turing, também conhecido como jogo da imitação, tem como objetivo verificar se a máquina consegue manter uma conversa que seja indistinguível de uma conversa com outro ser humano (Bradeško & Mladeníć, 2012). Apesar do grande sucesso, estes sistemas foram desenvolvidos com base em regras manuais e funcionavam bem em ambientes isolados (Zhou *et al.*, 2020).

### 4.1. Chatbot

A IA tem influenciado a nossa vida do quotidiano através da criação e análise de software e hardware inteligente, conhecidos como agentes inteligentes. Estes agentes podem fazer diversas tarefas, desde tarefas laborais a operações sofisticadas. O *chatbot* é um exemplo típico de um sistema com IA e um dos exemplos mais elementar e difundido de inteligência na *Human-Computer Interaction* (HCI). É um programa de computador que responde de maneira inteligente quando conversam através de texto ou voz e percebe diferentes línguas através do NLP. No léxico é definido como “um programa de computador desenhado para simular uma conversa com utilizadores humanos, especialmente pela internet”. *Chatbots* também são conhecidos por *bots*, agentes conversacionais ou assistentes digitais (Adamopoulou & Moussiades, 2020).

*Chatbots* podem imitar uma conversação humana e entreter humanos, mas estes não são apenas criados para este fim, eles são úteis em aplicações para a educação, negócios e até para o comércio eletrónico. Estes tornaram-se populares devido às vantagens que trazem para os utilizadores e para os *developers*. Muitas das implementações são independentes da plataforma e instantaneamente disponíveis para os utilizadores, não sendo necessária a sua instalação (Adamopoulou & Moussiades, 2020).

Segundo Adamopoulou & Moussiades, (2020), para além dos conceitos tecnológicos associados ao *chatbots* mais conhecidos e explicados no capítulo de Conceitos e

Fundamentos, também existem outros termos importantes na evolução destes *chatbots* como Clique ou toque aqui para introduzir texto.:

- **Pattern Matching** baseado em blocos representativos de estímulo-resposta. Uma frase de entrada (estímulo) e o *output* (resposta) é criado de acordo com o *input* do utilizador. A Eliza e Alice foram os primeiros *chatbots* desenvolvidos que utilizam algoritmos de reconhecimento de padrões. A desvantagem desta abordagem é que as respostas são previsíveis, repetitivas e carecem da ‘sensibilidade’ humana.
- **Artificial Intelligence Markup Language (AIML)**, criado entre 1995 e 2000, foi baseado nos conceitos de *Pattern Recognition* ou *Pattern Matching technique*. É aplicado à *natural language modeling* para o diálogo entre *chatbots* e humanos que seguem uma abordagem estímulo-resposta. É uma linguagem *markup* baseada em XML e *tags*. AIML é organizada em unidades de diálogo chamadas categorias (*tag <category>*) onde esta unidade é constituída pelo *input pattern* do utilizador (*tag <pattern>*) e as respostas do *chatbot* (*tag <template>*).
- **Latent Semantic Analysis (LSA)** pode ser usado em conjunto com AIML para o desenvolvimento de *chatbots*. É usado para descobrir a semelhança entre as palavras, chamado *vector representation*. Perguntas baseadas em modelos, como por exemplo as saudações e questões genéricas podem ser respondidas com AIML.
- **Chatscript** sendo o sucessor da linguagem AIML, é um sistema avançado que consiste num *open-source scripting language* e o mecanismo que a executa. É constituído por regras associadas a tópicos, onde é procurado o melhor *match* para a pesquisa do utilizador e é executada a regra no tópico correspondente. O *chatscript* também contém memória a longo prazo, o que permite guardar alguns dados do utilizador como o nome ou a idade. Também é sensível a maiúsculas, alargando assim as possibilidades de resposta dadas aos mesmos dados de entrada do utilizador e o uso de maiúsculas na conversa podem indicar alguma ênfase.
- **RiveScript** utiliza *line-based scripting language* (texto simples insensível a maiúsculas) para o desenvolvimento dos *chatbots* e outros agentes conversacionais. É *open-source* e com algumas interfaces disponíveis como Go, Java, Python entre outras.

## 4.2. História

Em 1950 Alan Turing propôs o teste de Turing (*Turing Test* – “Can machines think?”) e foi nessa altura que a ideia de *chatbot* ganhou popularidade. O primeiro *chatbot* conhecido foi a Eliza (desenvolvido em 1966) (Weizenbaum, 1966), cujo objetivo era comportar-se como um psiquiatra que retornava as frases do utilizador (*utterances*) em formato de pergunta. Usava uma simples correspondência por padrão e um mecanismo de reposta com base num *template*. A sua habilidade de conversação não era boa, mas era o suficiente para confundir as pessoas numa altura em que não havia muito contacto com computadores, o que as levou a desenvolver outros *chatbots* (Adamopoulou & Moussiades, 2020).

Uma melhoria sobre a Eliza foi a criação de um *chatbot* com personalidade chamado Parry, desenvolvido em 1972. O *chatbot* Alice foi desenvolvido em 1995 (Wallace, 2009) e ganhou o Loebner Prize (*Annual Turing Test*), nos anos 2000, 2001 e 2004. Alice depende de um simples algoritmo de correspondência de padrões com a inteligência baseada em AIML. *Chatbots* como o *SmarterChild*, criado em 2001, ficou disponível através de aplicações Messenger. O próximo passo foi a criação de assistentes pessoais como a Siri, Cortana, Google Assistant<sup>4</sup> e IBM Watson<sup>5</sup> (Adamopoulou & Moussiades, 2020).

Segundo um artigo de revisão conduzido por Adamopoulou & Moussiades, (2020), que compreendeu uma pesquisa na base de dados da Scopus, entre o ano 2000 e 2019, utilizando os termos de pesquisa “chatbot” ou “conversation agent” ou “conversational interface”, verificou-se que a partir de 2016, ocorreu um enorme crescimento no interesse em *chatbots*, como está representado na Figura 2.

---

<sup>4</sup> <https://assistant.google.com/>

<sup>5</sup> <https://www.ibm.com/watson>

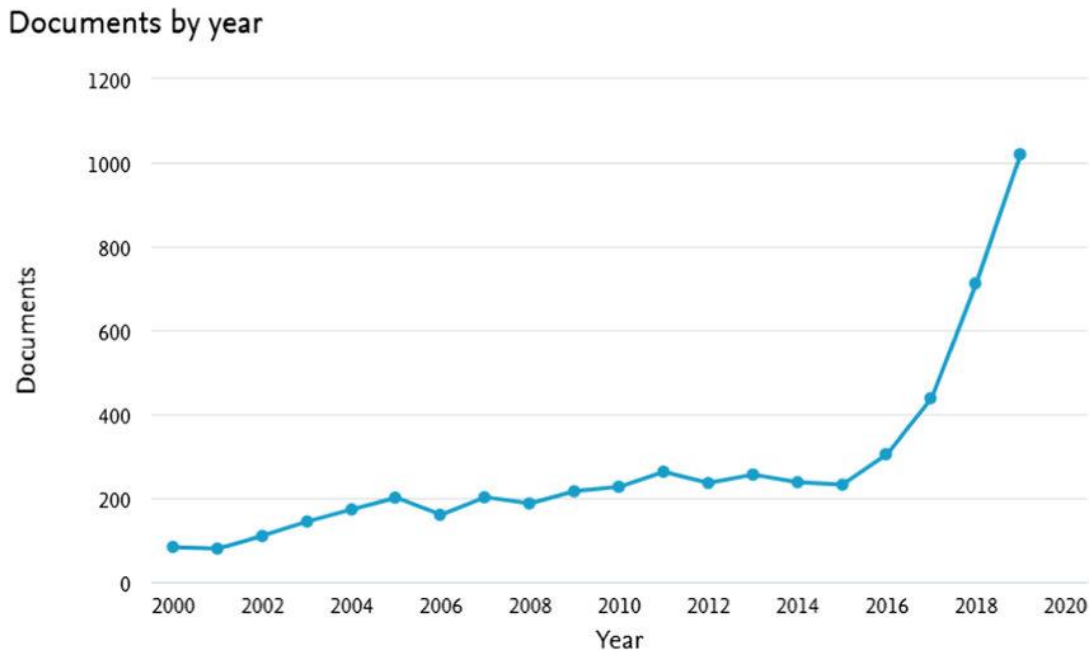


Figura 2 - Resultados de pesquisa no Scopus por ano pelo termo “chatbot” ou “conversation agent” ou “conversational interface” entre 2000 e 2019 (Adamopoulou & Moussiades, 2020)

### 4.3. Tipos de Chatbots

Os *chatbots* podem ser classificados utilizando diferentes parâmetros como o domínio do conhecimento (*knowledge domain*), o serviço prestado (*service provided*), os objetivos, o método de processamento de entrada e criação de resposta, o auxílio humano e o método de construção (Adamopoulou & Moussiades, 2020).

A classificação baseada no **domínio do conhecimento** (*knowledge domain*) considera a informação que o *chatbot* pode aceder ou os dados com que este é treinado. *Chatbots open domain* podem falar de assuntos genéricos e respondem apropriadamente enquanto os *chatbots closed domain* estão focados num determinado domínio de conhecimento e podem falhar ao tentar responder a outras questões.

Classificação baseada no **serviço prestado** (*service provided*) considera a proximidade sentimental do *chatbot* para o utilizador, a quantidade de interação pessoal (íntima) e também depende da tarefa que o *chatbot* está a realizar. *Chatbots interpessoais* (*interpersonal*) estão no domínio da comunicação e proporcionam serviços como reservas para restaurantes, reservas de voos ou *bots* de perguntas (*Frequently Asked Questions* - FAQ) (Nimavat & Champaneria, 2017). Não são companheiros do utilizador, mas fornecem informação relevante a este. Estes podem ter uma personalidade e lembrar de informação do utilizador, podem ser amigáveis, mas não obrigados nem esperado que tenham alguma

personalidade embutida. *Chatbots intrapessoais (intrapersonal)* existem no domínio pessoal do utilizador como em aplicações de chat como o Messenger, Slack e WhatsApp. Estes compreendem os utilizadores tal como um ser humano. *Chatbots Inter-agent* necessitam de uma possibilidade de comunicação *inter-chatbot*, é exemplo desta comunicação a integração entre Alexa e Cortana.

A classificação por **objetivos** considera o objetivo primário do *chatbot*. *Chatbots informativos* estão desenhados para dar informação ao utilizador cuja está guardada numa fonte fixa, como por exemplo os *chatbots* de FAQ. *Chatbots conversacionais* ou *chat-based* falam com o utilizador como qualquer outro ser humano cujo objetivo é responder corretamente ao utilizador. *Chatbots task-based* executam tarefas específicas como fazer reservas ou ajudar alguém. Estes agentes conversacionais são inteligentes no contexto de pedir informação e perceber o input do utilizador.

O método de processamento de inputs e gerar resposta tem impacto na classificação através do **método de processamento de entrada e criação de resposta**. Existem 3 modelos capazes de criar as respostas apropriadas, modelo *rule-based*, modelo *retrieval-base* e modelo **generativo**.

O modelo *rule-based* é o modelo de arquitetura mais utilizado nos primeiros *chatbots*. A resposta de sistema é ‘escolhida’ conforme algumas regras pré-definidas reconhecendo a forma lexical do input do utilizador sem a criação de novas respostas textuais.

Em comparação com o modelo *rule-based*, o modelo *retrieval-based* oferece mais flexibilidade dado que utiliza APIs para fazer pesquisas e analisar recursos disponíveis.

O modelo **generativo** gera respostas de uma melhor maneira em comparação com os outros modelos, utilizando mensagens do utilizador mais antigas e recentes. Sendo que estes *bots* sejam mais difíceis de construir e treinar, estes são mais semelhantes a um ser humano dado que utilizam algoritmos de *machine learning* e técnicas de *deep learning*.

Existem dois tipos de plataformas, *open-source*, que dão a possibilidade ao *developer* de intervir em diversos aspetos da implementação e *closed platforms*, que são uma espécie de caixa negra, o que pode ser uma grande desvantagem conforme os requisitos.

Os *chatbots* não pertencem apenas a uma categoria, cada *chatbot* pode conter uma miscelânea de categorias que utiliza.

#### 4.4. Assistentes pessoais

Alexa<sup>6</sup>, Siri<sup>7</sup>, Cortana<sup>8</sup> e Google Assistant são os assistentes pessoais inteligentes mais usados e comuns disponíveis no mercado. Numa perspectiva acadêmica, estes são *Speech-based Natural User Interfaces* (NUI). NUI são sistemas em que o utilizador opera de uma forma intuitiva através de um comportamento humano normal utilizando comandos por voz. Atualmente, a maioria dos produtores de *smart-devices* têm o seu próprio assistente de voz, mas o design e as funcionalidades varia significativamente entre eles (López *et al.*, 2017).

Alexa é um assistente pessoal desenvolvido pela Amazon. Este aparelho tem a capacidade de interação por voz, permite reproduzir música, criar listas, ler as notícias, definir alarmes, controlar *smart home devices* (o que faz de *home automation hub*, tem como objetivo de controlar dispositivos não inteligentes através da voz (Kaundinya *et al.*, 2017)), entre outras (López *et al.*, 2017).

Google Assistant é um assistente pessoal desenvolvido pela Google que está conectado ao Google Home, coluna ativada por voz. Este assistente permite responder a questões, dar recomendações e desempenhar ações como por exemplo pedir para adicionar um lembrete no calendário ou perguntas que o utilizador possa fazer, como por exemplo, “Ok Google, quem inventou o sushi?” (López *et al.*, 2017).

A Microsoft criou o assistente pessoal Cortana que está disponível para sistemas Windows (computador ou dispositivos móveis). Este assistente tem várias funcionalidades como por exemplo a criação de lembretes ou até realizar chamadas por voz com outras pessoas (López *et al.*, 2017).

Por fim, a Siri é um assistente pessoal para dispositivos Apple. Este é o mais antigo entre todos e as funcionalidades mais utilizadas são as pesquisas na web e algumas interações como por exemplo, “lê o meu último email” ou “que filmes estão em exibição esta noite?” (López *et al.*, 2017).

---

<sup>6</sup> <https://www.amazon.com/>

<sup>7</sup> <https://www.apple.com/siri/>

<sup>8</sup> <https://www.microsoft.com/>

## 4.5. Criadores de *Chatbots*

Para além do Google Assistant, existem outros assistentes virtuais, como por exemplo a Alexa (desenvolvida pela Amazon), a Siri (desenvolvida pela Apple), a Cortana (desenvolvida pela Microsoft) entre outras. A opção da Siri foi automaticamente excluída porque é necessário a utilização de sistemas iOS e de iPhone (não utilizado pelo desenvolvedor), por isso foi optado pelo Google Assistant porque apesar da elevada ‘inteligência’ e de todas as funcionalidades que este contém (*small talk*, versão em português planeada para entrada em produção, integrações com outras aplicações, entre outras) a aplicação atual já apresenta o login através do Google, por isso seria benéfico utilizar mais esta componente da Google e a integração nativa com o sistema, ou seja, se a aplicação é Android faz mais sentido utilizar o Google Assistant (já está mais maturado).

Existem inúmeros ‘criadores’ de agentes conversacionais, mas sendo um requisito a integração com o Google Assistant, alguns destes *chatbots* foram descartados, como por exemplo: Chatfuel<sup>9</sup> (dedicado ao messenger), MobileMonkey<sup>10</sup> e Chatteron<sup>11</sup>.

Para além destes, sem a integração com o Google Assistant, também existem vários com custos associados, como por exemplo, Botsify<sup>12</sup>, Pandorabots<sup>13</sup> (custo associado na integração com terceiros) e *botmaker*<sup>14</sup>, logo, por esse motivo também não foram considerados.

Por fim foram considerados os seguintes *chatbots*: Dialogflow ES<sup>15</sup>, Rasa<sup>16</sup>, Xenioo<sup>17</sup>, Botnation AI<sup>18</sup> e Dialogflow CX<sup>19</sup>.

RASA não é um criador de *chatbot* tão simples como os seus competidores. Não permite a integração com outros sistemas de uma forma simples em apenas num clique e requer uma elevada experiência técnica para se utilizar. Apesar de não ser tarefa fácil criar um *chatbot* nesta plataforma, RASA contém uma documentação bastante completa com suporte online

---

<sup>9</sup> <https://chatfuel.com/>

<sup>10</sup> <https://mobilemonkey.com/>

<sup>11</sup> <https://www.chatteron.io/>

<sup>12</sup> <https://botsify.com/>

<sup>13</sup> <https://home.pandorabots.com/home.html>

<sup>14</sup> <https://botmaker.com/pt/>

<sup>15</sup> <https://dialogflow.cloud.google.com/>

<sup>16</sup> <https://rasa.com/>

<sup>17</sup> <https://www.xenioo.com/>

<sup>18</sup> <https://botnation.ai/>

<sup>19</sup> <https://dialogflow.cloud.google.com/cx/>

da comunidade. A vantagem deste *chatbot* é a elevada customização e a possibilidade de criar agentes conversacionais únicos com base em texto ou assistentes de voz. Apesar destas grandes vantagens, a publicação deste *bot* terá de ser efetuada para um servidor local dado que a empresa não fornece o *hosting* (Moser, 2021).

No Botnation AI apenas é possível definir mensagens pré-escritas, ou seja, o utilizador não pode adicionar texto livre, apenas poderá escolher uma opção das apresentadas. Para este ambiente o *bot* apresentado não é a melhor solução porque o pretendido é o utilizador poder falar ‘abertamente’ com o agente conversacional sem ter opções pré-feitas.

Xenioo é um bom criador de agente conversacional, construído de uma maneira *user friendly* com uma boa vista do *flow* do agente. Nesta vista é possível visualizar os inputs inseridos pelo utilizador e a resposta ou pergunta feita pelo *bot*. Apesar deste website ter boas opções para a criação do *bot*, em comparação com o Dialogflow Essentials ES este fica um pouco atrás.

DialogFlow Essentials (ES) é uma plataforma de processamento de linguagem natural que facilita o design e integração de uma interface do agente conversacional com aplicações web, dispositivos móveis e interação através de voz (Google Assistant, Google Home, etc) (Google, n.d.). Esta plataforma é *user friendly* o que ajuda no desenvolvimento do *chatbot* e a tirar o melhor proveito deste. Para além destas capacidades é possível desenvolver o *bot* em diferentes línguas (inglês, alemão, português do Brasil e português de Portugal). De momento ainda não é possível utilizar o Google Assistant para a opção de português de Portugal mas num futuro próximo esta funcionalidade será adicionada à plataforma (Moser, 2021).

O Dialogflow ES permite utilizar *pre-built chat*, como por exemplo o *small talk*. Todos os outros *chatbots* não tinham esta opção, logo para criar a parte *de small talk* para a conversa com o utilizador ser mais natural, era necessário criar todas as opções de input e output para o bot. Esta opção apenas está disponível para a versão em inglês, de momento ainda não é possível adicionar esta funcionalidade à versão portuguesa.

Atualmente surgiu uma nova versão beta da plataforma de processamento de linguagem natural do DialogFlow. A nova plataforma Dialogflow Customer Experience (CX) tem como objetivo criar agentes de inteligência artificial para projetos a grande escala e de maior complexidade (Google, n.d.).

Para além das funcionalidades do Dialogflow ES, o CX adiciona uma melhor capacidade de controlo da conversação, é capaz de gerir múltiplos tópicos de conversa simultaneamente, responde ao utilizador com perguntas para obter mais informação que precisar e apresenta a capacidade de detetar o sentimento da pessoa, ou seja, saber se a pessoa se apresenta com atitudes positivas, negativas ou neutras e responder conforme esta atitude.

Como o Dialogflow CX ainda estava numa fase beta, ainda não apresentava várias funcionalidades *standard*, apenas conversa na língua inglesa e não é possível fazer integrações, mas estas funcionalidades irão estar disponíveis quando a versão final for colocada em produção (para uso geral). Ainda não há data definida para que o Dialogflow CX entre em produção.

O Google Actions agora também fornece a possibilidade de criar o *chatbot* na sua plataforma, apresentando assim várias vantagens, como por exemplo, o desenvolvimento e teste é no mesmo local, é possível integrar com o Google Sign In para obter os dados do utilizador e a criação do fluxo de conversação é mais visual.

#### **4.6. Trabalho Relacionado**

Existem inúmeros *chatbots* criados para todas as áreas possíveis e imagináveis como em diferentes tipos de negócio, área da saúde, desporto, segurança, plataformas sociais entre outras dado que a criação destes é facilitada para o uso da população com algum conhecimento em agentes conversacionais com alguma programação envolvida. Existem vários artigos que referem a utilidade de *chatbots* na área da saúde e existem alguns criados com esse intuito. É o caso de um *chatbot* criado durante a pandemia COVID-19 em que todos os hospitais tinham de ver os sintomas que os funcionários apresentavam diariamente. Como eram milhares de pessoas por dia e não havia funcionários suficientes para fazer a triagem de todas as pessoas, foi criado um *chatbot* (Judson *et al.*, 2020).

Era dado um link único por utilizador onde este, através de uma onversaço com o *chatbot*, indicava se já tinha sido infetado com o coronavírus ou se tinha estado com algum caso positivo. Caso não tivesse tido contactos de risco, a admissã do funcionário era aprovada nas instalaço es para trabalhar. Esta validaço ão tinha validade de 18 horas que após este tempo o seu acesso era inválid o, ou seja, os leitores de cartões nas instalaço es davam erro. Para validar o ‘passaporte’ apenas era necessário voltar a fazer a triagem inicial (Judson *et al.*, 2020).

Existem vários artigos na área da saúde, mas apenas alguns com enfoque na monitorização/promoção de atividade física, e ainda menos no que toca a doenças respiratórias. O primeiro caso de estudo é um artigo cujo objetivo foi apresentar uma análise do uso de *chatbots* na promoção de atividade física e uma dieta saudável. Também teve como objetivo descrever o comportamento deste modelo e discutir os princípios éticos (J. Zhang *et al.*, 2020).

Os autores, com base em diversos artigos publicados sobre agentes conversacionais para promoção de atividade física e/ou para a dieta, sumariaram as características dos *chatbots* estudados e analisaram recentes desenvolvimentos no âmbito da comunicação entre humano e IA e inovações no processamento de linguagem natural (NLP).

A análise demonstrou uma falta de conhecimento acerca da orientação teórica e recomendações práticas no desenho de *chatbots* com IA para programas que modificam o estilo de vida do utilizador. O modelo de mudança comportamental para *chatbots* com IA proposto pelos autores consiste em quatro componentes: desenhar as características do *chatbot* e perceber/conhecer o contexto do utilizador, capacidade de se relacionar com o utilizador, capacidade de construir uma conversação persuasiva e por fim avaliar mecanismos e resultados.

Atualmente, os *chatbots* são integrados facilmente em diferentes meios de comunicação digital, esta *framework* teórica é o primeiro passo para conceptualizar o âmbito da utilização na mudança da saúde comportamental. Será necessário o constante desenvolvimento das capacidades de relacionamento e persuasão para conseguir alterar os hábitos de atividade física e nutricionais dos utilizadores.

Existem alguns *chatbots* que tentam promover a prática de exercício físico. É exemplo disto um *chatbot* (aplicação) que foi criado para enviar notificações ao utilizador para o incentivar a fazer exercício, prestar informação relativa a hábitos/rotinas e dar recompensas aos utilizadores que praticam exercício físico. Os resultados dos testes indicaram que as recompensas extrínsecas (por exemplo, cupões) tiveram mais impacto nestes testes, mas as notificações de alerta e as recompensas intrínsecas (por exemplo, mensagens com elogios) também tiveram algum efeito. Este estudo concluiu que este tipo de *chatbots* melhoram a eficácia dos utilizadores na realização de exercícios simples e repetitivos (Piao *et al.*, 2020).

Em conclusão, existem vários *chatbots* desenvolvidos, mas apenas alguns para a promoção de atividade física. Neste contexto da plataforma OnTRACK, a existência de um agente conversacional focado a doentes com DPOC para melhorar a sua saúde promovendo a prática de atividade física, tendo sempre em conta as prescrições feitas pelo profissional de saúde a acompanhar este paciente, é algo inovador. Desta forma, para além da aplicação móvel existente, o paciente, no conforto do seu lar, poderia aceder a toda informação pretendida através da voz com dispositivos Home IoT.

## 5. Processo e Metodologia de Desenvolvimento

Inicialmente foram definidos como requisitos a criação de um *chatbot* como qual o doente pudesse interagir para obter toda a informação necessária do OnTRACK sem necessidade de recorrer à aplicação móvel. Desta maneira, seria possível utilizar o Google Assistant no dispositivo móvel pessoal, e até um Google Nest ou Home no local de residência. O foco neste projeto será *Home IoT/Smart Homes*, logo a comunicação com o agente conversacional será preferencialmente falada, sem conteúdos visíveis. Desta maneira e conforme a tecnologia atual não é possível o *chatbot* iniciar a conversa – tem de partir sempre do utilizador.

O paciente, através deste *chatbot*, poderá saber as suas prescrições, obter a informação pessoal, inserir dados ‘manualmente’ (dados pessoais como altura ou peso e medidas de distância, duração ou passos) e obter dados relevantes relativos às suas prescrições e ao seu histórico.

Neste projeto, o principal requisito será a obtenção dos objetivos prescritos pelo profissional de saúde, por parte do utilizador, através de um método por voz, neste caso o Google Assistant, para que seja mais comodo para o paciente obter estes dados; mas também fazer inúmeras ações, como sejam inserir as medidas para concretizar estas prescrições e saber o que falta fazer para terminar a prescrição.

### 5.1. Metodologia de Desenvolvimento

A Prototipagem Evolutiva (Sherrell, 2013) é uma abordagem incremental e iterativa ao processo de desenvolvimento de software através da qual, inicialmente, é desenvolvido um protótipo que vai sendo refinado e melhorado ao longo de vários ciclos/iterações até que a solução final esteja completa.

O modelo de Prototipagem Evolutiva permite que o sistema seja desenvolvido incrementalmente para que este possa ser rapidamente modificado em resposta a *feedback*. Este tipo de metodologia é apropriado para projetos que não tenham requisitos bem definidos desde o início (comum em projetos de pesquisa ou de desenvolvimento) ou em projetos que possam sofrer alterações conforme o *feedback* que foi sugerido. O objetivo final é entregar/mostrar um sistema operacional para o utilizador final (*end-user*).

Numa fase inicial, o desenvolvimento começa com os requisitos que estão mais assentes/definidos. Para além disso, o primeiro protótipo não tem de ser desenvolvido rapidamente. Este modelo inclui as seguintes fases:

- Conceito inicial
- Desenho e implementação do protótipo
- Refinar/Melhorar protótipo até aceitação
- Completar e submeter protótipo

A partir do conceito inicial é desenhado e criado um protótipo. Este protótipo é melhorado até ser considerado como aceitável e, por fim, completado e submetido. Quando um projeto é desenvolvido utilizando a metodologia de Prototipagem Evolutiva, o sistema é continuamente melhorado e reconstruído. A partir do momento que é criado uma versão do protótipo, este é mostrado ao cliente, utilizadores ou *stakeholders* de forma a dar *feedback* imediato aos *developers* mas também para minimizar o risco de implementar um sistema/projeto errado.

## 5.2. Calendarização

O desenvolvimento do *chatbot* é um processo iterativo onde inicialmente são obtidos os requisitos do projeto para se ter uma noção geral do que é preciso ‘criar’. Após esta obtenção de requisitos, são realizadas algumas provas de conceito para escolher a melhor plataforma para o desenvolvimento deste agente conversacional usando um caso simples de criação, como por exemplo o cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC), dado que envolve tanto a parte *front-end* como *back-end* através do uso de um *webhook* e também serve para conhecer as limitações e vantagens de cada plataforma. Após a escolha da plataforma mais apropriada ao projeto e conhecendo melhor as vantagens e limitações do uso desta, dá-se início ao desenho do fluxo conversacional do tema principal, neste caso, a obtenção dos diferentes tipos de prescrições. Depois de estar delineado este fluxo principal, dá-se o início do processo iterativo da criação de protótipos e do seu incremento de funcionalidades ao longo de cada protótipo.

Neste trabalho foram desenvolvidos um total de 6 protótipos, sendo que o primeiro focou-se em funcionalidades principais do projeto, como o login através do Google e a obtenção de prescrições/objetivos enviados pelo profissional de saúde. Este protótipo foi o que levou mais tempo dado que é a funcionalidade principal, com bastantes componentes. O 2º

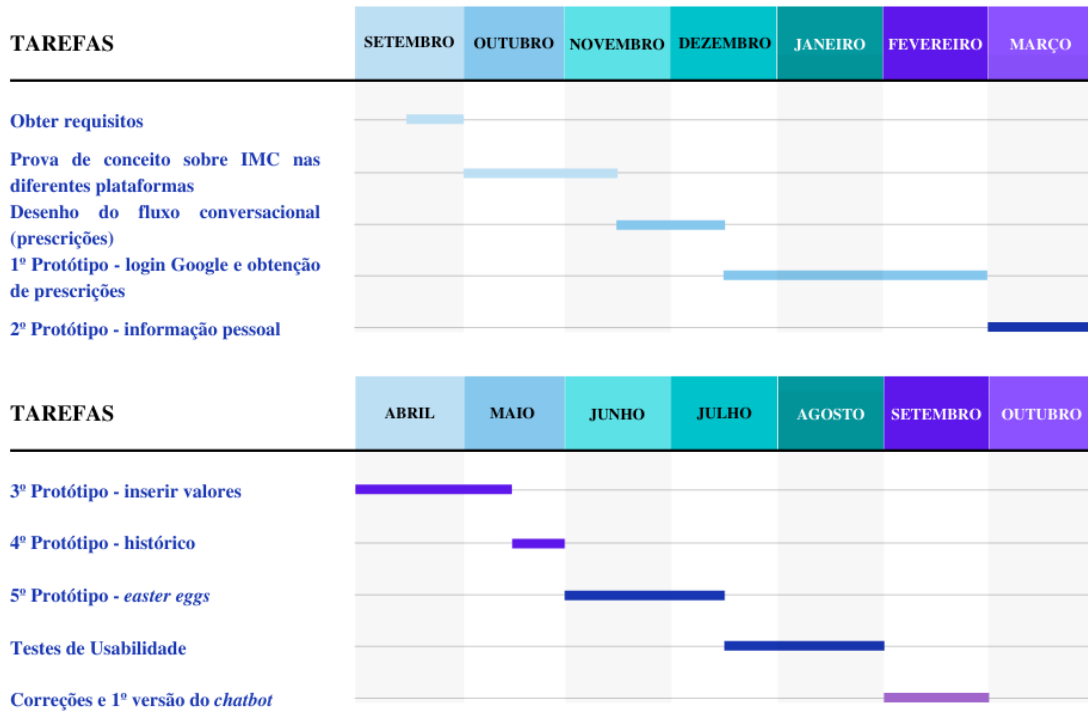
protótipo era constituído pelas funcionalidades anteriores incrementando a obtenção e alteração de dados pessoais como o nome do paciente registado na aplicação, a altura, peso, contacto telefónico e outras informações pessoais.

O 3º protótipo focou-se na inserção de dados na BD, tais como a inserção de valores de distância, duração ou número de passos ‘manualmente’, através do *chatbot*, para estes serem adicionados à BD e assim promover o alcance dos objetivos do paciente. A obtenção do histórico de qualquer tipo de prescrição é uma funcionalidade de pequena dimensão e de fácil desenvolvimento e, por isso, o tempo alocado a este protótipo foi reduzido; apenas é necessário obter dados históricos da BD e informar o utilizador desta informação. Como o histórico é normalmente extenso, apenas são fornecidos ao utilizador os primeiros 3 registos obtidos da BD para este ter informação relevante sem ser maçadora.

Por fim, a implementação de vários *easter eggs* (*features* escondidas num software ou jogo – explicado mais ao pormenor na Secção *Easter Eggs*), como: o cálculo do IMC através da altura e peso do paciente; incentivar o utilizador a praticar atividade física através de frases inspiradoras relacionadas com a prática desportiva e de autores no mundo do desporto; e, por fim um exercício de respiração que ajuda o paciente a descontrair e também melhora o controlo respiratório.

Após este processo incremental e iterativo, foram realizados testes de usabilidade a um conjunto de pessoas para testar todas as funcionalidades criadas e, após obtenção de feedback destes utilizadores, realizar as correções necessárias e inserir as *utterances* referidas para que o *chatbot* esteja preparado para a sua primeira versão.

Este processo descrito está espelhado num diagrama de *gantt* (Figura 3) para melhor compreensão e noção do espaço temporal alocado para cada iteração do projeto, para que não ocorressem grandes atrasos e na produção de um protótipo de um *chatbot* estável e de qualidade.



**Figura 3 - Diagrama de Gantt com alocação mensal para o processo iterativo de desenvolvimento**

## 6. Desenvolvimento dos Protótipos Iniciais

Normalmente são definidos os requisitos, planeado o desenvolvimento e, depois, começa-se a desenvolver o projeto. Como existem inúmeras plataformas para criar *chatbots* foram desenvolvidas algumas provas de conceito em diferentes plataformas: DialogFlow ES, DialogFlow CX e Google Actions. Em todos, foi feita uma prova de conceito envolvendo o cálculo do IMC (valor calculado com base no peso e altura –  $\text{Peso}/(\text{Altura}*\text{Altura})$ ) do utilizador com o mesmo *webhook*, para testar as funcionalidades de cada plataforma envolvendo os requisitos elicitados no início. Este ‘teste’ foi feito porque para o cálculo do IMC era necessário código externo à plataforma; nem todas as plataformas tinham a capacidade para fazer cálculos internos, por isso este teste serviu também para testar a conexão entre plataforma e uma *webhook* externa.

Inicialmente foi criado a prova de conceito na plataforma DialogFlow ES. Esta plataforma é de fácil compreensão e desenvolvimento, e com muitas funcionalidades já de raiz e com a opção de *small talk* e integração com outras plataformas (Facebook, Messenger, entre outras). Aqui foram desenvolvidos 2 *intents*: um com contexto e outro sem contexto. No primeiro caso, o utilizador indicava a altura e peso e perguntava o seu IMC numa frase, utilizando-se o *webhook* para fazer cálculos, e sendo depois o valor retornado ao utilizador. No segundo caso, ou seja, através de contexto, o utilizador perguntava o IMC, e o *bot* perguntava a altura e depois o peso. Estes dados eram guardados como parâmetros e confirmados através de *regex* (para garantir que os valores inseridos eram realistas).

A implementação no DialogFlow ES foi bastante acessível e fácil, mas relevou um problema importante à continuação do desenvolvimento do projeto: a autenticação na aplicação através do Google.

A prova de conceito desenvolvida no DialogFlow CX foi bastante complexa e com bastantes complicações (em comparação com o DialogFlow ES) porque, como era uma plataforma recente (ainda em versão beta), tinha poucas funcionalidades *standard* e a transição entre *intents* era mais complexa. O desenvolvimento nesta plataforma não era viável para a completa construção deste projeto, uma vez que não existia uma data definida para a entrada em produção.

Por fim, a implementação no Google Actions é bastante semelhante ao DialogFlow ES, à exceção de alguns pormenores. A construção dos *intents* e a comunicação com o *webhook* é praticamente igual, mas esta plataforma não tem algumas das funcionalidades básicas como o *small talk*, integração com outras plataformas e a possibilidade de desenvolver em português de Portugal – o que é relativamente importante, sendo, porém, este aspeto mitigado pela disponibilidade do português do Brasil, e a perspectiva de que o português de Portugal venha a estar disponível num futuro próximo.

## 6.1. Google Actions

Após análise das diversas plataformas de criação de *chatbots*, a decisão final foi entre Dialogflow ES e Google Actions. Inicialmente optou-se por utilizar o Dialogflow em conjunto com o Google Actions, para ser possível a utilização do Google Assistant e para a futura integração com o Facebook/Messenger. É no Google Actions que é possível definir o nome do *bot*, escolher a voz, e fazer a publicação deste agente conversacional. Após a criação da prova de conceito e devido ao facto de ser necessário utilizar a autenticação através do Google (dado a app utilizar o Google Fit), foi decidido utilizar o Google Actions por permitir essa autenticação através do Google utilizando um *webhook* com as bibliotecas necessárias.

Assim, e reforçando, o chatbot de OnTRACK foi desenvolvido no Google Actions utilizando o Google SignIn e um *webhook* externo para o processamento de dados e obtenção de dados relevantes ao utilizador. Google Actions foi a plataforma eleita para o desenvolvimento deste projeto porque, apesar da simplicidade e flexibilidade para a construção do *chatbot*, apresenta uma funcionalidade de extrema importância para a construção deste projeto, o *Account Linking* (conforme detalhado na Secção Account Linking).

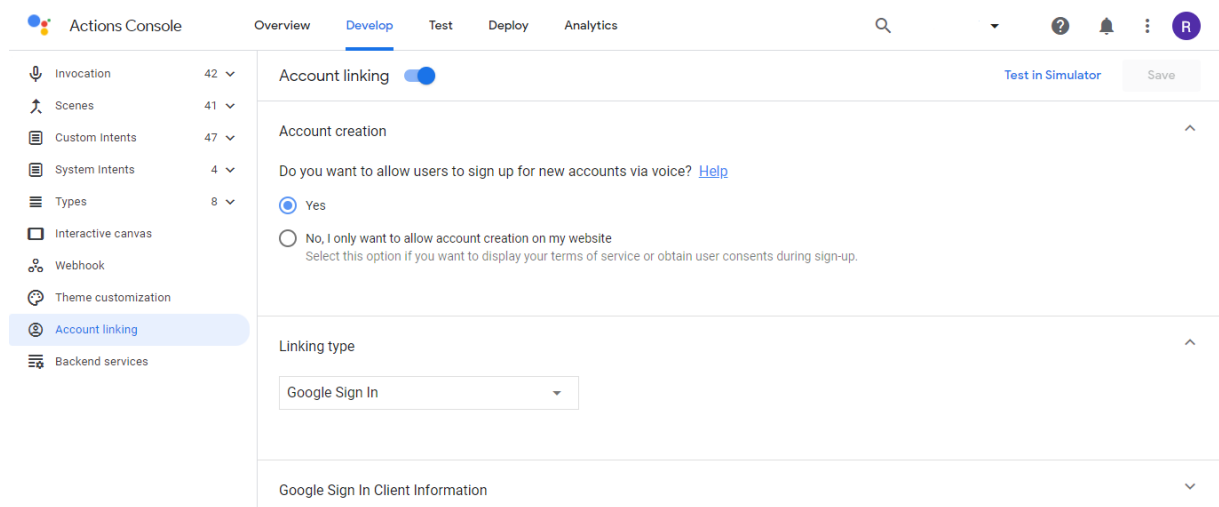
Esta plataforma está dividida em 3 grandes ‘grupos’: *Invocation*, *Scenes* e *Custom Intents*. Através destes é possível criar um fluxo de pergunta/resposta entre utilizador e máquina para permitir ao paciente obter as respostas necessárias por via do agente conversacional, e em alternativa à utilização da app móvel.

### 6.1.1. Account Linking

Como na criação da aplicação foi utilizada a autenticação do Google (Google Sign In) era necessário que a autenticação no *chatbot* ocorresse da mesma forma. A *framework* Google

Actions apresenta uma opção de Account Linking que permite ao utilizador aceder à sua conta do Google através do Google Sign In, e que é utilizável no *chatbot*.

Esta funcionalidade é controlada automaticamente pela plataforma, apenas sendo necessário controlar/definir o caminho pretendido caso este login seja com ou sem sucesso (Figura 4). Neste caso, caso o login seja concretizado com sucesso, o utilizador poderá aceder ao conteúdo da aplicação móvel e dos seus dados pessoais. Caso não exista conta registada, será mostrada uma mensagem ao utilizador a informar que é necessária uma conta válida para aceder ao seu conteúdo.



**Figura 4 - Implementação de Account Linking na plataforma Google Actions**

No lado do *webhook* apenas é necessário definir a ‘chave’ para garantir que a plataforma ‘fala’ com aquele *webhook* para obter as respostas pretendidas. Após a conexão com a conta Google uma mensagem de boas-vindas será mostrada ao utilizador, guardando-se assim internamente o seu id da aplicação para futuras referências à base de dados.

Esta funcionalidade de Account Linking é muito importante pois, sem esta, não seria possível fazer autenticação pelo Google e obter os dados do paciente. A autenticação pelo Google é um requisito do projeto dado que esta funcionalidade está implementada na aplicação móvel do OnTRACK, logo, e para obter os mesmos dados, é necessário aceder à conta Google do paciente.

De todas as plataformas que possibilitam a criação de *chatbots*, o Google Actions foi a única onde esta autenticação era possível e ao mesmo tempo ser feita de uma maneira simples, através da tal ‘chave’.

### 6.1.2. Custom Intent

Para o *chatbot* perceber o que utilizador pretende é necessário criar algumas frases para que este fique treinado e entenda o que o utilizador quer obter ou alterar. Aqui são definidas várias frases de treino, ou seja, as diferentes maneiras como o utilizador pode pedir algo (Figura 5). Por exemplo, se o utilizador quiser saber o seu nome é necessário criar diferentes frases exemplificativas de como o utilizador pode pedir esta informação – como, por exemplo, ‘Qual o meu nome?’ ou ‘Como me chamo?’. Estas 2 frases diferentes para o *bot* significam o mesmo: que o utilizador pretende aceder à sua informação pessoal, mais especificamente ao seu nome.

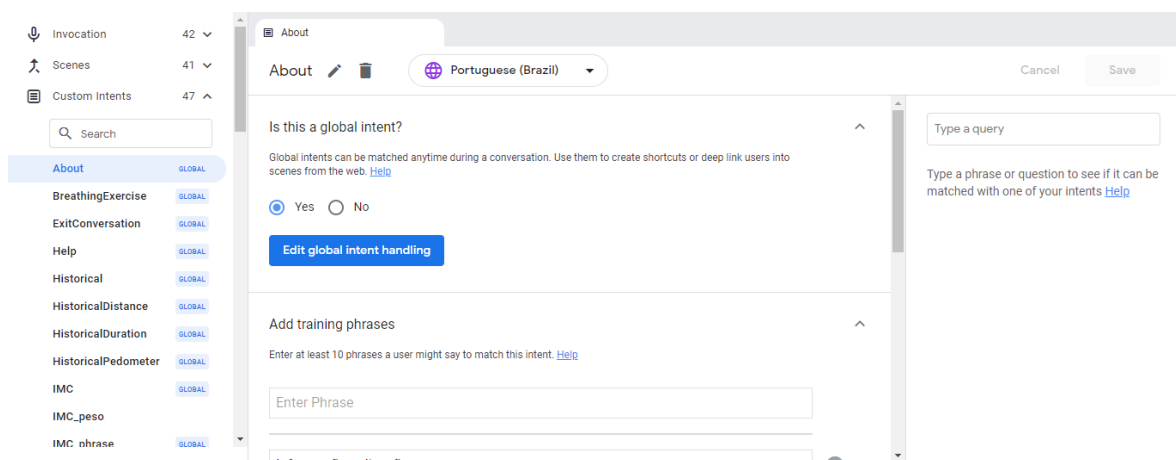


Figura 5 - Exemplo da criação de um *Custom Intent* e preenchimento dos campos necessários no Google Actions

### 6.1.3. Invocation

De uma maneira geral, a *invocation* é o *trigger* do *chatbot* (Figura 6): no momento que o utilizador inicie a conversa, perguntando algo ao *chatbot*, este tem de conseguir detetar o *intent* e responder de forma adequada.

No Google Actions a *invocation* é um *Custom Intent*, mas definido de uma forma global (campo que indica essa forma global presente na Figura 5), ou seja, um *Global Intent*. Assim, de cada vez que o utilizador iniciar uma conversa querendo obter alguma informação, este *trigger (Global Intent)* vai despoletar, e se estiver associado a um *webhook* vai buscar a informação pretendida à base de dados.

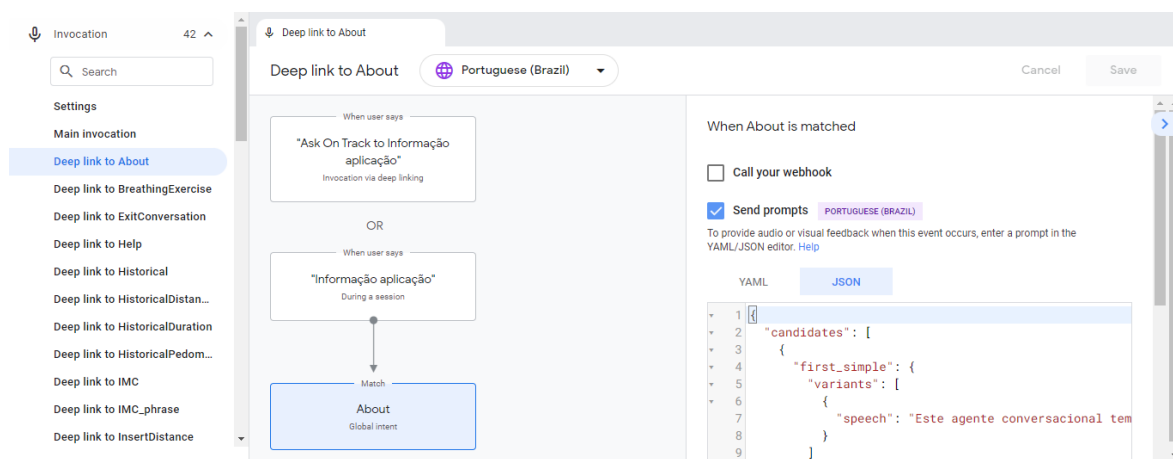


Figura 6 - Exemplo de uma *Invocation* criada no Google Actions

#### 6.1.4. Scenes

Após a inicialização de uma conversa através da *invocation* é preciso prosseguir com a conversa; para isto são usadas as *Scenes*. Aqui poderá ser implementada uma parte da lógica da conversação, sendo possível introduzir condições lógicas para este: selecionar um caminho de entre vários; preencher variáveis a serem utilizadas mais à frente no fluxo ou no *webhook* para processamento ou cálculos; manusear *intents* do utilizador onde, durante a conversação, são inseridas mais respostas por parte do utilizador e, assim, definir fluxos conforme a resposta deste; ou tratar erros que possam ocorrer (Figura 7).

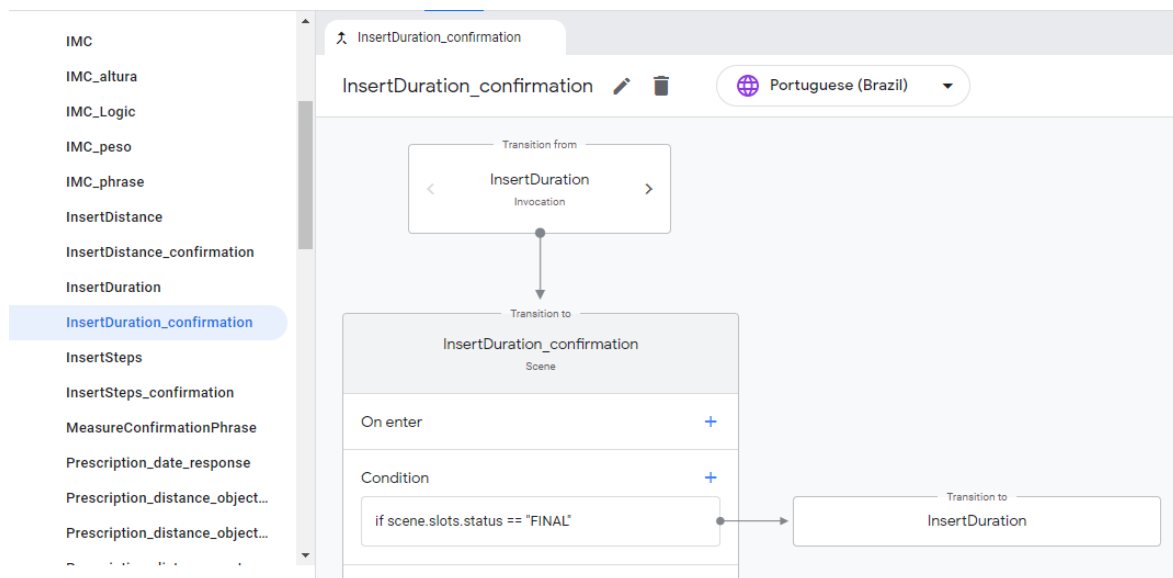


Figura 7 - Exemplo de uma *Scene* criada no Google Actions

Estas *Scenes* são normalmente usadas em situações onde são necessárias respostas do utilizador e não apenas uma resposta do *chatbot* – dado que, neste projeto a maior parte da lógica está implementada no *back-end* (*webhook*).

### 6.1.5. Outras Funcionalidades de Sistema

Para além dos três principais ‘grupos’ existem outros, também importantes, para as respostas automáticas e definição das variáveis.

Para o manuseamento das respostas automáticas, exemplo, quando o *chatbot* não percebe o que utilizador diz, é pedido ao utilizador que repita de novo para tentar compreender: esta funcionalidade é a de *System Intents*. Para além desta também existem os *Types*, onde é possível criar tipos de variáveis, exemplo, *String* ou *Integer*. Aqui foram definidas, por exemplo, o espaço temporal (dia, mês ou ano) sendo, na pergunta do utilizador, utilizada esta variável para obter as prescrições para determinado período. Apesar de existirem os tipos de resposta de “sim” e “não” estes, no sistema, apenas estão definidos em inglês por omissão; tendo sido necessário criar uma versão portuguesa para estes valores de sim/não.

É possível criar três tipos de *Types*: palavras e sinónimos; expressões regulares; e texto livre. A primeira opção permite adicionar palavras, frases curtas, ou sinónimos (Figura 8); o *Type* de expressões regulares engloba o *regex*, onde será permitido utilizar todas as expressões utilizadas em *regex* para obter um padrão específico (Figura 9), por exemplo, uma matrícula; o *Type* de texto livre aceita tudo o que o utilizador possa inserir/dizer.

PrescriptionType Portuguese (Brazil) Cancel

Add entries

Enter words or short phrases that could be accepted by this type. [Help](#)

New entry

Key	Value(s)
pedometer	<input type="text" value="passo"/> <input type="text" value="passos"/> Add values
duration_of_physical_ac	<input type="text" value="hora"/> <input type="text" value="horas"/> Add values
duration_of_physical_ac	<input type="text" value="minuto"/> <input type="text" value="minutos"/> Add values
distance_travelled	<input type="text" value="metro"/> <input type="text" value="metros"/> Add values
distance_travelled_km	<input type="text" value="quilómetro"/> <input type="text" value="quilómetros"/> Add values

1-5 of 5

Figura 8 - Exemplo de um *Type* de palavras e sinónimos criado no Google Actions

Time Portuguese (Brazil) Cancel S

What kind of values will this Type support?

Add entries

Add entries for this Type.

New entry

`\\d+:[0-5]\\d`

1-1 of 1

Figura 9 - Exemplo de um *Type* de expressões regulares (*regex*) criado no Google Actions

### 6.1.6. Webhook

*Webhook* é uma componente importante para que todas as peças se interliguem para formar uma solução coesa. Normalmente existe a necessidade de adicionar uma camada de lógica no software a ser desenvolvido que, no caso do Google Actions, pode ser implementada através do *fulfillment* interno na plataforma; ou através de um *fulfillment webhook* onde essa lógica será processada em Node.js fora da plataforma. Um *webhook* tem, resumidamente, como objetivo enviar de volta para a plataforma código dinâmico (resposta) quando um *intent* for correspondido (Boonstra, 2021).

Considere-se como exemplo um pedido pela parte do utilizador para obter as suas prescrições para o dia. Para este exemplo em concreto o fluxo (incluindo a função do *webhook*) seria:

1. ‘Qual a minha prescrição para hoje?’;
2. Sistema identifica o *intent* ‘prescDate’;
3. É obtida a *entity* da ‘data’ de quando o utilizador quer saber a sua prescrição, neste caso seria ‘hoje’ (*daily*);
4. O *fulfillment* é ativado para o *intent*, dado que não é possível fazer *queries* diretamente no Google Actions;
5. Ocorre uma chamada ao *webhook/back-end*;
6. Com os dados do pedido:
  - a. Obtém-se o nome do *intent*, os parâmetros e contexto do pedido;
  - b. É feita a pesquisa à BD para obter as prescrições diárias do utilizador conectado;
  - c. É construída uma resposta *human-readable* para o utilizador a partir dos dados obtidos, por exemplo, ‘Hoje deverá percorrer 5 quilómetros.’.
7. O *webhook* envia esta resposta formatada para o agente, para que os utilizadores possam ouvi-la e/ou lê-la.

Este exemplo está espelhado na Figura 10 para melhor perceção do fluxo interno (adaptado de (Boonstra, 2021))

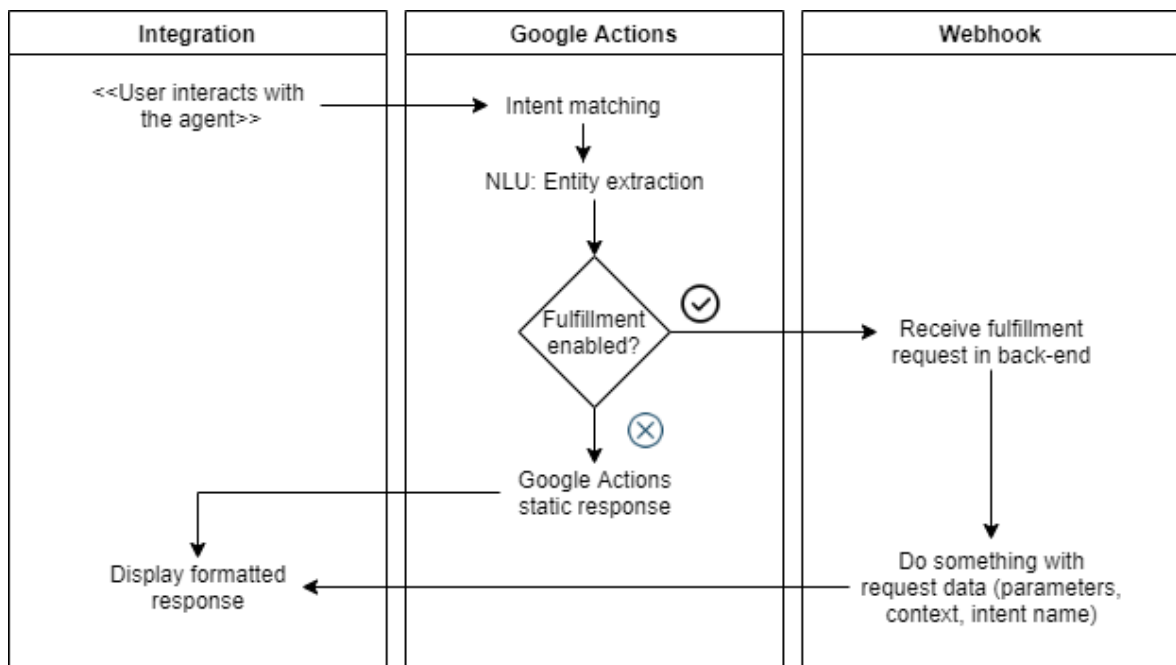


Figura 10 - Diagrama explicativo do funcionamento do *fulfillment* no Google Actions

## 7. Hígia – Um Agente Conversacional como Interface para a Plataforma OnTrack

O agente conversacional desenvolvido, chamado de ‘Hígia’, tem como objetivo principal ajudar pacientes com DPOC a praticar exercício físico para melhorar a sua condição física e a concluir as prescrições prescritas pelo profissional de saúde. Este capítulo descreve o que é o *chatbot* ‘Hígia’, o processo de criação (incluindo o fluxo conversacional principal) e as funcionalidades que este apresenta.

Antes de ser iniciado o desenvolvimento do *chatbot* foram desenhados os diagramas de fluxo de conversação entre o utilizador e o *chatbot*, nomeadamente os relativos à obtenção de prescrições destinadas ao utilizador conforme prescritas pelo profissional de saúde na plataforma OnTRACK. Este processo permitiu estabelecer a forma como iria processar-se a interação com o utilizador, e incluiu a definição das frases que despoletam o *intent* bem como as possíveis respostas do *chatbot*. O fluxo desenhado está embutido no capítulo “Prescrições”, do qual consta o significado de cada figura, assim como o trajeto e todas as possíveis combinações de pergunta/resposta.

A implementação deste protótipo foi realizada com recurso à plataforma Google Actions e a um *webhook* externo desenvolvido em Node.js. Aqui foram feitas as configurações necessárias para que estas “plataformas” pudessem comunicar entre elas e, assim, fosse possível construir um *chatbot* que obtivesse informação relevante para o paciente. Foi utilizada uma biblioteca externa denominada *dotenv*<sup>20</sup> para que fosse possível guardar as constantes do ambiente num ficheiro *.env* ou *dotenv* à parte do ficheiro *js*. Neste ficheiro é guardada a informação sensível como por exemplo acessos à BD, palavras passe, chaves de API entre outras.

### 7.1. Desenho do Fluxo Conversacional

Antes do desenvolvimento do agente conversacional foi desenhado o fluxo principal da obtenção de prescrições, para que estivesse bem definido o processo e fosse mais simples a implementação do código *a posteriori*.

---

<sup>20</sup> <https://www.npmjs.com/package/dotenv>

Este fluxo é constituído por figuras interligadas entre si através de setas que indicam uma progressão até terminar aquele tópico de conversa. Para isso foi definido o ‘valor’ de cada figura, tal como representado na Figura 11.

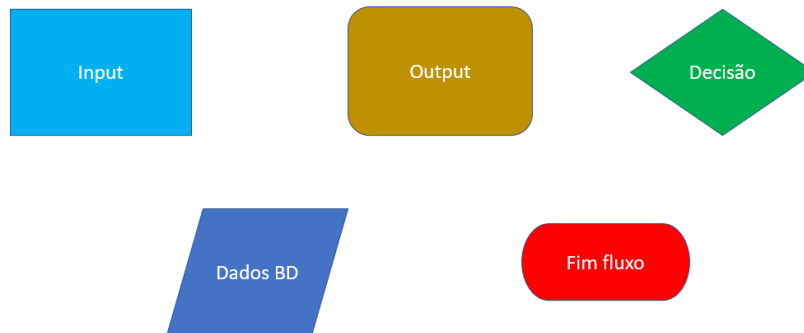


Figura 11 - Significado das figuras utilizadas no fluxo c conversacional

Para que o fluxo pudesse ser generalizado foram utilizadas variáveis com a possibilidade de ter vários valores; por exemplo, em vez de terem de se escrever as várias opções no fluxo (exemplo, os termos diário, semanal ou mensal), foi definida uma variável chamada *periodicidade*. Estes valores estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 - 'Variáveis' representadas no fluxo conversacional

Variável	Valores
<i>periodicity</i>	diário/semanal/mensal
<i>date</i>	hoje/semana/mês
<i>sport</i>	correr/caminhar/jardinar/...
<i>measure</i>	tempo/distância
<i>intensity</i>	ligeira/moderada/vigorosa

Todas as componentes principais foram separadas entre receber a *periodicidade* como parâmetro de entrada e sem esse parâmetro preenchido – dado que o tratamento dessas opções é feito de forma diferente para cada caso.

#### 7.1.1. Obtenção de Prescrições

Para a obtenção de todas as prescrições (ou seja, sem a indicação da periodicidade indicada pelo utilizador) são obtidas todas as prescrições associadas ao paciente (Figura 12). No caso de a periodicidade ter sido indicada serão obtidas as prescrições apenas para aquela

periodicidade indicada; nesse mesmo fluxo com a periodicidade indicada, se não existir nenhuma prescrição associada ao paciente com essa periodicidade, é feita uma pesquisa à BD para obter prescrições para outra periodicidade para além da indicada pelo utilizador. Caso existam prescrições noutra periodicidade é perguntado ao utilizador se as pretende obter – caso contrário é terminado o fluxo (Figura 13).

Todas as figuras do fluxo, tanto de interação do utilizador como a do *chatbot* estão numeradas para que possam ser observadas, em tabelas, as possibilidades de invocação pelo utilizador ou respostas pelo *chatbot* (Tabelas Tabela 2 e Tabela 3).

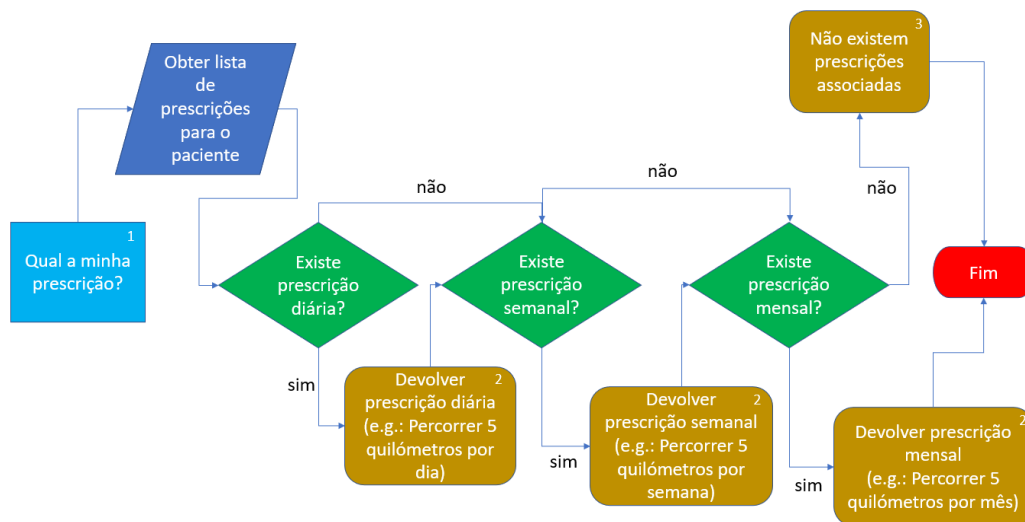


Figura 12 - Obtenção de prescrições sem inserção da periodicidade

Tabela 2 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrições sem periodicidade definida

1	2	3
Qual a minha prescrição?	A sua prescrição é a seguinte: [title]: Percorrer [distance] metros por [date]	Não existem prescrições associadas
Prescrição	A sua prescrição é a seguinte: [title]: [sport] [duration] minutos por [date] a uma intensidade [intensity], em que os valores de falta de ar terão de estar compreendidos entre [dyspnoea_from] e [dyspnoea_to] e os valores de cansaço entre [fatigue_from] e [fatigue_to]	

Minha prescrição	A sua prescrição é a seguinte: [title]: Dar [steps] passos por [date], em que os valores de cansaço terão de estar compreendidos entre [fatigue_from] e [fatigue_to]	
------------------	---	--

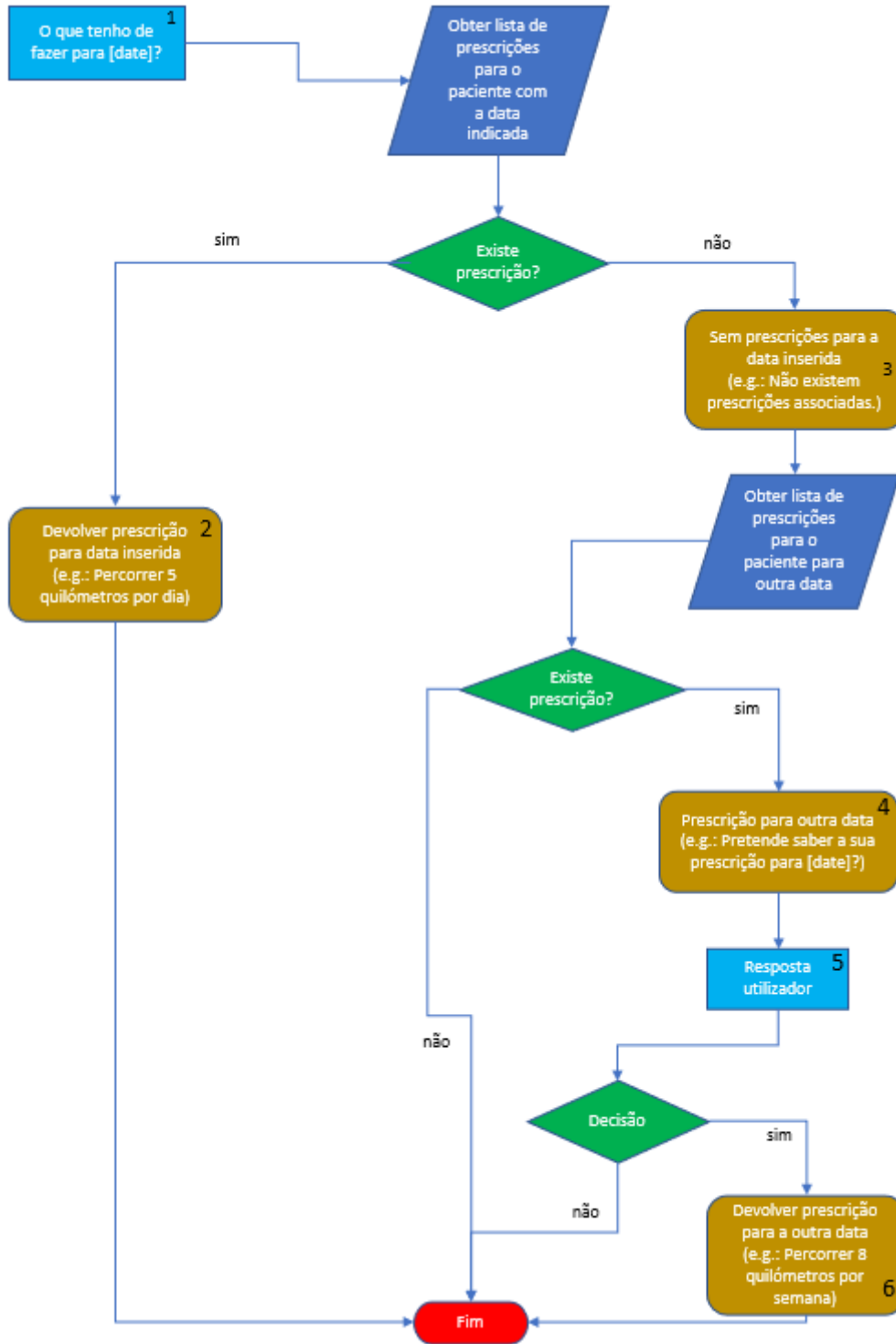


Figura 13 - Obtenção de prescrições para a periodicidade inserida

**Tabela 3 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrições com periodicidade definida**

1	2	3	4	5	6
O que tenho de fazer para [date]?	A sua prescrição [date] é a seguinte: [title]: Percorrer [distance] metros por [date]	Não existem prescrições associadas.	Pretende saber a sua prescrição para [date]?	Sim	A sua prescrição [date] é a seguinte: [title]: Percorrer [distance] metros por [date]
O que tenho de fazer [date]?				Ok	
				Certo	
				Claro	
Qual o meu objetivo para [date]?				...	
O que devo de fazer [date]?				Não	
				Incorreto	
				...	

Para melhor compreensão do fluxo, este foi separado pelos diferentes tipos de prescrição (distância, duração ou passos) para, aquando da implementação, estarem detalhadas as diferenças e semelhanças entre os diferentes tipos. Neste capítulo serão apenas mostrados os fluxos do tipo de duração (dado os restantes serem bastante semelhantes); os outros tipos de prescrição (distância e passos) constam no Anexo A.

### 7.1.2. Prescrição de Duração

Para obter a prescrição de duração com a periodicidade indicada, após o paciente ter invocado este fluxo, são obtidas todas as prescrições para essa periodicidade. Se for possível obter resultados da BD, estes serão apresentados ao paciente e assim concluído o fluxo; se não existirem prescrições para a periodicidade indicada será feita uma pesquisa na BD para outro espaço temporal (periodicidade). Neste momento poderão acontecer dois cenários: se forem obtidas prescrições para outra periodicidade que não a inserida pelo paciente, este será

avisado de que o seu pedido não poderá ser concretizado (por exemplo, não existem prescrições para aquela periodicidade inserida pelo utilizador) e ser-lhe-á perguntado se pretende consultar para outra periodicidade que existe no sistema, e devendo ser obtida a sua concordância; caso não existam prescrições associadas ao paciente quer na periodicidade pretendida quer numa outra qualquer, o paciente será notificado desta informação e, no *back-end*, será verificado se existem prescrições para outro tipo (passos ou distância). Caso existam prescrições de outro tipo será perguntado ao paciente se as pretende obter; por fim, e conforme a resposta do paciente, serão devolvidas ou não as prescrições para consulta. Todo este fluxo descrito encontra-se na Figura 14, com a tabela de registos de entrada e saída na Tabelas Tabela 4 e Tabela 5.

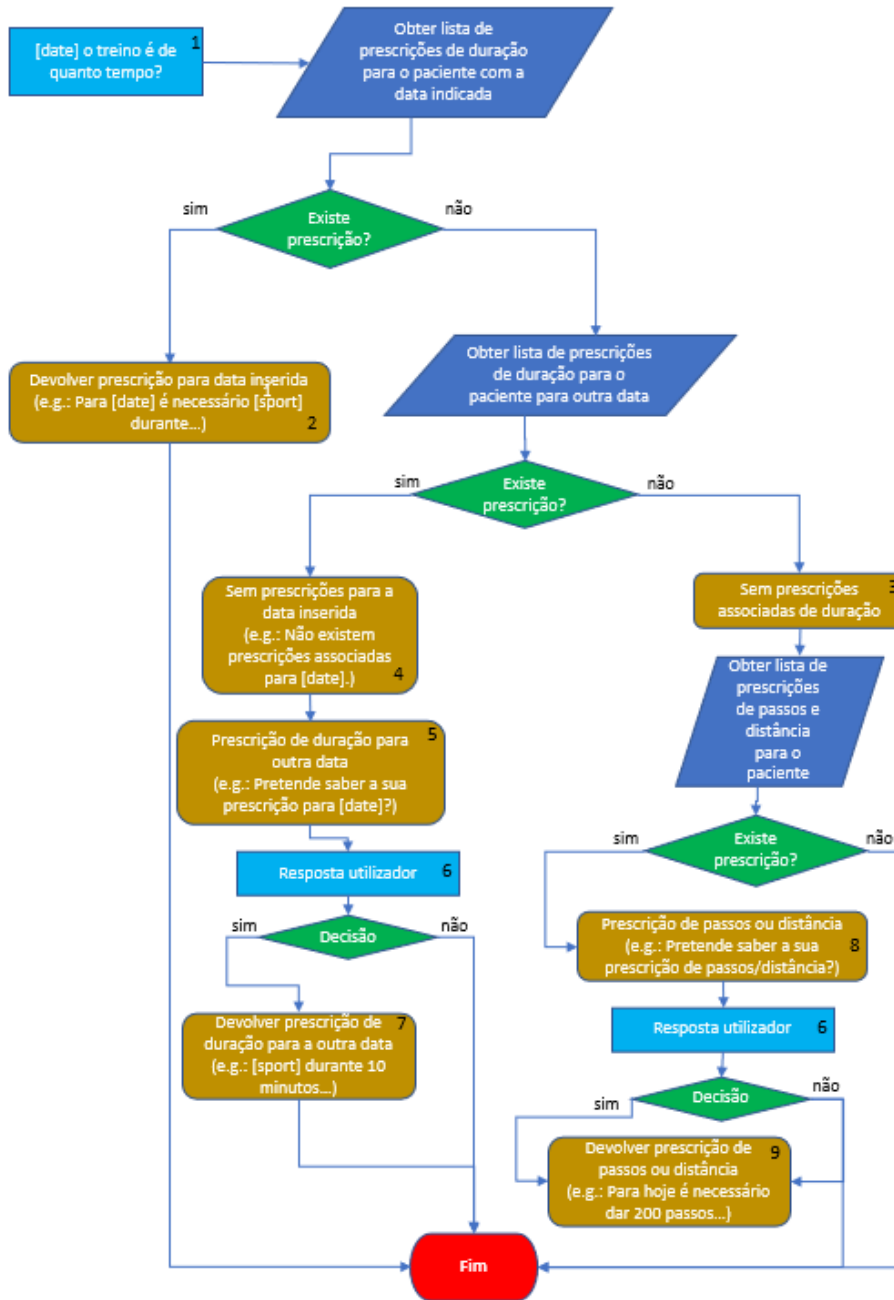


Figura 14 - Obtenção de prescrição de duração para a periodicidade inserida

Tabela 4 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de duração com periodicidade definida (1/2)

1	2	3	4	5	6	7
Quanto tempo tenho de [sport] [date]?	Para [date] é necessário [sport] durante [duration]	De momento não apresenta nenhuma prescrição	Não existem prescrições de duração associadas	Pretende saber a sua prescrição para [date]?	Sim Ok Certo Claro ...	Para [date] é necessário [sport] durante [duration]
[date] o treino é de quanto tempo?						

[date] o exercício é de quanto tempo?	minutos a uma intensidad e [intensity]	com duração associada.	das para [date].		Não Incorreto ...	minutos a uma intensidad e [intensity]
[date] a atividade física é de quanto tempo?						
[date] prescrição é de quanto tempo?						
Quanto tempo é o exercício físico [date]?						
Quanto tempo de exercício tenho de fazer [date]?						

**Tabela 5 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de duração com periodicidade definida (2/2)**

8	9
Pretende saber a sua prescrição de passos/distância?	Para [date] é necessário dar 1000 passos

O fluxo da obtenção da prescrição de duração sem a periodicidade indicada é semelhante; aqui apenas muda que, inicialmente, e dado que o espaço temporal não é indicado, será obtida uma prescrição com qualquer periodicidade. Caso não encontre prescrições para o tipo duração serão obtidas prescrições para os outros tipos, como referido no exemplo anterior. Este exemplo é observável na Figura 15 e os possíveis registos de entrada e saída estão contidos nas Tabelas Tabela 6 e Tabela 7.

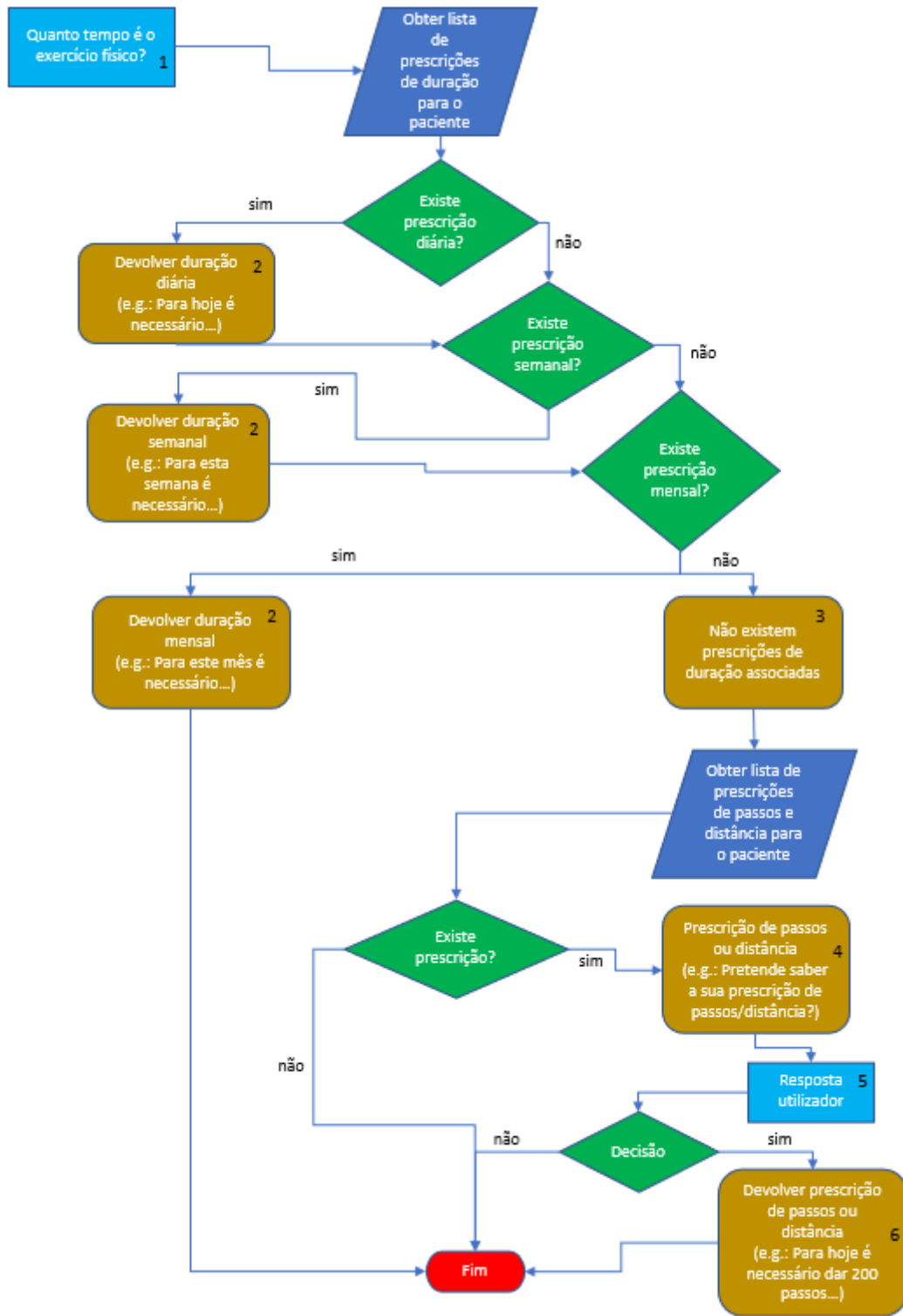


Figura 15 - Obtenção de prescrição de duração sem periodicidade indicada

**Tabela 6 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de duração sem periodicidade definida (1/2)**

1	2	3
Quanto tempo tenho de [sport]?	Para [date] é necessário [sport] durante [duration] minutos a uma intensidade [intensity]	De momento não apresenta nenhuma prescrição com duração associada.
O treino é de quanto tempo?		
O exercício é de quanto tempo?		
A atividade física é de quanto tempo?		
Quanto tempo é o exercício físico?		
Quanto tempo é o exercício?		
Quanto tempo é o treino?		
Quanto tempo tenho de fazer atividade física?		

**Tabela 7 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de duração sem periodicidade definida (2/2)**

4	5	6
Pretende saber a sua prescrição de passos/distância?	Sim	Para [date] é necessário dar 1000 passos
	Ok	
	Certo	
	Claro	
	...	
	Não	
	Incorreto	
	...	

### 7.1.3. Prescrição de Duração Efetuada

Para além de apenas obter a prescrição, por exemplo, do tipo duração, também é possível consultar a duração de exercício físico num determinado período temporal. Se o paciente quiser consultar a duração do exercício realizado na presente semana, inicialmente será confirmado se existem prescrições de duração para esta periodicidade; caso não existam prescrições, será apenas devolvida a informação do tempo de exercício; caso existam prescrições desse tipo, será verificado se já foi iniciada alguma atividade, ou seja, se o

paciente já realizou algum exercício físico. Caso não tenha começado nenhuma atividade física esta informação será apresentada ao paciente; mas se já tiver realizado alguma atividade física, terá de ser confirmado se o objetivo foi concluído. Caso este objetivo ainda não tenha sido concluído o paciente será informado de que já fez uma parte do objetivo (por exemplo, ‘Esta semana já fez 5 de 10 minutos de atividade física’); por fim, caso o paciente já tenha concluído a sua prescrição, será devolvida uma mensagem a congratular o paciente por ter terminado o seu objetivo do tipo de duração. Fluxo observável na Figura 16 e possíveis registos de entrada e saída na Tabela 8.

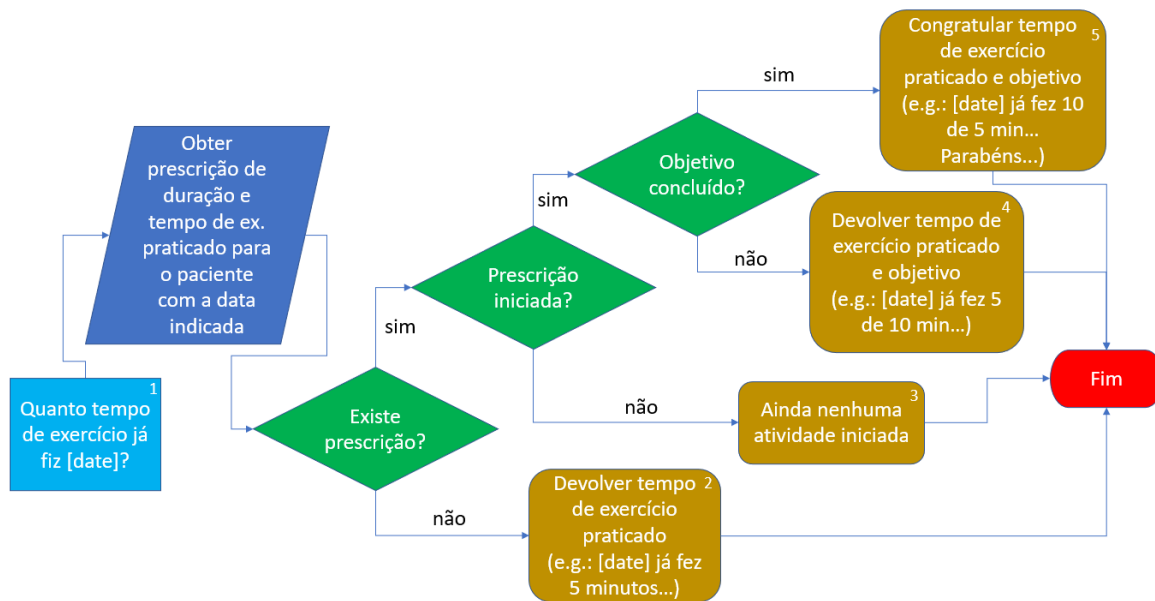


Figura 16 - Obtenção da duração atual percorrida com periodicidade indicada

Tabela 8 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da duração atual com periodicidade indicada

1	2	3	4	5
Quanto tempo de exercício já fiz [date]?	[date] já fez [duration_atual] minutos de exercício.	Ainda não iniciou nenhuma atividade.	[date] já fez [duration_atual] de [duration] minutos de exercício	[date] já fez [duration_atual] de [duration] minutos de exercício Parabéns! Já concluiu o seu objetivo
Quanto tempo de			[date] já fez [duration_atual] de [duration]	[date] já fez [duration_atual] de

exercício fiz [date]?			horas de exercício	[duration] horas de exercício Parabéns! Já concluiu o seu objetivo
Quantos minutos de treino já fiz [date]?			[date] já fez [duration_atual] minutos de [duration] horas de exercício	[date] já fez [duration_atual] minutos de [duration] horas de exercício Parabéns! Já concluiu o seu objetivo
Quantos minutos de atividade já fiz [date]?			[date] já fez [duration_atual] horas de [duration] minutos de exercício	[date] já fez [duration_atual] horas de [duration] minutos de exercício Parabéns! Já concluiu o seu objetivo
Quantos minutos de exercício já fiz [date]?				
Quantos minutos de atividade física já fiz [date]?				

A obtenção da duração de atividade física efetuada sem periodicidade indicada (Figura 17) é semelhante à obtenção de duração atual com espaço temporal indicado; a diferença é que aquando da invocação serão obtidas as prescrições de duração, e caso não existam será devolvido ao paciente a duração definida como padrão – ou seja, para a periodicidade diária. Caso exista alguma prescrição, será obtida uma delas aleatoriamente e o utilizador informado como no exemplo anterior. Possíveis valores para os registos de entrada dados pelo utilizador podem ser observados na Tabela 9.

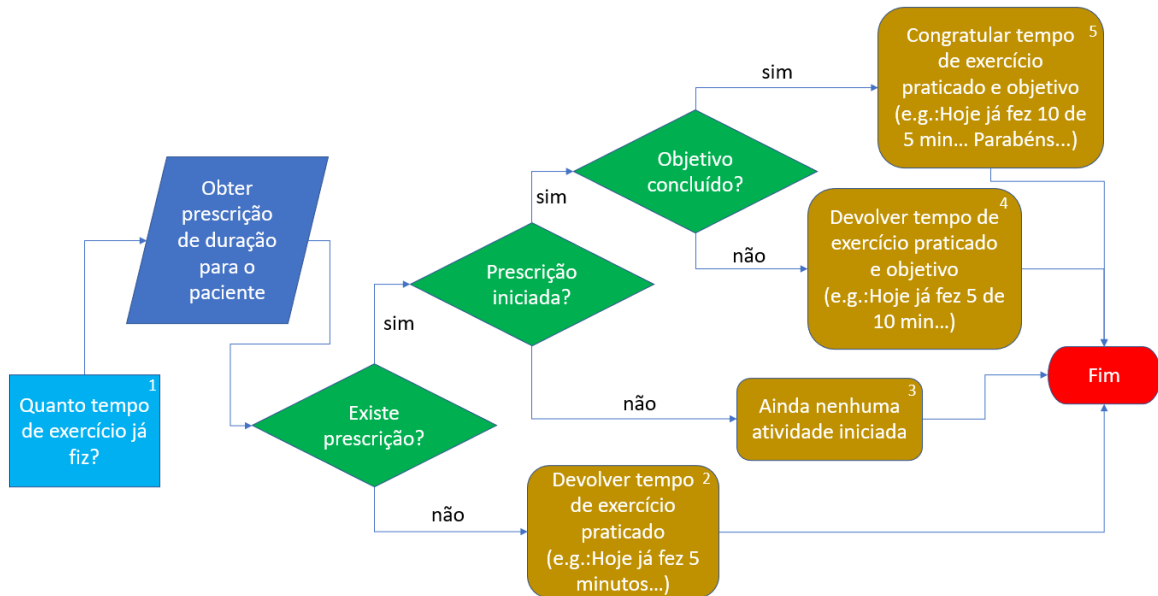


Figura 17 – Obtenção da duração atual percorrida sem periodicidade indicada

Tabela 9 – Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da duração atual sem periodicidade indicada

1	2	3	4	5
Quanto tempo de exercício já fiz?			[date] já fez [duration_atual] de [duration] minutos de exercício	[date] já fez [duration_atual] de [duration] minutos de exercício Parabéns! Já concluiu o seu objetivo
Quanto tempo de exercício fiz?	Hoje já fez [duration_atual] minutos de exercício.	Ainda não iniciou nenhuma atividade.	[date] já fez [duration_atual] de [duration] horas de exercício	[date] já fez [duration_atual] de [duration] horas de exercício Parabéns! Já concluiu o seu objetivo
Quantos minutos de treino já fiz?			[date] já fez [duration_atual] minutos de [duration] horas de exercício	[date] já fez [duration_atual] minutos de [duration] horas de exercício Parabéns! Já concluiu o seu objetivo

Quantos minutos de atividade já fiz?			[date] já fez [duration_atual] horas de [duration] minutos de exercício	[date] já fez [duration_atual] horas de [duration] minutos de exercício Parabéns! Já concluiu o seu objetivo
Quantos minutos de exercício já fiz?				
Quantos minutos de atividade física já fiz?				

#### 7.1.4. Prescrição de Duração Restante

A obtenção do tempo de exercício físico que falta realizar para terminar o objetivo do paciente é outra das principais funcionalidades relacionadas com as prescrições (Figura 18). Como nos outros fluxos, estes também são separados pela periodicidade, ou seja, se foi indicada ou não. No caso de a periodicidade ter sido indicada, é obtida a prescrição para esse espaço temporal e o tempo total de exercício físico efetuado. Se existir prescrição associada de duração é confirmado se alguma atividade física foi iniciada. Caso tenha iniciado alguma atividade é confirmado se o objetivo foi concluído; se não tiver sido concluído, o utilizador será informado do tempo que resta para terminar o seu objetivo; se este objetivo já tiver sido concluído será devolvida uma mensagem a congratular o paciente. Por outro lado, caso não existam prescrições de duração associadas para a periodicidade indicada, será obtida uma prescrição para outro espaço temporal/periodicidade que não a indicada. Se não existir nenhuma prescrição o paciente será informado de que não tem prescrições de duração associadas; se forem encontradas outras prescrições é perguntado ao utilizador se pretende obter essa informação. Caso o paciente queira consultar esta nova informação, repete-se a lógica descrita anteriormente, para o primeiro tópico. Todos os dados de entrada e saída estão contidos nas Tabelas Tabela 10 e Tabela 11.

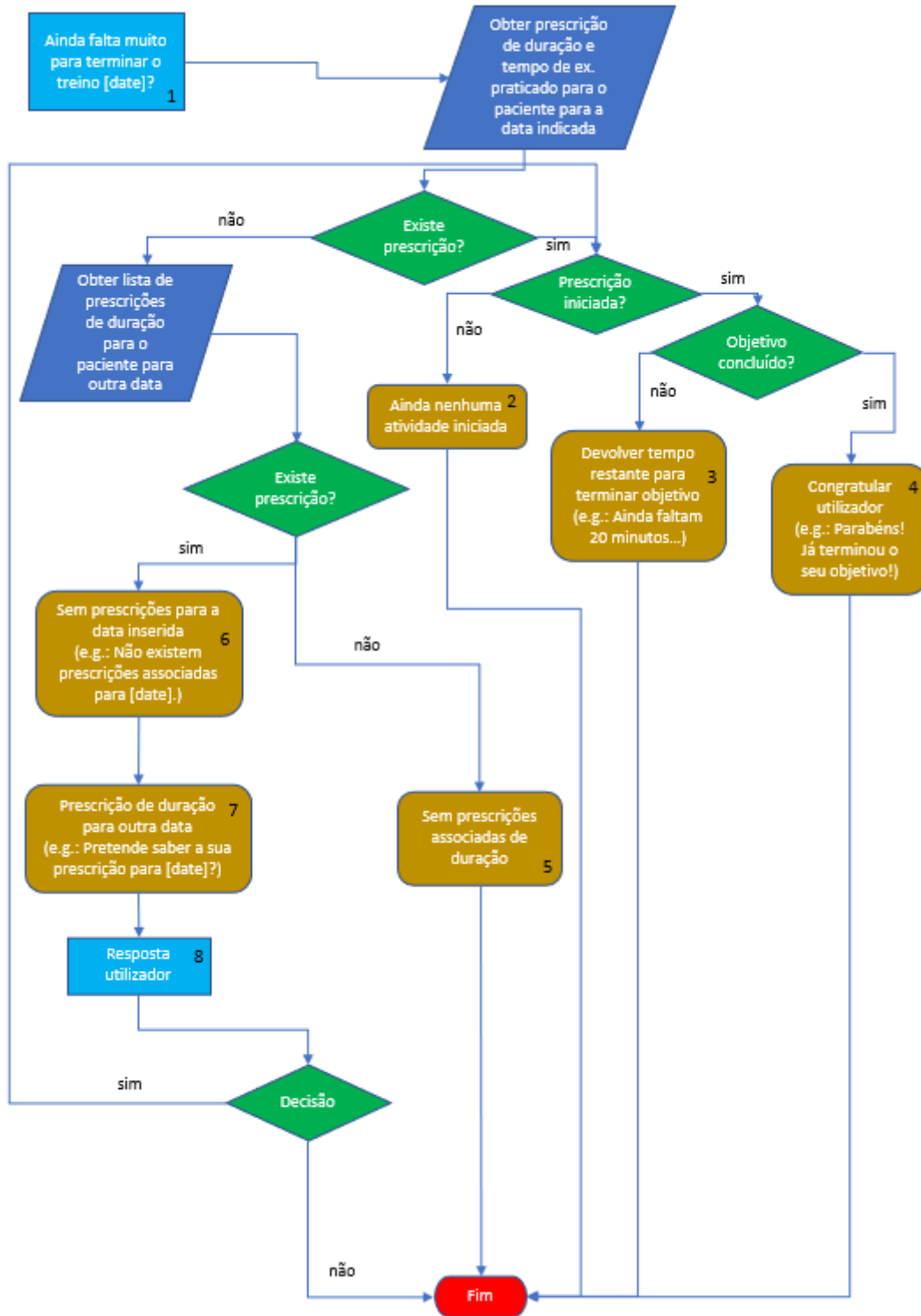


Figura 18 - Obtenção da duração restante a percorrer com periodicidade indicada

**Tabela 10 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da duração restante com periodicidade indicada (1/2)**

1	2	3	4
Quanto tempo de exercício ainda falta fazer para [date]?	Ainda não iniciou nenhuma atividade.	De momento ainda lhe falta [duration_restante] minutos para terminar o exercício [periodicity]	Parabéns! Já completou o seu objetivo!
Ainda falta muito para terminar o treino [date]?			
Ainda falta muito para terminar o exercício [date]?			
Ainda falta muito para terminar a atividade [date]?			
Quanto tempo para terminar o objetivo para [date]?			
Quanto me falta fazer para cumprir o objetivo [date]?			
Quanto tempo de exercício falta fazer [date]?			

**Tabela 11 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da duração restante com periodicidade indicada (2/2)**

5	6	7	8
Sem prescrições associadas de duração	Não existem prescrições associadas para [date].	Pretende saber a sua prescrição para [date]?	Sim Ok Certo Claro ...

			Não Incorreto ...
--	--	--	-------------------------

Para a obtenção da duração restante mas sem a periodicidade indicada (Figura 19), obtêm-se as prescrições de duração associadas ao paciente para qualquer espaço temporal. Caso não existam prescrições é mostrada a duração para a periodicidade diária; caso existam prescrições associadas, o fluxo é similar ao fluxo anterior. Caso tenha sido iniciada mas não concluída, o utilizador é informado do tempo restante; no caso de já ter concluído o objetivo/prescrição, o paciente é congratulado. Os possíveis registos de entrada ou saída estão contidos na Tabela 12.

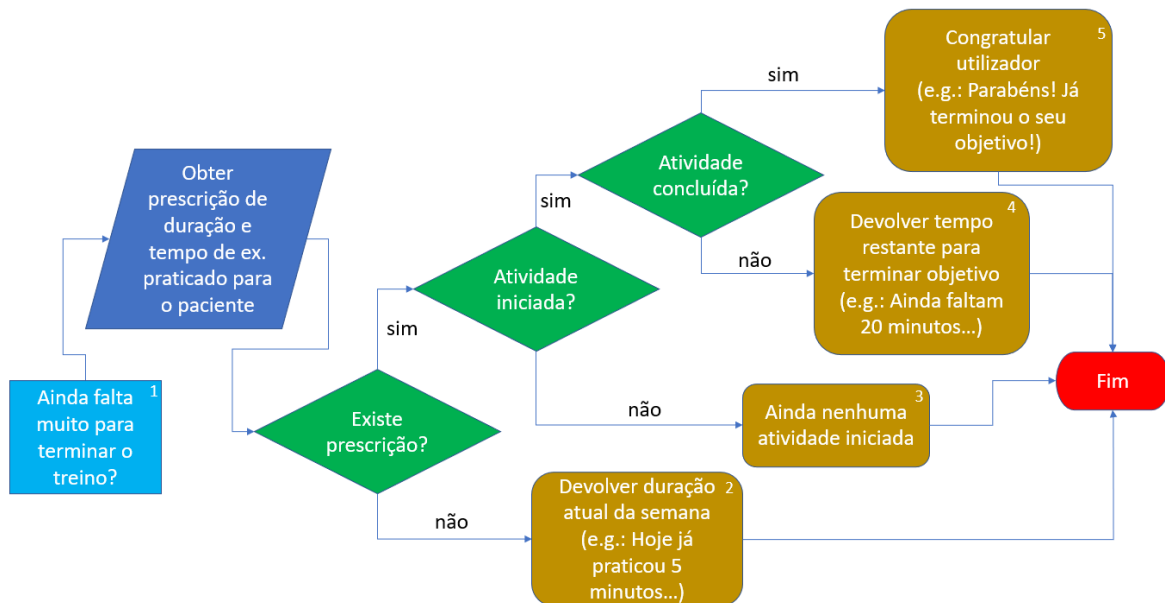


Figura 19 - Obtenção da duração restante a percorrer sem periodicidade indicada

Tabela 12 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da duração restante sem periodicidade indicada

1	2	3	4	5
Quanto tempo de exercício ainda falta fazer?	Esta semana já fez	Ainda não iniciou	De momento ainda lhe faltam	Parabéns! Já completou o seu objetivo!
Ainda falta muito para terminar o treino?	[duration_atual] minutos de exercício.	nenhuma atividade.	[duration_restante] minutos para terminar o	

Ainda falta muito para terminar o exercício?			exercício [periodicity]	
Ainda falta muito para terminar a atividade?			De momento ainda lhe faltam	
Quanto tempo para terminar o objetivo?			[duration_restante]	
Quanto me falta fazer para cumprir o objetivo?			horas para terminar o exercício	
Isto nunca mais acaba?			[periodicity]	

Como referido inicialmente estes fluxos foram criados para definir o processo de interação/resposta com o paciente e para servir de base ao desenvolvimento da funcionalidade, dado que apenas é necessário seguir o fluxo e transpor para código. Para além dos fluxos apresentados, foram criados outros para os restantes tipos de prescrição (distância e passos – presentes no Anexo A).

## 7.2. Prototipagem

Como enunciado na metodologia utilizada, foram desenvolvidos vários protótipos – sempre incrementando e melhorando as funcionalidades já existentes, e criando novas.

Após desenhado o fluxo de conversação sobre obtenção de prescrições para o paciente foi iniciada a implementação desse fluxo no Google Actions e no *webhook* correspondente, sendo esse o primeiro protótipo criado. Aqui era possível obter todas as prescrições do paciente por data; também permitia obter o estado da prescrição, por exemplo, os passos que o paciente já deu e os passos que ainda lhe faltavam para terminar o objetivo.

Após esta grande *feature* (principal) estar concluída procedeu-se à implementação: da obtenção e alteração de dados pessoais; da inserção de novas medidas para conclusão do objetivo; da obtenção do histórico do paciente; e, por fim, alguns *easter eggs*. A cada

protótipo efetuado foram realizadas as alterações necessárias para que essas funcionalidades fossem o mais *user friendly* possível e de fácil acesso.

Todas as funcionalidades do *chatbot* vão ser explicadas mais em pormenor nos capítulos seguintes.

### 7.3. Agente Conversacional - Hígia

Ao agente conversacional criado para a aplicação OnTRACK foi dado o nome de “Hígia”. Este nome deriva da deusa grega da preservação de saúde e prevenção de doença. Esta é representada a dar de beber a uma serpente através de uma taça ou cálice. Ao longo dos anos Hígia (ou Higeia) tornou-se no símbolo de saúde mais especificamente no da farmácia (Okuda & Kiyokawa, 2000).

Para que o utilizador possa conhecer melhor o *chatbot* com o qual está a comunicar para que se torne numa interação mais pessoal, este pode perguntar o nome deste *bot* e assim obter que o nome do agente com quem está a falar é a Hígia (Figura 20).



Figura 20 - Perguntar ao *chatbot* qual o seu nome

#### 7.3.1. Google Sign In

Para se iniciar uma conversa com este *chatbot* é sempre necessário aceder através da conta Google. Apenas na primeira utilização é necessário dar permissões para que o agente utilize

informação pessoal do paciente, por exemplo, email e, principalmente, o id Google. Com este id é possível ao paciente aceder a todas as funcionalidades do agente conversacional.

Este Login é efetuado através da plataforma Google Actions e controlada a partir daqui. Caso o utilizador faça login com sucesso pode aceder à informação e funcionalidades do *chatbot* (Figura 21); caso contrário, é negado o acesso.



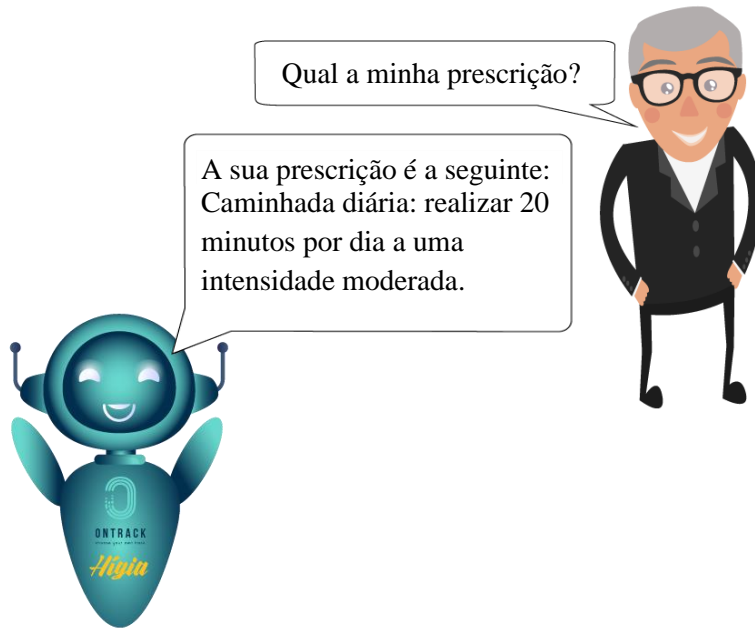
**Figura 21 - Exemplo de login efetuado com sucesso**

Esta funcionalidade de Google Sign In está embutida no Google Actions, onde apenas é necessário ativá-la e definir o fluxo correto: quando a conversação é inicializada é invocado este 'Log In' para conectar à conta; no *webhook* apenas é necessário receber a ação e guardar o id do utilizador para uso posterior.

### **7.3.2. Prescrições**

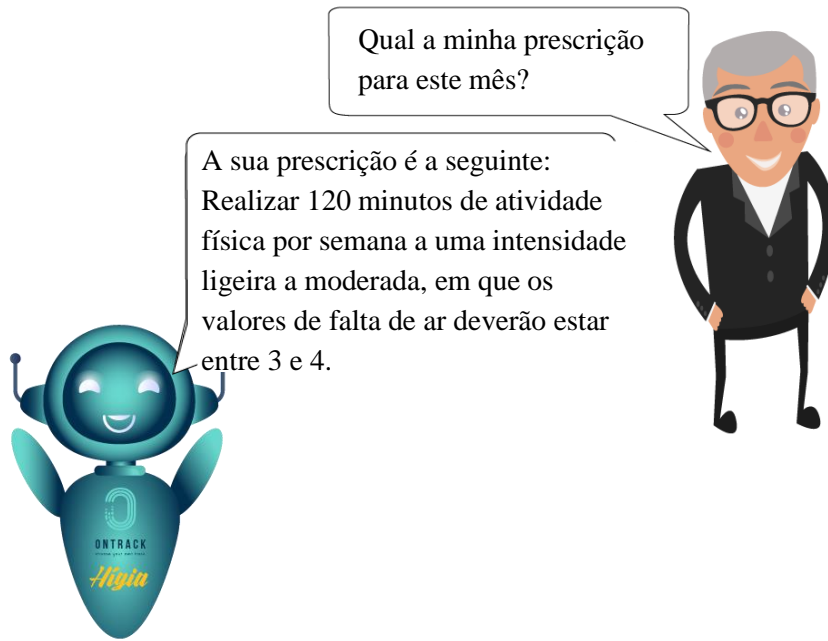
As prescrições permitem ao paciente obter e consultar os seus objetivos, conforme definidos pelo profissional de saúde. Esta funcionalidade será a mais importante do *chatbot*, pois permite que o paciente saiba e obtenha mais informação sobre os objetivos de atividade física que tem de cumprir, por exemplo, nessa semana. Toda esta funcionalidade foi criada a partir do fluxo definido anteriormente e explicado no capítulo Desenho do Fluxo Conversacional.

Para facilitar a interação com o paciente, basta-lhe-á pedir a sua prescrição; o *chatbot*, através do *webhook*, obtém as prescrições ativas do paciente e comunica os objetivos associados. Por exemplo, bastará ao paciente solicitar a sua prescrição, sem mencionar a periodicidade, para o *chatbot* apresenta as prescrições associadas a este (Figura 22).



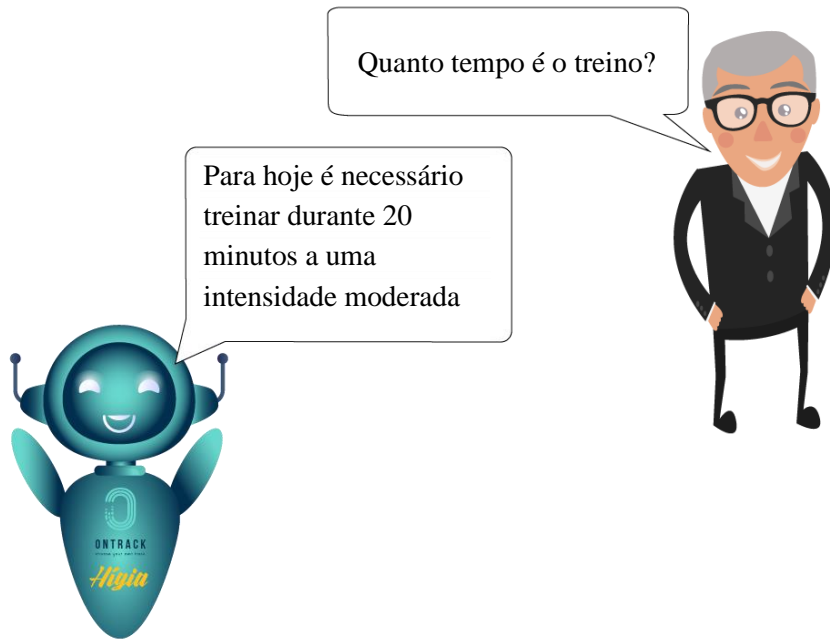
**Figura 22 - Exemplo de obtenção das prescrições associadas ao paciente através do chatbot**

Para além de obter as prescrições também é possível especificar para um espaço temporal específico, ou seja, o paciente poderá pedir para saber a sua prescrição diária, semanal ou mensal (Figura 23). Através desta periodicidade o sistema obtém as prescrições para aquele espaço temporal e comunica-as ao paciente. Existem 2 possibilidades quando o paciente pede prescrições para determinada periodicidade, podem existir ou não prescrições associadas. Caso exista alguma prescrição para o que foi pedido, o sistema obtém a prescrição da BD e informa o paciente. Caso não exista nenhuma prescrição o sistema tenta obter prescrição para outra periodicidade, por exemplo, se o paciente pedir para saber a sua prescrição para hoje, se não existir o sistema vai tentar obter para esta semana ou mês. Se continuar a não existir nenhuma prescrição, o *chatbot* informa o paciente que não existem prescrições associadas mas se existir será perguntado ao paciente se ele pretende saber para outro espaço temporal. Esta pergunta extra serve para causar mais interação entre as partes e para que o utilizador se aperceba que se vai ‘mostrar’ prescrição para outra periodicidade sem ser a que ele tinha pedido. Assim o paciente está sempre dentro do assunto, sem se perder no fluxo. Por fim e conforme a resposta do utilizador será lhe mostrada a prescrição. Este fluxo conversacional encontra-se esquematizado na Figura 13 (secção Desenho do Fluxo Conversacional).



**Figura 23 - Exemplo de obtenção das prescrições associadas ao paciente com periodicidade mensal através do chatbot**

Para que o paciente possa obter informação focada no que é pretendido, pode pedir para obter a prescrição especificamente de duração, distância ou passos, sendo apenas estas devolvidas ao utilizador. Por exemplo, o paciente pode querer apenas obter informação sobre prescrições de duração (Figura 24).



**Figura 24 - Exemplo de obtenção da prescrição de duração através do chatbot**

Caso o paciente não contenha prescrições do tipo pedido (por exemplo, caso o paciente peça para consultar as prescrições de passos e estas não existirem), será questionado sobre se pretende consultar outro tipo de prescrição (caso exista mais alguma prescrição associada). O utilizador poderá decidir se quer consultar ou não a informação apresentada. Se não existirem prescrições associadas, o paciente é simplesmente informado deste facto. Este fluxo conversacional encontra-se esquematizado na Figura 14 (secção Desenho do Fluxo Conversacional).

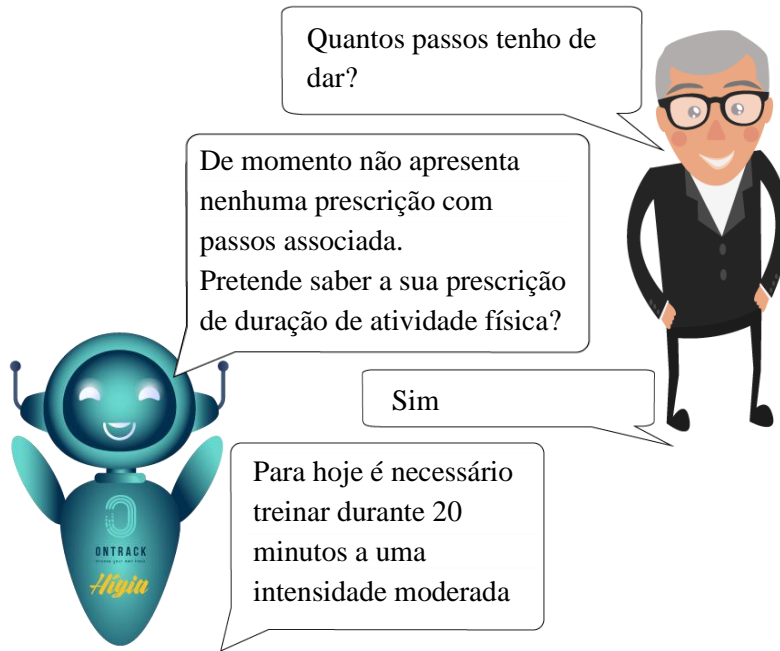


Figura 25 - Exemplo de reencaminhamento (*re-routing*) da obtenção da prescrição de passos através do *chatbot*

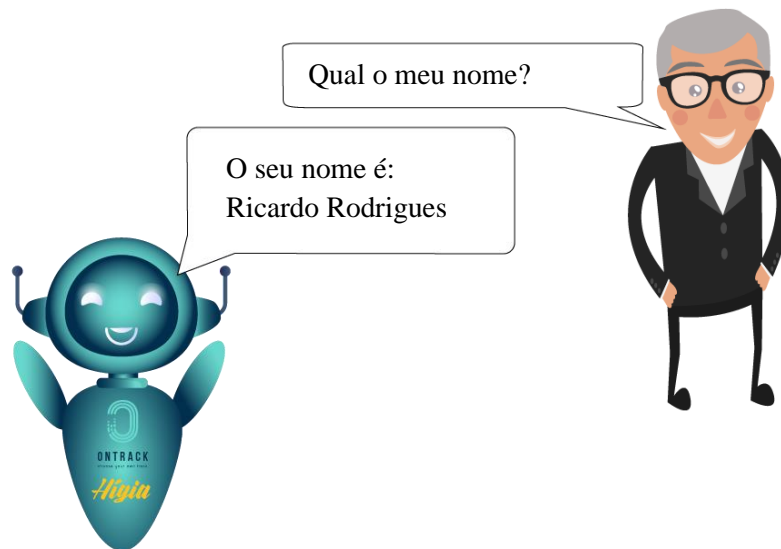
Para além da obtenção da prescrição demonstrada na Figura 25 sem a periodicidade indicada, o utilizador também pode querer consultar uma prescrição específica – ou seja, pode solicitar uma prescrição em concreto, por exemplo, de duração com uma periodicidade diária. O fluxo deste exemplo será semelhante aos dois anteriormente mencionados; a diferença será que o paciente indica a periodicidade da prescrição que pretende consultar. Por exemplo, o utilizador pode querer saber ‘quantos passos tenho de dar hoje?’, assim seria apenas devolvido quantos passos o utilizador necessita de dar para concluir aquele objetivo em particular.

Outra funcionalidade relacionada com prescrições é a da obtenção, por exemplo, da duração atual efetuada, ou seja, do tempo que o paciente fez exercício físico. Para além do objetivo, poderá também consultar que quantidade do objetivo já fez e quanto lhe falta.

### 7.3.3. Informação Pessoal

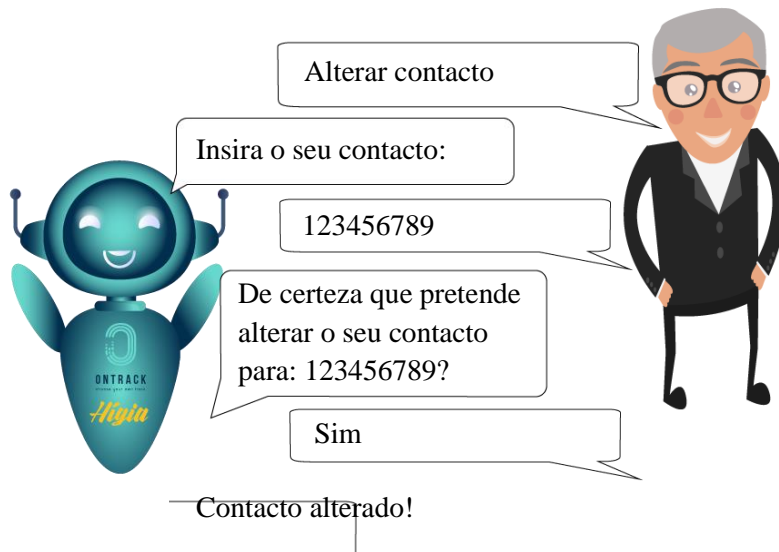
Tal como está implementado na app móvel do OnTRACK, o *chatbot* também permite aceder e alterar informação pessoal (não toda a informação, devido ao Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados). É possível consultar dados pessoais como o nome do paciente, email, contacto, observações, altura, peso e comorbilidades. Assim, o paciente apenas terá de

perguntar, por exemplo, ‘Qual o meu nome?’, e o sistema indicará o nome do paciente, conforme constar da BD (Figura 26).



**Figura 26 - Exemplo de obtenção do próprio nome pelo paciente através do *chatbot***

É também possível alterar dados pessoais: será possível alterar nome do paciente, contacto pessoal, observações, peso e altura. Por exemplo, caso queira alterar o seu nome ou o seu contacto pessoal bastará apenas dizer ‘Alterar contacto’; será despoletado um *flow* para que o paciente indique o seu número de telefone e, após esta indicação, será devolvida uma mensagem para que o utilizador possa confirmar se os dados que inseriu estão corretos (Figura 27). Todas as funcionalidades de alteração de dados pessoais necessitam da confirmação do utilizador.



**Figura 27 - Exemplo de alteração do contacto pessoal do paciente e da confirmação desse contacto telefónico inserido**

Para que o chatbot possa devolver um número de contacto telefónico algarismo a algarismo ou uma sigla caracter a caracter foi necessário implementar o SSML (*Speech Synthesis Markup Language*). Esta *markup language* é utilizada para tornar o discurso o mais natural possível. É utilizada para controlar alguns aspetos vocais como, por exemplo, a pronúncia das palavras, o volume, a velocidade e os graves e agudos da fala (Baggia *et al.*, 2010). Desta forma foi necessário definir um *markup* para dígitos e caracteres sendo este usado, por exemplo, no contacto.

Estes valores modificados serão guardados na BD, associados ao paciente que está a falar com o agente na tabela de *users*. Todos os valores, antes de serem persistidos na BD, são confirmados com o paciente; por exemplo, se o utilizador pedir para alterar o seu nome, antes do valor ser inserido na BD é perguntado ao paciente: ‘De certeza que pretende alterar o seu nome para: Ricardo?’.

#### **7.3.4. Medidas**

Este agente conversacional permite inserir, através da voz, algumas medidas pessoais, ne, como alguns valores necessários para a conclusão das prescrições. Especificamente, e na área da informação pessoal o paciente poderá recorrer ao *chatbot* para que este insira/altere o valor do seu peso ou o valor da sua altura. Estas medidas pessoais são utilizadas para, no

caso do agente conversacional, o cálculo do IMC – um *easter egg* detalhado na Secção *Easter Eggs*.

Tal como na aplicação móvel, no agente conversacional o paciente poderá inserir uma duração (tempo que praticou exercício físico), uma distância (distância percorrida) ou o número de passos dados. Todos estes valores podem ser adicionados no chatbot, através da voz, uma vez que o utilizador pode não ter utilizado o dispositivo móvel ou a *smartband* para obter automaticamente estas medidas.

Este fluxo tem duas possibilidades: o paciente pedir para ser adicionada uma medida; ou especificar essa medida explicitamente. Se o utilizador pedir ao agente conversacional para ‘Inserir medida’, o *chatbot* vai perguntar ‘Que valor pretende inserir? Duração, distância ou passos?’ (Figura 28 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). A partir daí o paciente poderá seleccionar a medida de diferentes formas: poderá apenas fornecer o nome da medida (por exemplo, ‘distância’), ou pode escolher esta opção dizendo ‘segundo/a’, ‘dois’ ou ‘segunda opção’. Desta forma permite-se ao utilizador ter uma melhor interação com o agente conversacional e a plataforma.

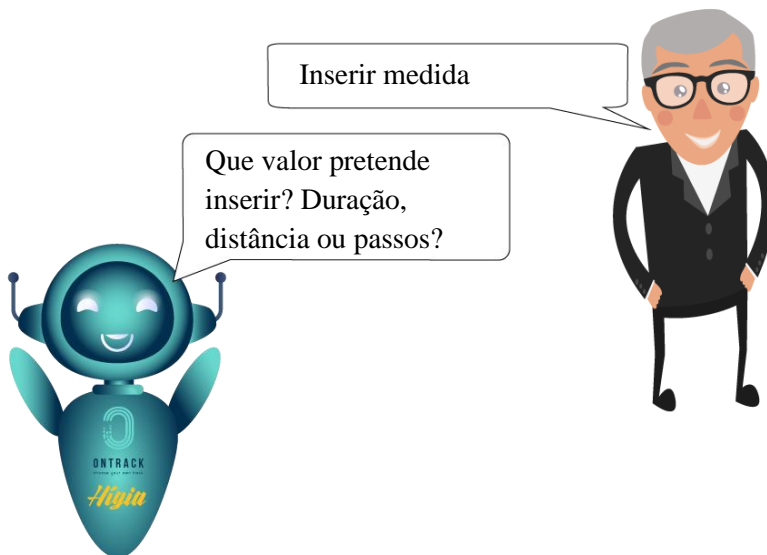


Figura 28 - Exemplo de inserção de medida

Após escolher a medida a inserir será solicitado o valor a adicionar; neste caso de exemplo o indicaria ‘Insira uma distância (em metros):’, devendo o utilizador comunicar o valor que pretende adicionar: ‘50 metros’ ou apenas ‘50’. Depois, o paciente será questionado se ‘Pretende adicionar 50 metros à sua atividade física?’ (neste exemplo), devendo responder sim ou não (Figura 29 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Este fluxo/processo foi pensado desta maneira para que o paciente tivesse sempre a palavra final, e pudesse confirmar o valor que estava a adicionar para que não sejam adicionados valores falsos ou incorretos.

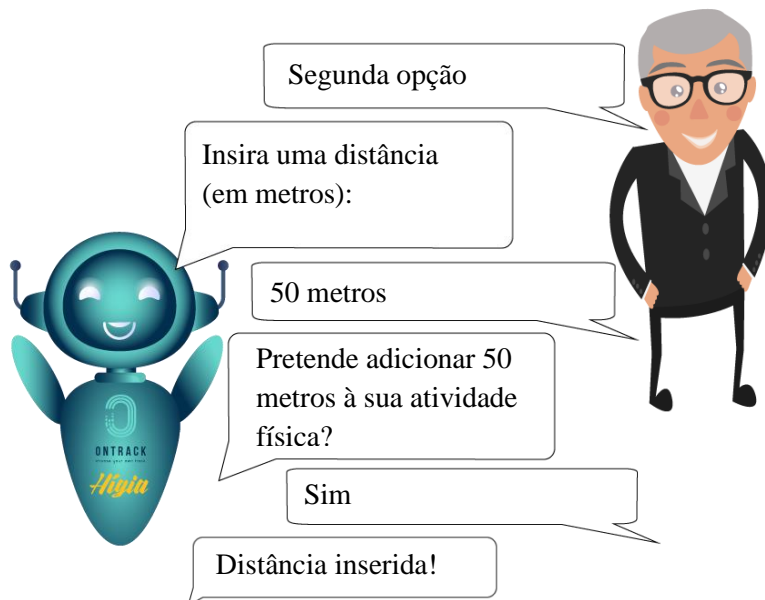


Figura 29 - Exemplo de inserção de distância

É também possível inserir o valor de uma maneira mais ‘direta’, ou seja, o paciente poderá apenas dizer ‘Inserir 50 metros percorridos de atividade física’. Assim, e mantendo a coerência, será pedido ao utilizador para confirmar este pedido para depois ser adicionada a medida à BD. Desta forma a inserção de valores será mais rápida e não haverá necessidade de serem feitas perguntas intermédias. Neste método são detetados 2 parâmetros (*entities*): o tipo de medida e o valor. Neste exemplo, o tipo de medida seria ‘metros’, e ‘50’ o valor. Dado que o utilizador pode tentar inserir uma distância em quilómetros ou uma duração em horas (casos atípicos), estes valores serão convertidos para a escala padrão da BD (metros e minutos), usando o *webhook*. Outro caso particular foi o da inserção de horas e minutos que

o Google interpreta no formato ‘1:30’; logo, foi necessário o uso de *regex* para ‘ler’ este valor e converter para o formato padrão (minutos).

Este fluxo descrito para a distância será similar ao fluxo da duração e passos para manter a coerência da conversação entre o agente conversacional e o paciente.

Este processo de confirmação de valores é utilizado sempre que ocorra uma inserção ou alteração na base de dados para qualquer medida pretendida. Neste caso de adicionar duração, distância ou passos será adicionada uma linha na tabela de *measures*, para posterior uso no agente conversacional, na aplicação móvel ou, genericamente, na plataforma OnTRACK.

### 7.3.5. Histórico

Um grande desafio da construção deste agente conversacional foi o de ter um histórico ‘falado’. Como seria um histórico de maneira falada não podia conter nem pouca nem demasiada informação; por isso, o implementado informa o paciente com informação relevante. Assim, o agente conversacional devolve as últimas três entradas agregadas por tipo de prescrição ordenadas por data (mais recente para mais antigo); por exemplo, o paciente 150 passos no dia 15 de Setembro, 120 no dia 14 de Setembro e 190 no dia 10 (Figura 30**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). O histórico está implementado para a quantidade de passos que o paciente deu, a distância percorrida, e a duração na qual praticou exercício físico.

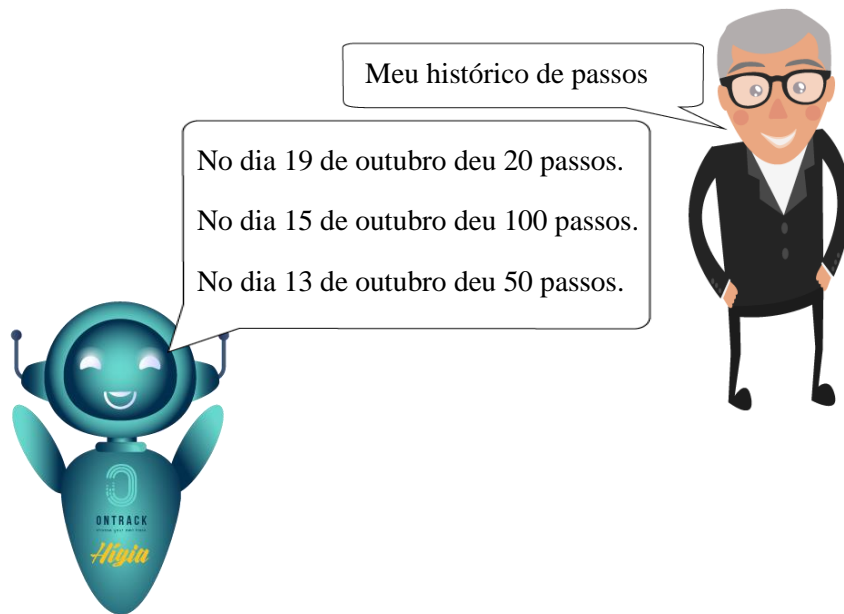


Figura 30 - Exemplo da obtenção do histórico de passos

Foi tido em consideração o singular e o plural na transmissão da informação ao paciente por forma a eliminar erros gramaticais de concordância; por exemplo, se o utilizador apenas tivesse dado/registado 1 passo no dia 17 de setembro, o agente iria dizer ‘No dia 17 de setembro deu 1 passo.’.

### 7.3.6. *Easter Eggs*

*Easter eggs* são mensagens ou *features* secretas, ‘escondidas’ dentro de um jogo ou qualquer outro tipo de software. Este nome surge do jogo da caça ao ovo durante a época da Páscoa. Hoje em dia estes *Easter eggs* estão por todo o lado, espalharam-se dos jogos e programas de software para programas de televisão e filmes (Salvador *et al.*, n.d.).

#### ***Easter egg* – Cálculo do IMC**

Para proporcionar mais experiências ao utilizador foram criados três *Easter eggs* no agente conversacional. O primeiro (e também primeira funcionalidade a ser criada no projeto) foi o cálculo do IMC a partir da altura e peso do paciente, através da fórmula  $\text{peso} / (\text{altura} * \text{altura})$ , em que os valores são em quilogramas (kg) e metros (m) para obter o resultado em

kg/m<sup>2</sup>. Os valores calculados podem apresentar diferentes resultados que podem ser inseridos dentro das seguintes categorias (Weir & Jan, 2021):

- **Magreza**, quando o resultado é menor que 18,5 kg/m<sup>2</sup>;
- **Normal**, quando o resultado está entre 18,5 e 24,9 kg/m<sup>2</sup>;
- **Sobrepeso**, quando o resultado está entre 24,9 e 30 kg/m<sup>2</sup>;
- **Obesidade**, quando o resultado é maior que 30 kg/m<sup>2</sup>.

Se o utilizador perguntar ao agente qual o seu IMC este irá ter duas opções: se o paciente tiver os dados de altura e peso guardados na BD o cálculo é imediato através da fórmula referida (Figura 31 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**); caso estes dados não estejam guardados o sistema vai despoletar outro fluxo conversacional – o agente conversacional vai obter o peso e altura questionando o utilizador e, após obtidos estes dados dados, o cálculo do IMC é feito como no outro caso descrito.

Os valores inseridos pelo paciente no segundo fluxo descrito não serão automaticamente guardados na BD porque, para manter a coerência dentro do agente conversacional, seria necessário pedir ao utilizador para confirmar os dados, o que levava a um crescimento abrupto do fluxo do IMC e ao aumento da complexidade para o utilizador. Nos casos de conversas com o agente conversacional é sempre necessário manter a conversa simples e sem demasiadas perguntas.

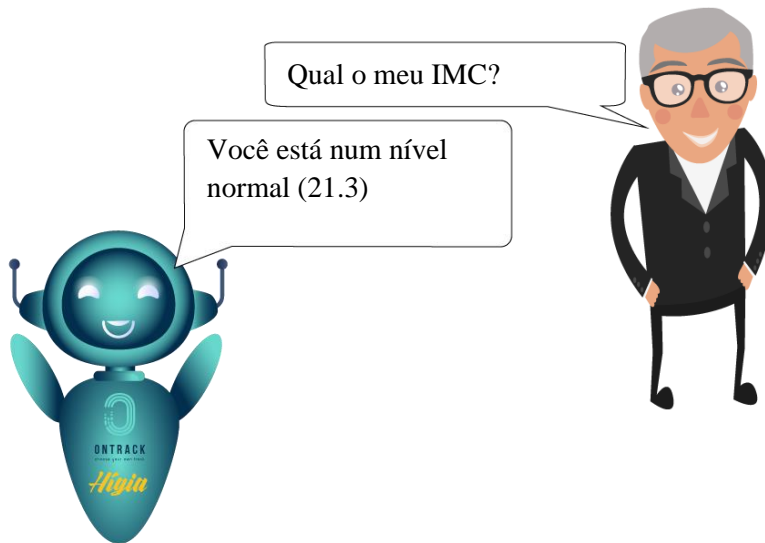


Figura 31 - Exemplo da obtenção do IMC de um paciente

### ***Easter egg – Frase Inspiradora***

Para tentar inspirar os pacientes a realizarem mais atividade física e melhorarem a sua condição física foi implementado outro *Easter egg*, que vai buscar uma frase inspiradora ao sistema para o paciente ouvir. O utilizador ao verbalizar ‘Inspira-me’ será despoletado este fluxo, obtida uma frase inspiradora, e transmitida ao paciente (Figura 32). Foram utilizadas as seguintes frases que mais se relacionavam com a prática de desporto físico, traduzidas para português (Pumerantz, n.d.; Seale, n.d.):

- “Idade não é uma barreira, é uma limitação que está na sua cabeça.” – Jackie Joyner-Kersey;
- “O seu maior atributo não é a capacidade física mas sim a capacidade mental.” – Bruce Jenner;
- “Algo construtivo advém de derrotas.” – Tom Landry;
- “Tenha a certeza de que o seu pior inimigo não vive entre as suas orelhas.” – Laird Hamilton;
- “Quanto mais difícil a vitória, maior será a alegria quando se ganha.” – Pele.

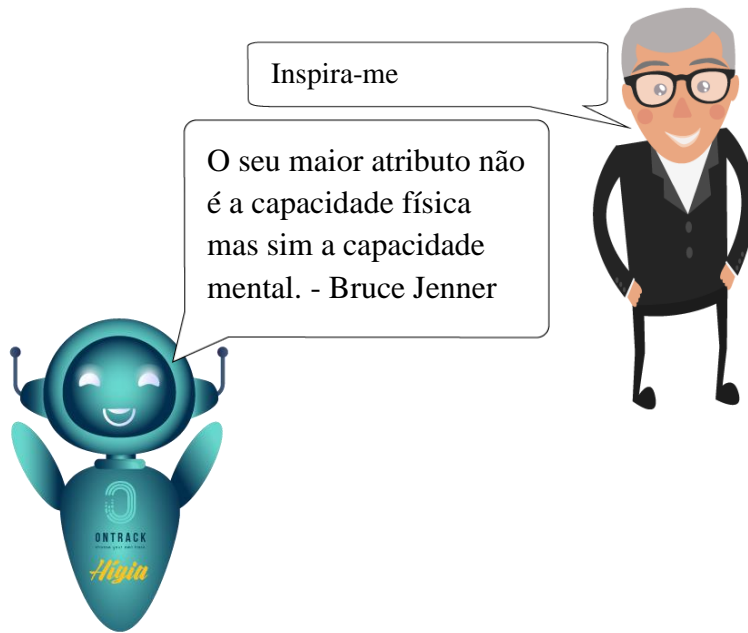


Figura 32 – Exemplo de uma frase inspiradora dita pelo *chatbot*

### ***Easter Egg* – Exercícios de Respiração**

Existem estudos que comprovam que o uso de exercícios de respiração como a respiração com os lábios semicerrados (*pursed lip breathing*), a respiração diafragmática ou *pranayama yoga breathing* trazem benefícios para pacientes com DPOC (Holland *et al.*, 2012). Todos estes exercícios se focam na respiração, mas as técnicas de respiração *pranayama* encorajam também os participantes a focarem-se no relaxamento, o que é importante para reduzir a ansiedade dos pacientes com DPOC. O yoga e a respiração *pranayama* são factíveis e toleráveis pelos pacientes com DPOC e podem melhorar a capacidade física destes utentes (Kaminsky *et al.*, 2017). *Pranayama* é uma palavra do sânscrito formada pela junção de duas palavras: “*prana*” que significa respiração da energia da vida/vital e “*ayama*” que significa controlo (Jayawardena *et al.*, 2020).

Foi, pois, inserido no agente conversacional um exercício de respiração *pranayama*, mais especificamente o *kumbhaka* ou *full breath retention* que consiste em fazer o ciclo de respiração no padrão 1-1-2, ou seja, inspirar calmamente pelo nariz durante 4 segundos, aguentar o ar durante outros 4 segundos e, por fim, expirar calmamente durante 8 segundos

(1-1-2) (Sidebotham, 2020). Este exercício deve ser feito sentado ou deitado, conforme for mais confortável para o paciente. Todo o exercício de respiração é feito pelo nariz.

Este exercício contém uma instrução inicial para o paciente perceber como fazer o exercício, uma pausa para que este possa treinar a sua respiração para se ambientar e, por fim, o exercício em si. O ‘comando’ que o *chatbot* verbaliza é o seguinte: ‘Exercício de respiração pranayama que consiste em inspirar calmamente, sustar a respiração e por fim expirar calmamente, sempre pelo nariz. Sente-se ou deite-se confortavelmente! Agora faça algumas respirações profundas para se ambientar... Preparado? Inspire Aguarde Expire Inspire Aguarde Expire Inspire Aguarde Expire Última vez... Inspire Aguarde Expire. Obrigado por meditar comigo!’.

Para que este *Easter egg* tivesse mais impacto na comunicação com o paciente foi utilizado o SSML para reduzir a velocidade da fala, para que esta transmitisse mais tranquilidade e, assim, o exercício de respiração/meditação tivesse melhor aderência pelos utilizadores e melhores resultados. Esta velocidade foi reduzida para 80% da velocidade normal para a introdução, e 45% da velocidade quando o agente dava a instrução para o paciente fazer a respiração. Valores abaixo de 45% da velocidade normal faziam com que a voz do agente quebrasse e estragava o som das palavras. Para fazer as pausas do agente, tanto para fazer o exercício inicial de treino de respiração como o exercício *pranayama*, foi também utilizado o SSML, mas neste caso de “pausa” foi utilizado o *break time*.

Para transmitir mais informação ao paciente durante o exercício de respiração o agente explica inicialmente como terá de proceder e as instruções, mas também informa o paciente quando será o último ciclo de respiração a efetuar. Este exercício está programado para ser realizado quatro vezes, ou seja, quatro repetições.

Todos estes *Easter eggs* foram pensados e implementados para trazer mais valor ao agente conversacional e benefícios aos pacientes.

### **7.3.7. Outras Funcionalidades**

Por último, foram criadas duas outras funcionalidades para que o paciente/utilizador pudesse conhecer melhor este agente conversacional, os seus objetivos e para que efeito foi criado; esta funcionalidade advém da necessidade de o utilizador não saber as capacidades do *chatbot* e pedir ajuda.

Estas funcionalidades são as mais simples de todo o projeto porque o agente apenas fala para o paciente. Na parte onde explica o ‘sobre’ do *chatbot* este indica ‘Este agente conversacional tem como intuito facilitar a interação entre paciente e aplicação OnTRACK. Por aqui é possível aceder a várias funcionalidades que a aplicação móvel contém mas de uma maneira falada, sendo mais cómodo o acesso caso contenha *Smart Devices*’ (exemplo na Figura 33 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Assim, demonstra o objetivo deste agente conversacional para com o paciente.

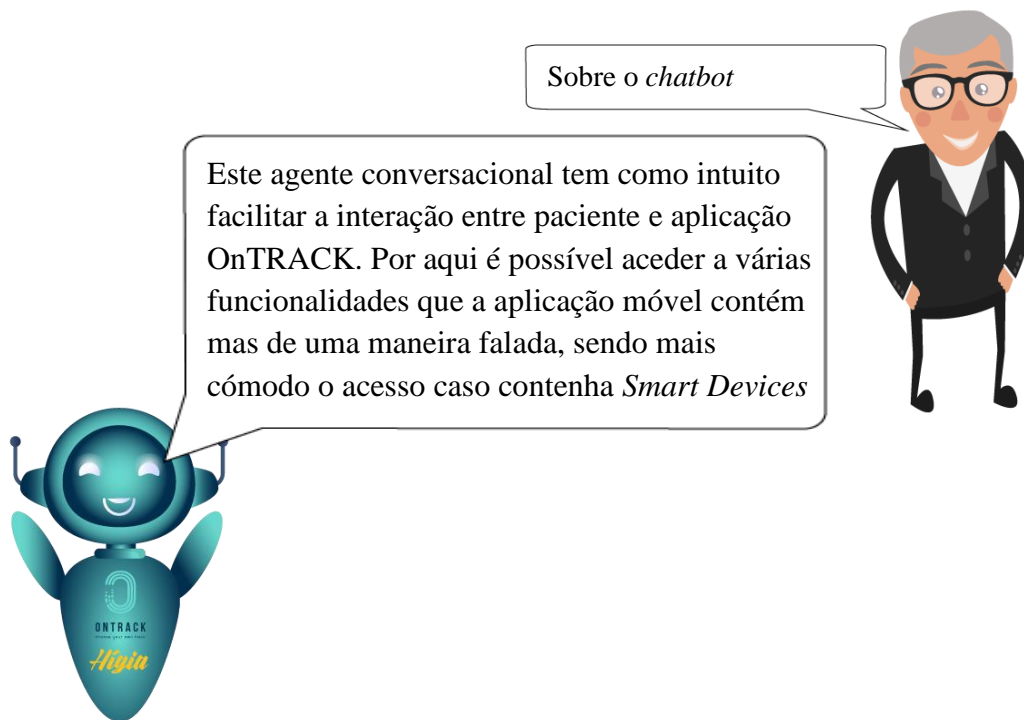


Figura 33 – Exemplo da obtenção do 'sobre' a aplicação por parte do paciente

Na parte da ajuda (excerto visível na Figura 34) ao utilizador o agente conversacional indica várias capacidades que possui e o que o utilizador pode pedir ‘Pode perguntar: Informação pessoal (como nome, altura, peso, entre outras); Prescrições; Prescrições para hoje ou esta semana; Histórico de duração, distância ou passos efetuados. Pode inserir dados como: Informação pessoal (nome, altura ou peso); Valores de duração, distância ou passos efetuados.’. Assim, explica de uma maneira sucinta várias das suas funcionalidades – excluindo os *Easter eggs* que tal, como foi referido, são funcionalidades “escondidas”.

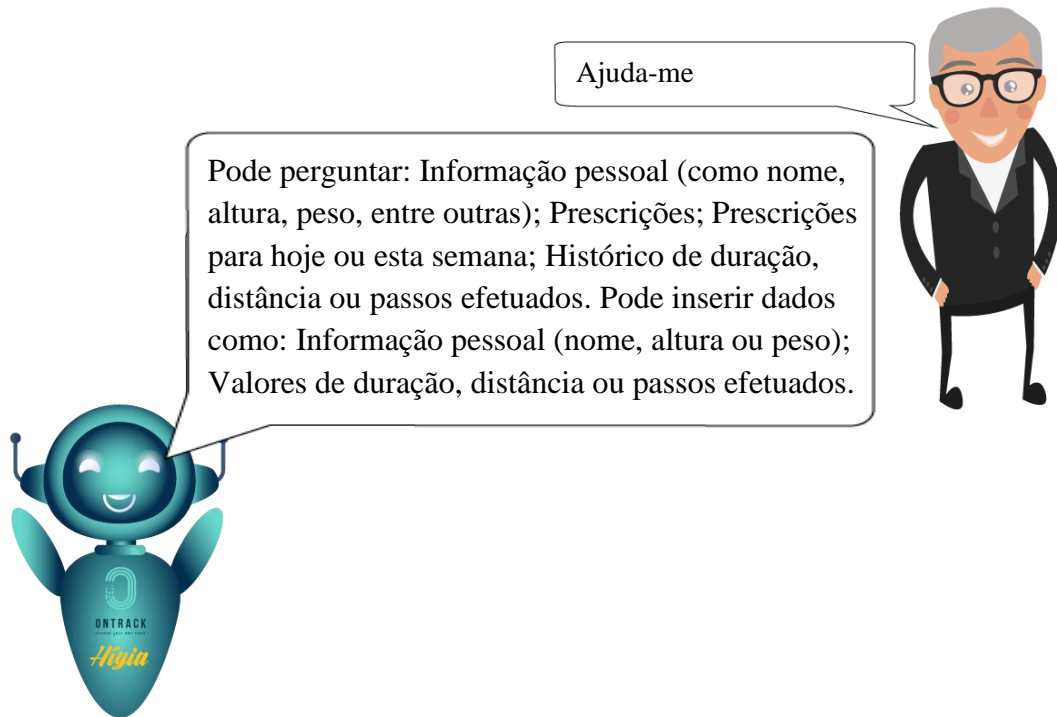


Figura 34 - Exemplo do pedido de 'ajuda' ao *chatbot* por parte do paciente

### 7.3.8. Notas

Na construção de todas as funcionalidades implementadas foi tida sempre em atenção a performance do agente conversacional, sem implicar erros na utilização ao utilizador. Assim dizendo, inicialmente foi pensado, logo no primeiro contacto entre utilizador e *chatbot* guardar uma ‘imagem’/cópia das prescrições associadas ao utilizador e informação pessoal mas ao fazer isto, se o houvesse alguma alteração nas prescrições por parte do profissional de saúde o paciente não iria ter estas novas alterações logo no momento. Para além desta razão também é de notar que ao ser implementado esta solução podia levar a problemas de performance caso o utilizador apenas quisesse pedir ao *chatbot* para adicionar algumas medidas ou valores dos objetivos dado que o carregamento dos dados seria feito logo no início da conversação levando assim algum tempo até estar disponível para falar.

## 8. Testes de Usabilidade

Os Testes de Usabilidade permitem aos utilizadores avaliar um software, bem como identificar problemas no sistema e validar parâmetros como a eficácia, a eficiência e a satisfação ao utilizar o sistema (Farrahi *et al.*, 2019).

Para testar o agente conversacional desenvolvido foi criado um teste de usabilidade onde, inicialmente, eram dadas aos *testers* 12 tarefas começando nas mais fáceis (simples de interpretação e execução), sendo que essa dificuldade vai aumentando ao longo das questões. Em cada tarefa, o técnico que acompanha o utilizador deveria preencher (sempre com a confirmação do *tester*) uma escala linear de 1 a 5 em que indica a dificuldade/facilidade de executar a tarefa, e onde 1 representa “não conseguir realizar a tarefa” e 5 representa “conseguir concluir a tarefa com muita facilidade”. Por cada tarefa seria apresentado um campo de comentários para o técnico ou utilizador escrever o que correu mal (*e.g.* a frase que não ‘entrou’ no *intent* correto).

Após a conclusão destas tarefas, um questionário adaptado de Guerino (2020) foi utilizado para que o utilizador, anonimamente e sem o acompanhamento do técnico, pudesse avaliar o sistema em diferentes aspetos: satisfação do utilizador, eficiência, eficácia, experiência de utilizador genérica, afeto/emoção, prazer/diversão, estética/atração, envolvimento/fluxo e por fim motivação. Por cada tópico são feitas diferentes afirmações que o utilizador deveria avaliar de 1 a 5; onde 1 representa que “discorda totalmente” e 5 que “concorda totalmente” num total de 30 perguntas. No fim de cada tópico, e colocada uma pergunta aberta para o utilizador possa revelar eventuais problemas que identificou (Tabela 13).

Tabela 13 - Questionário realizado aos utilizadores nos testes de usabilidade

Satisfação do utilizador
Foi fácil utilizar a voz para realizar as tarefas no sistema.
Não precisei de aprender muito sobre o sistema antes de realizar as tarefas com a voz.
Consegui familiarizar-me com o sistema conversacional quando o usei pela primeira vez.
Senti-me satisfeito(a) ao usar a voz para realizar essas tarefas.
O sistema comportou-se da forma que eu esperava durante a interação por voz.
Achei fácil de entender como interagir por voz no sistema.
Foi fácil adaptar-me à utilização do sistema conversacional.

Identifique aspectos positivos e negativos relacionados com o seu grau de satisfação com o sistema conversacional.

### **Eficiência**

O sistema respondeu de maneira imediata à minha interação por voz.

Usaria a voz com frequência para realizar estas tarefas no sistema.

O ritmo da interação por voz com o sistema foi apropriado.

Consegui completar a minha tarefa com a interação por voz num tempo que acredito ser razoável.

Descreva os problemas de eficiência que você identificou no sistema.

### **Eficácia**

O sistema reconheceu o que eu disse durante a minha interação por voz.

O sistema conversacional foi capaz de se recuperar facilmente de algum erro ou equívoco que eu cometi.

Completei minhas tarefas com interação por voz no sistema sem ocorrerem erros de sistema.

Quando a entrada de dados no sistema conversacional foi inconsistente ou ambígua, o sistema solicitava mais informações.

Do ponto de vista do utilizador iniciante, o sistema conduziu, de uma boa maneira, a interação por voz.

Do ponto de vista do utilizador avançado, o sistema permitiu uma grande quantidade de dados de entrada de uma só vez.

A velocidade da internet não influenciou os resultados do sistema.

Descreva os problemas de eficácia que você identificou no sistema.

### **Experiência de Utilizador Genérica**

Realizar estas tarefas com a voz no sistema foi uma boa experiência.

O sistema pôde lidar com meu sotaque e características linguísticas.

Descreva os problemas de usabilidade que você identificou no sistema.

### **Afeto/Emoção**

Senti-me animado(a) ao utilizar a voz para realizar essas tarefas no sistema.

Senti-me confiante ao utilizar a voz para interagir com este sistema.

O sistema respondeu à minha interação por voz de uma maneira amigável.

Descreva os problemas de afeto e emoção que você identificou no sistema.

### **Prazer/Diversão**

---

Foi muito agradável utilizar a voz para realizar estas tarefas no sistema.

---

Diverti-me ao utilizar a voz para realizar essas tarefas no sistema.

---

Descreva os problemas de diversão que você identificou no sistema.

### **Estética/Atração**

O sistema possuía um design inovador que facilitou a realização das tarefas por meio da voz.

---

Utilizar a voz para realizar as tarefas atraiu-me para utilizar o sistema.

---

Descreva os problemas de estética e atração que você identificou no sistema.

### **Envolvimento/Fluxo**

Utilizar a voz fez com que eu me dedicasse mais para realizar as tarefas no sistema.

---

Senti-me no controle do sistema durante a interação de voz.

---

Descreva os problemas de fluxo de conversação que identificou no sistema.

### **Motivação**

Senti-me motivado(a) ao utilizar a voz para realizar as tarefas no sistema.

---

Descreva os problemas de motivação que identificou no sistema.

---

Estas tarefas e o questionário foram realizados utilizando a ferramenta Google Forms, para ajudar no preenchimento e na obtenção de estatísticas, facilitando a futura análise e compreensão de dados. Todos os testes têm uma identificação (baseada em nomes de deuses gregos) para ajudar na análise dos dados e indicar alguma informação peculiar/importante.

## **8.1.Resultados**

Este teste foi realizado a 15 pessoas dado que para a realização dos testes, era necessária a presença física e, devido à atual situação pandémica, não é ético pôr em risco os doentes com DPOC para a realização destes testes. Estes testes foram realizados a utilizadores aleatórios com idades compreendidas entre 23 e 71, sendo 53% pessoas do sexo feminino e 47% do sexo masculino. Relativamente ao nível de escolaridade, 13,3% tinha o ciclo preparatório, 6,7% um curso profissional, 40% o ensino secundário, 20% uma licenciatura, 6,7% com bacharelato e 13,3% dos inquiridos um mestrado.

Com realização das tarefas individuais o intuito era o de compreender a dificuldade com que os utilizadores acediam às funcionalidades desenvolvidas, bem como obter e adicionar as diferentes maneiras de uma pessoa realizar a tarefa (adicionar *utterances* ao *intent*). Os

resultados obtidos estão representados na Tabela 14 (de realçar que os valores correspondentes à classificação apresentam diferentes significados onde 1 equivale a “não conseguir realizar a tarefa” e 5 a conseguir concluir a tarefa com muita facilidade).

**Tabela 14 - Resultados obtidos às tarefas realizadas com os utilizadores**

Tarefa	Classificação Média (1 a 5)	Comentários gerais
1. Consulte o seu nome.	5	Sem comentários.
2. Altere o seu nome (ex. para Justino Figueiredo).	4,3	Mudar o nome apenas numa frase, por exemplo, ‘Alterar o nome para Justino Figueiredo’ ou ‘O meu nome é Justino’.
3. Confirme se o seu nome foi alterado.	4,7	Algumas novas <i>utterances</i> para treinar o <i>chatbot</i> .
4. Consulte a secção de ajuda do chatbot (com o objetivo de obter instruções sobre os comandos disponíveis).	4,4	De um modo geral, todos os utilizadores acharam que a funcionalidade de ajuda da aplicação continha muita informação, o que os fazia esquecer-se das capacidades do <i>chatbot</i> .
5. Consulte o contacto telefónico que lhe está associado.	5	Algumas novas <i>utterances</i> para treinar o <i>chatbot</i> .
6. Insira observações que irão estar associadas ao seu perfil de utilizador (ex. "não sou fumador").	4,3	Apenas um comentário onde sugere a inserção de observações numa só frase, por exemplo, ‘Inserir observação não sou fumador’.
7. Adicione um valor de distância percorrida (ex. 50 metros de corrida).	4,5	Algumas novas <i>utterances</i> para treinar o <i>chatbot</i> .
8. Obtenha a sua prescrição de atividade física para o dia de hoje.	4,8	Sem comentários.
9. Consulte o tempo que falta para concluir a sua	4,8	Sem comentários.

meta de atividade física diária.		
10. Consulte informação sobre o número de passos dados no dia de hoje.	4,3	Algumas novas <i>utterances</i> para treinar o <i>chatbot</i> dado que este, às vezes, não entende o ‘dei’.
11. Consulte o registo histórico do número de passos dados.	4,3	Dificuldade na interpretação do pretendido. Algumas novas <i>utterances</i> para treinar o <i>chatbot</i> .
12. Consulte o nome do <i>chatbot</i> com o qual interagiu.	5	Sem comentários.

Após a execução das tarefas foi dado ao utilizar um questionário com 30 perguntas sobre diferentes tópicos. Em relação ao tópico de satisfação do utilizador, a maioria dos participantes concordou que foi fácil o uso da voz para completar as tarefas: não precisaram de muito tempo para aprender e compreender como a interação com o *chatbot* funcionava, e a adaptação ao agente conversacional foi simples. Alguns utilizadores adicionaram alguns comentários, principalmente os mais novos, indicando que seria interessante fazer tudo apenas num comando (por exemplo alterar o nome) e que também gostariam que o agente conversacional falasse num tom mais casual. Ainda foi identificado por alguns utilizadores que o *chatbot* não compreendia todas as palavras que eram ditas.

Em termos de eficiência, a maioria dos utilizadores indica que vai utilizar a voz como meio de comunicação com o *chatbot* para realizar as tarefas no sistema; para além disto também reportaram que o agente conversacional demora algum tempo até indicar uma resposta ao utilizador.

Na parte da eficácia, foi indicado pelos utilizadores que o sistema não reconhece todas as palavras ditas – mas que recupera rapidamente desses enganos. Em termos de usabilidade, para utilizadores iniciantes o sistema conduz uma conversa fluida; mas em relação a utilizadores avançados, foi reportado que estão contentes com a solução sendo que alguns destes participantes, principalmente pessoas mais jovens, indicaram que para uso mais avançado seria interessante a possibilidade de realizar comandos complexos, ou seja, indicar tudo apenas numa frase (por exemplo, ‘Alterar nome para Ricardo’).

A maioria dos participantes indicou que tiveram uma boa experiência de utilizador através do uso da voz como meio de interação com o sistema e que este lidou bem com o seu sotaque e características linguísticas.

Grande parte dos utilizadores sentiram-se animados e confiantes por usar o *chatbot*, e também indicaram que este respondia de uma maneira amigável. Alguns dos utilizadores, indicaram que preferiam que o *chatbot* falasse na língua portuguesa de Portugal (em vez de português do Brasil) e também foi indicado, pelos mais jovens, que preferiam que falasse num tom mais casual. A maioria dos utilizadores achou que o sistema tinha um design inovador e que a interação por voz os fazia sentir mais motivados e dedicados a concluir as tarefas propostas pelo sistema, tendo sempre o controlo sobre o sistema.

Os resultados dos principais tópicos foram agrupados e foi realizada a média do *rating* indicado pelo participante. Estes valores estão indicados no Gráfico 1, que representa a média do *rating* por cada tópico principal.

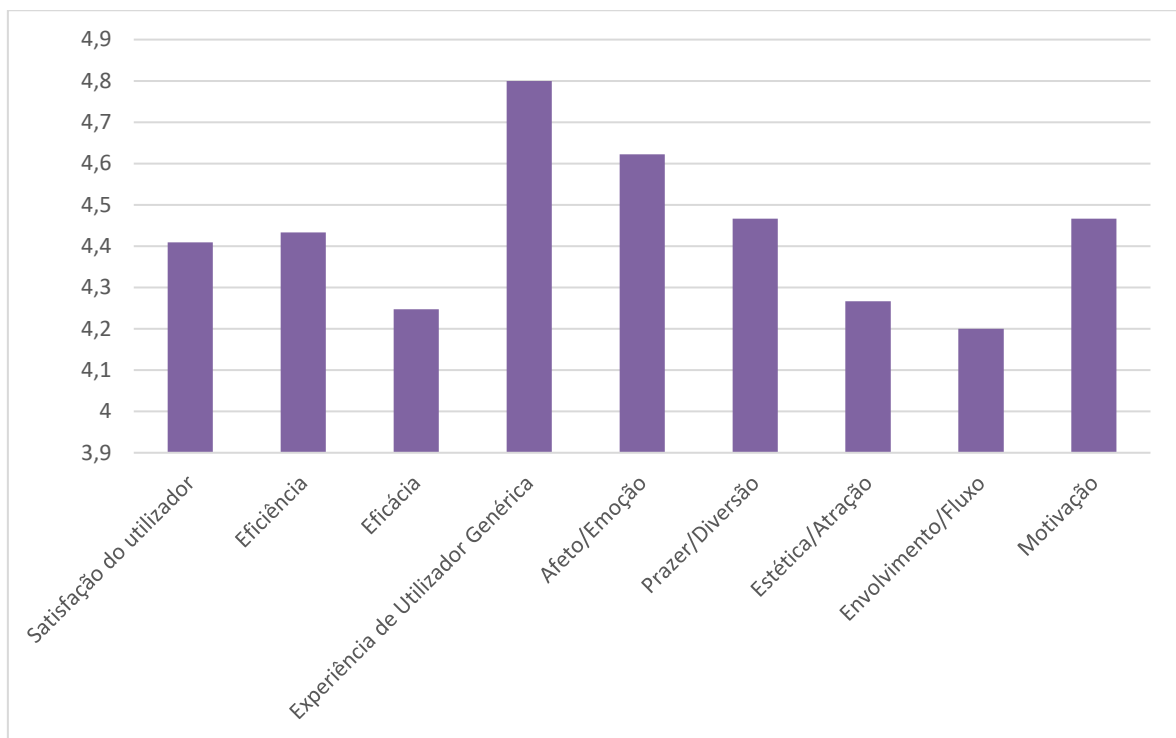


Gráfico 1 - Média do *rating* obtido nos testes de usabilidade para cada tópico do questionário

### 8.1.1. Discussão de Resultados

Os resultados obtidos neste teste de usabilidade permitiram identificar diferentes formas de as pessoas pedirem a mesma coisa; com este feedback foi possível adicionar mais *utterances* aos *intents* já existentes para que o *chatbot* respondesse corretamente ao utilizador. Em

relação às tarefas realizadas, inicialmente os praticantes, como não tinham experiência no sistema, demoraram um pouco a entender como navegar nele, mas ao fim de umas tarefas adaptaram-se bem e continuaram o teste sem grandes problemas. De um modo geral as tarefas foram bem executadas e os praticantes com a idade inferior a 40 anos, como têm mais experiência com estes tipo de tecnologia, têm a tendência de querer dizer tudo apenas numa frase. Como este projeto é dedicado a doentes com DPOC, fazer as ações por passos, por exemplo pedir para alterar o nome e só depois indicar o nome, será o mais adequado, até porque que estes utilizares não poderão estar muito tempo a falar devido à sua respiração. Esta melhoria será, porém, considerada dado que o intuito é possibilitar a melhor experiência a todos os utilizadores.

Também foi realçado no questionário a preferência da conversação com o *chatbot* ser numa forma mais casual (por oposição a formal); uma vez mais, estes comentários foram dados por pessoas com idades inferiores a 40 anos. De uma forma geral e tendo em consideração o público-alvo, optou-se por um tom mais formal para não ferir suscetibilidades. Para além do tema da formalidade da conversação, também foi identificado que seria preferível que a conversação com o *chatbot* fosse em português de Portugal; porém, atualmente, é impossível implementar esta melhoria devido às atuais limitações da plataforma (existindo porém a expectativa de que futuras atualizações à plataforma criem condições para que tal suceda).

Em termos de eficiência foi reportado que o *chatbot* demora algum tempo a responder ao utilizador; isto acontece devido à pesquisa à BD para obter todas as respostas pretendidas. Este aspeto podia ser melhorado se, inicialmente, quando a conversação fosse iniciada, fossem obtidas todas as informações necessárias para a conversa. Esta solução não era, porém, a ideal dado que cada vez que o utilizador iniciasse uma conversação com o *chatbot* este iria obter todos os dados necessários – o que iria demorar algum tempo a processar e implicaria atrasos significativos numa fase inicial. Para além desta solução, uma outra porventura mais viável seria a de modificar a BD ou melhorar a indexação para que a pesquisa fosse mais rápida, com a ressalva de que não é possível que a resposta seja instantânea.

Por fim, um utilizador identificou uma melhoria para o sistema para motivar os pacientes a concretizarem as suas prescrições: uma espécie de *reward/level up system*, ou seja, um sistema de prémios, ou apenas de subida de níveis dentro da aplicação, que o utilizador receberia ao concluir os seus objetivos. Esta funcionalidade poderia de facto trazer mais

motivação aos utilizadores para estes concluírem todos os seus objetivos, sendo, porém, transversal à plataforma, e não específica do agente conversacional.

## 9. Trabalho Futuro

Como em todos os projetos, haverá sempre margem para adaptar funcionalidades e até para adicionar outras importantes a fim de tirar mais proveito do sistema. Este projeto não é exceção, sendo considerado como uma base a partir da qual será possível criar e adicionar funcionalidades úteis para o paciente. Para além de todas as funcionalidades criadas, incluindo os *easter eggs*, seria possível e interessante conectar o agente conversacional com a aplicação móvel do OnTRACK para que, e a título de exemplo, o utilizador quisesse praticar desporto pudesse solicitá-lo ao agente conversacional – e o sistema lançaria a aplicação com a página de exercício físico aberta, para isto usando a funcionalidade App Actions da Google.

Esta versão encontra-se apenas desenvolvida em português, e seria proveitoso alargar para uma versão inglesa e, quem sabe, outras línguas, conforme a dimensão futura do projeto OnTRACK. Para alcançar este objectivo seria necessário adaptar as *utterances* para a língua objetivo e, na parte *back-end (webhook)*, adaptar as respostas usando a API do Google Translate para que estivesse disponível para várias línguas do mundo.

Para além destas melhorias também seria interessante usar uma API externa para obter as condições meteorológicas da região do utilizador, a fim de suportar sugestões sobre fazer exercício físico ao ar livre. Esta funcionalidade, integrada com a API do Google Maps para obter locais na natureza ao redor do utilizador, também seria algo a adicionar para trazer mais benefícios ao utilizador e tornar em algo mais pessoal e direcionado ao paciente.

Uma funcionalidade interessante para a promoção da atividade física seria, tal como apresentado nos testes de usabilidade, um sistema de recompensas/*level up*. Um sistema destes (Piao *et al.*, 2020) faz com que os pacientes tenham mais vontade de realizar as suas prescrições para ganhar algo em troca (prémios) ou apenas subir de nível, como num jogo. Esta funcionalidade seria muito proveitosa dado que o objetivo do projeto OnTRACK é o de promover a atividade física em doentes com DPOC, sendo que pode escalar a outras doenças e pessoas saudáveis.

Por fim, a fim de melhorar o *easter egg* da respiração assistida/meditação, é possível adicionar níveis de dificuldade para que este exercício traga ainda mais benefícios ao paciente. Neste momento o nível iniciante é 1-1-2, onde a respiração é feita num tempo (por

exemplo 5 segundos), aguentar o ar nos pulmões durante outro compasso (por exemplo, mais 5 segundos) e, por fim, expelir o ar calmamente durante 2 compassos de tempo (por exemplo, 10 segundos). Quando fossem implementados os níveis, o utilizador podia escolher o nível adequado ou o sistema, através de técnicas de IA, poderia escolher o nível mais adequado ao paciente. Estes níveis seriam, 1-1-2, 1-2-2 e, por fim, 1-3-2 tal como explicado acima (Sidebotham, 2020).

Para além de todas estas melhorias seria possível perspetivar muitas outras, mas sempre tendo em atenção a utilidade para o paciente e os benefícios que permitiria alcançar. Como foi referido, o protótipo desenvolvido estabelece a base do agente conversacional do projeto OnTRACK mas, dado que a plataforma está em desenvolvimento, surgirá futuramente a haver possibilidade/necessidade de acrescentar mais funcionalidades a este agente.

## 10. Conclusão

O Projecto OnTRACK visa estabelecer um modelo inovador e personalizado de saúde que irá ajudar profissionais de saúde na definição de estratégias eficazes para capacitar os doentes a adotar estilos de vida mais ativos, reduzindo assim a carga global da DPOC; pretende dar resposta este desafio através do desenvolvimento, avaliação e disseminação de uma plataforma mHealth inovadora de treino personalizado, que considera as preferências e fatores contextuais de cada indivíduo. O Agente Conversacional “Hígia”, foco desta tese, integra-se neste projeto, pretendendo fornecer aos utilizadores uma interface alternativa para interagir com a plataforma.

O *chatbot* Hígia tem como objetivo facilitar a interação entre plataforma OnTRACK e utilizador, tendo como principal propósito a utilização em sistemas *Home IoT* através de colunas inteligentes ou outros *smart devices*, para que esta interação seja mais cómoda e natural, dispensando o utilizador da necessidade de recorrer ao dispositivo móvel para realizar muitas das tarefas. Este agente conversacional tem como funcionalidades principais: a obtenção das prescrições definidas pelo profissional de saúde, podendo estas ser obtidas de um modo geral ou customizado/parametrizado (*e.g.*, duração, passos ou distância percorrida), ou consultada a prescrição para uma determinada periodicidade (diária, semanal ou mensal); a consulta e modificação de dados pessoais (como o nome, altura, ou peso); a inserção de medidas e valores de atividade física (como passos efetuados, distância percorrida e duração efetuada); ou a obtenção de dados históricos relativos às prescrições (histórico de passos dados, distância percorrida ou duração efetuada).

Para além destas funcionalidades, alguns *easter eggs* (funcionalidades escondidas dentro do sistema) foram implementados para acrescentar valor ao *chatbot*, nomeadamente: o cálculo do IMC a partir do peso e altura do paciente; a obtenção de uma frase inspiradora para promover a atividade física; e um exercício de respiração que ajuda o utilizador a reduzir a ansiedade e a melhorar a sua condição respiratória.

Após implementação iterativa dos protótipos foram feitos testes de usabilidade. Os resultados obtido possibilitaram a obtenção de várias novas *utterances* para adicionar ao treino do *chatbot* e de alguns comentários onde se indicava que os utilizadores, inicialmente, demoram algum tempo a adaptar-se ao *chatbot* – mas que se sentem motivados e confiantes ao utilizador a voz como meio de interação para obter a informação necessária. Alguns

participantes, principalmente os mais jovens, indicaram que seria benéfico que o sistema executasse uma ação em apenas uma frase, e que o sistema deveria falar num tom mais casual. Vários utilizadores reportaram que seria interessante que o *chatbot* fosse desenvolvido em português de Portugal, dado que muitas palavras não eram bem interpretadas ou reconhecidas.

Muitas funcionalidades poderão ser adicionadas a este agente conversacional como, por exemplo, a disponibilização de línguas alternativas. Futuramente também seria proveitoso incluir novas funcionalidades, incluindo um sistema de recompensas/evolução (*reward/level up system*) com vista a manter o utilizador envolvido e com vontade de concluir os seus objetivos.

Este Agente Conversacional pode ser considerado uma base para desenvolvimentos futuros, sendo que muitas outras características podem ser incluídas para trazer valor à plataforma OnTRACK à medida que novas funcionalidades nela sejam integradas.

## Bibliografia

- About ServiceNow - Who We Are and What We Do - ServiceNow.* (n.d.). Retrieved October 25, 2021, from <https://www.servicenow.com/company.html>
- Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). An Overview of Chatbot Technology. In *IFIP Advances in Information and Communication Technology: Vol. 584 IFIP* (pp. 373–383). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-49186-4\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49186-4_31)
- Baggia, P., Bagshaw, P., Bodell, M., Huang, D. Z., Xiaoyan, L., McGlashan, S., Tao, J., Jun, Y., Fang, H., Kang, Y., Meng, H., Xia, W., Hairong, X., & Wu, Z. (2010). *Speech Synthesis Markup Language (SSML) Version 1.1*. <https://www.w3.org/TR/speech-synthesis/>
- Blažun, H., Saranto, K., Kokol, P., & Vošner, J. (2012). Information and communication technology as a tool for improving physical and social activity of the elderly. *NI 2012 : 11th International Congress on Nursing Informatics, June 23-27, 2012, Montreal, Canada., 2012*, 26. [/pmc/articles/PMC3799169/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23799169/)
- Boonstra, L. (2021). The Definitive Guide to Conversational AI with Dialogflow and Google Cloud. In *The Definitive Guide to Conversational AI with Dialogflow and Google Cloud*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-7014-1>
- Bradeško, L., & Mladenčić, D. (2012). *A Survey of Chabot Systems through a Loebner Prize Competition*. [http://www-ai.ijs.si/eliza-cgi-bin/eliza\\_script](http://www-ai.ijs.si/eliza-cgi-bin/eliza_script)
- Celli, B. R., & Wedzicha, J. A. (2019). Update on Clinical Aspects of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *The New England Journal of Medicine*, 381(13), 1257–1266. <https://doi.org/10.1056/NEJMRA1900500>
- Demeyer, H., Louvaris, Z., Frei, A., Rabinovich, R. A., de Jong, C., Gimeno-Santos, E., Loeckx, M., Buttery, S. C., Rubio, N., van der Molen, T., Hopkinson, N. S., Vogiatzis, I., Puhan, M. A., Garcia-Aymerich, J., Polkey, M. I., & Troosters, T. (2017). Physical activity is increased by a 12-week semiautomated telecoaching programme in patients with COPD: a multicentre randomised controlled trial. *Thorax*, 72(5), 415–423. <https://doi.org/10.1136/THORAXJNL-2016-209026>
- Deng, L., & Liu, Y. (2018). Deep learning in natural language processing. *Deep Learning in Natural Language Processing*, 1–327. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-5209-5>
- Farrahi, R., Rangraz Jeddi, F., Nabovati, E., Sadeqi Jabali, M., & Khajouei, R. (2019). The relationship between user interface problems of an admission, discharge and transfer module and usability features: a usability testing method. *BMC Medical Informatics and Decision Making* 2019 19:1, 19(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/S12911-019-0893-X>

- Google. (n.d.). *Documentação do Dialogflow* | Google Cloud. Retrieved October 18, 2021, from <https://cloud.google.com/dialogflow/docs>
- Guerino, G. C. (2020). *U2X ECS: avaliação de usabilidade e experiência de usuário de sistemas conversacionais*. <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/69947>
- Holland, A. E., Hill, C. J., Jones, A. Y., & McDonald, C. F. (2012). Breathing exercises for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 10. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008250.PUB2>
- Janssen, R., Piscaer, I., Franssen, F. M. E., & Wouters, E. F. M. (2019). Emphysema: looking beyond alpha-1 antitrypsin deficiency. *Https://Doi.Org/10.1080/17476348.2019.1580575*, 13(4), 381–397. <https://doi.org/10.1080/17476348.2019.1580575>
- Jayawardena, R., Ranasinghe, P., Ranawaka, H., Gamage, N., Dissanayake, D., & Misra, A. (2020). Exploring the Therapeutic Benefits of Pranayama (Yogic Breathing): A Systematic Review. *International Journal of Yoga*, 13(2), 99. [https://doi.org/10.4103/IJOY.IJOY\\_37\\_19](https://doi.org/10.4103/IJOY.IJOY_37_19)
- Judson, T. J., Odisho, A. Y., Young, J. J., Bigazzi, O., Steuer, D., Gonzales, R., & Neinstein, A. B. (2020). Implementation of a digital chatbot to screen health system employees during the COVID-19 pandemic. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 27(9), 1450–1455. <https://doi.org/10.1093/JAMIA/OCAA130>
- Kaminsky, D. A., Guntupalli, K. K., Lippmann, J., Burns, S. M., Brock, M. A., Skelly, J., DeSarno, M., Pecott-Grimm, H., Mohsin, A., LaRock-McMahon, C., Warren, P., Whitney, M. C., & Hanania, N. A. (2017). Effect of Yoga Breathing (Pranayama) on Exercise Tolerance in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized, Controlled Trial. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 23(9), 696. <https://doi.org/10.1089/ACM.2017.0102>
- Kaundinya, A. S., Atreyas, N. S. P., Srinivas, S., Kehav, V., & Kumar, N. (2017). Voice Enabled Home Automation Using Amazon Echo. *International Research Journal of Engineering and Technology*. [www.irjet.net](http://www.irjet.net)
- Light, R. A. (2017). *Mosquitto: server and client implementation of the MQTT protocol*. <https://doi.org/10.21105/joss.00265>
- López, G., Quesada, L., & Guerrero, L. A. (2017). Alexa vs. Siri vs. Cortana vs. Google Assistant: A Comparison of Speech-Based Natural User Interfaces. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 592, pp. 241–250). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60366-7\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60366-7_23)
- Moser, K. (2021). *The 8 best chatbot builders in 2021* | Zapier. <https://zapier.com/blog/best-chatbot-builders/>

- Moy, M. L., Collins, R. J., Martinez, C. H., Kadri, R., Roman, P., Holleman, R. G., Kim, H. M., Nguyen, H. Q., Cohen, M. D., Goodrich, D. E., Giardino, N. D., & Richardson, C. R. (2015). An Internet-Mediated Pedometer-Based Program Improves Health-Related Quality-of-Life Domains and Daily Step Counts in COPD: A Randomized Controlled Trial. *Chest*, *148*(1), 128. <https://doi.org/10.1378/CHEST.14-1466>
- Navigli, R. (2017). *Natural Language Understanding: Instructions for (Present and Future) Use*. <http://babelnet.org>
- Nguyen, H. Q., Gill, D. P., Wolpin, S., Steele, B. G., & Benditt, J. O. (2009). Pilot study of a cell phone-based exercise persistence intervention post-rehabilitation for COPD. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *4*, 301. <https://doi.org/10.2147/COPD.S6643>
- Nici, L., & ZuWallack, R. (2015). They can't bury you while you're still moving: A review of the European Respiratory Society statement on physical activity in chronic obstructive pulmonary disease. *Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej*, *125*(10), 771–778. <https://doi.org/10.20452/PAMW.3121>
- Nimavat, K., & Champaneria, T. (2017). Chatbots: An overview. Types, architecture, tools and future possibilities. *International Journal for Scientific Research & Development*.
- Okuda, J., & Kiyokawa, R. (2000). [Snake as a symbol in medicine and pharmacy - a historical study]. *Yakushigaku Zasshi*, *35*(1), 25–40. <https://europepmc.org/article/med/11640204>
- Piao, M., Kim, J., Ryu, H., & Lee, H. (2020). Development and Usability Evaluation of a Healthy Lifestyle Coaching Chatbot Using a Habit Formation Model. *Healthcare Informatics Research*, *26*(4), 255–264. <https://doi.org/10.4258/HIR.2020.26.4.255>
- Pumerantz, Z. (n.d.). *The 50 Most Inspirational Sports Quotes in History | Bleacher Report | Latest News, Videos and Highlights*. Retrieved October 2, 2021, from <https://bleacherreport.com/articles/1156558-the-50-most-inspirational-sports-quotes-in-history>
- Salvador, R., Mago Solomon, Z., & Damien Mackey, S. (n.d.). *History's first Easter egg Cite this paper*. <http://www.mobygames.com/>
- Scoditti, E., Massaro, M., Garbarino, S., & Maurizio Toraldo, D. (2019). Role of Diet in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Prevention and Treatment. *Nutrients*, *11*(6). <https://doi.org/10.3390/NU11061357>
- Seale, Q. (n.d.). *The 100 Most Inspirational Sports Quotes Of All Time*. Retrieved October 2, 2021, from <https://www.keepinspiring.me/100-most-inspirational-sports-quotes-of-all-time/>

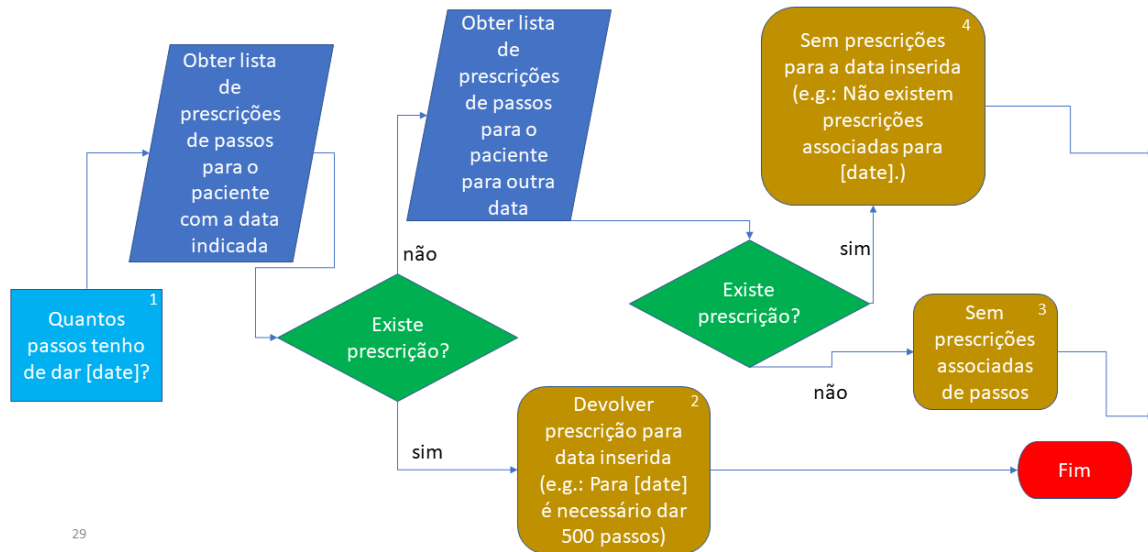
- ServiceNow. (n.d.-a). *Natural Language Understanding (NLU) Fundamentals - Now Learning*. Retrieved October 8, 2021, from [https://nowlearning.service-now.com/lxp?id=overview&sys\\_id=b8f0461fdb1fe410785e2a5913961977&type=course](https://nowlearning.service-now.com/lxp?id=overview&sys_id=b8f0461fdb1fe410785e2a5913961977&type=course)
- ServiceNow. (n.d.-b). *Virtual Agent Fundamentals, Implementation, and Natural Language Understanding - Now Learning*. Retrieved September 21, 2021, from [https://nowlearning.service-now.com/lxp?id=overview&sys\\_id=9de2ecd31babc4506d6c7550cd4bcbeb&type=course](https://nowlearning.service-now.com/lxp?id=overview&sys_id=9de2ecd31babc4506d6c7550cd4bcbeb&type=course)
- Sherrell, L. (2013). Evolutionary Prototyping. *Encyclopedia of Sciences and Religions*, 803–803. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8265-8\\_201039](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8265-8_201039)
- Sidebotham, H. (2020). *3 Easy Pranayama Breathing Exercise – PureWow*. <https://www.purewow.com/wellness/pranayama-breathing-exercises>
- Solanas, A., Patsakis, C., Conti, M., Vlachos, I., Ramos, V., Falcone, F., Postolache, O., Perez-Martinez, P., Pietro, R., Perrea, D., & Martinez-Balleste, A. (2014). Smart health: A context-aware health paradigm within smart cities. *IEEE Communications Magazine*, 52(8), 74–81. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2014.6871673>
- Vogelmeier, C. F., Criner, G. J., Martinez, F. J., Anzueto, A., Barnes, P. J., Bourbeau, J., Celli, B. R., Chen, R., Decramer, M., Fabbri, L. M., Frith, P., Halpin, D. M. G., Varela, M. V. L., Nishimura, M., Roche, N., Rodriguez-Roisin, R., Sin, D. D., Singh, D., Stockley, R., ... Agustí, A. (2017). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive lung disease 2017 report. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 195(5), 557–582. [https://doi.org/10.1164/RCCM.201701-0218PP/SUPPL\\_FILE/DISCLOSURES.PDF](https://doi.org/10.1164/RCCM.201701-0218PP/SUPPL_FILE/DISCLOSURES.PDF)
- Vorriink, S. N. W., Kort, H. S. M., Troosters, T., Zanen, P., & Lammers, J. W. J. (2016). Efficacy of an mHealth intervention to stimulate physical activity in COPD patients after pulmonary rehabilitation. *European Respiratory Journal*, 48(4), 1019–1029. <https://doi.org/10.1183/13993003.00083-2016>
- Wallace, R. S. (2009). The Anatomy of A.L.I.C.E. *Parsing the Turing Test: Philosophical and Methodological Issues in the Quest for the Thinking Computer*, 181–210. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6710-5\\_13](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6710-5_13)
- Watz, H., Pitta, F., Rochester, C. L., Garcia-Aymerich, J., ZuWallack, R., Troosters, T., Vaes, A. W., Puhan, M. A., Jehn, M., Polkey, M. I., Vogiatzis, I., Clini, E. M., Toth, M., Gimeno-Santos, E., Waschki, B., Esteban, C., Hayot, M., Casaburi, R., Porszasz, J., ... Spruit, M. A. (2014). An official European Respiratory Society statement on physical activity in COPD. *European Respiratory Journal*, 44(6), 1521–1537. <https://doi.org/10.1183/09031936.00046814>

- Weir, C. B., & Jan, A. (2021). BMI Classification Percentile And Cut Off Points. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541070/>
- Weizenbaum, J. (1966). ELIZA - a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, 9(1), 36–45. <https://doi.org/10.1145/365153.365168>
- World Health Organization. (2009). *Mortality and burden of disease attributable to selected major risks*.
- Yu, D., & Deng, L. (2016). *Automatic Speech Recognition: A Deep Learning Approach*. <http://www.springer.com/series/4748>
- Zhang, J., Oh, Y. J., Lange, P., Yu, Z., & Fukuoka, Y. (2020). Artificial Intelligence Chatbot Behavior Change Model for Designing Artificial Intelligence Chatbots to Promote Physical Activity and a Healthy Diet: Viewpoint. *Journal of Medical Internet Research*, 22(9). <https://doi.org/10.2196/22845>
- Zhang, X., & Wang, H. (2016). *A Joint Model of Intent Determination and Slot Filling for Spoken Language Understanding*.
- Zhou, L., Gao, J., Li, D., & Shum, H.-Y. (2020). The Design and Implementation of XiaoIce, an Empathetic Social Chatbot. *Computational Linguistics*, 46(1), 53–93. [https://doi.org/10.1162/COLI\\_A\\_00368](https://doi.org/10.1162/COLI_A_00368)

## **Anexos**

Anexo A – Fluxo Conversacional para Obtenção de Prescrições de Distância e Passos

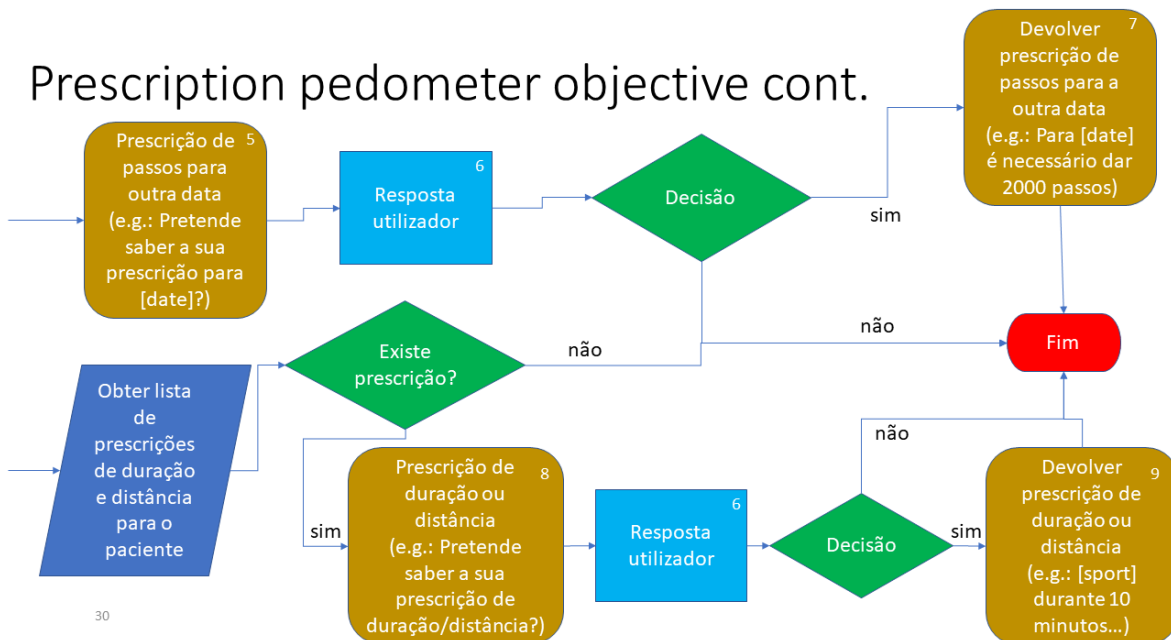
## Prescription pedometer objective



29

Figura 35 - Obtenção de prescrição de passos para a periodicidade inserida (1/2)

## Prescription pedometer objective cont.



30

Figura 36 - Obtenção de prescrição de passos para a periodicidade inserida (2/2)

## Inputs/Outputs

1	2	3	4	5	6	7
Quanto passos tenho de dar [date]?	Para [date] é necessário dar [passos] passos.	De momento não apresenta nenhuma prescrição com passos.	Não existem prescrições de passos associadas para [date].	Pretende saber a sua prescrição para [date]?	Sim	Para [date] é necessário dar [passos] passos.
Tenho de dar quantos passos [date]?					Ok	
Quantos passos [date]?					Claro	
Passos para [date]?					...	
Qual o meu objetivo de passos para [date]?					Não	
					Incorreto	
					...	

32

**Figura 37 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de passos com periodicidade definida (1/2)**

## Inputs/Outputs

8	9
Pretende saber a sua prescrição de duração/distância?	Para [date] é necessário [sport] durante [duration] minutos

33

**Figura 38 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de passos com periodicidade definida (2/2)**

## Prescription pedometer objective (sem date)

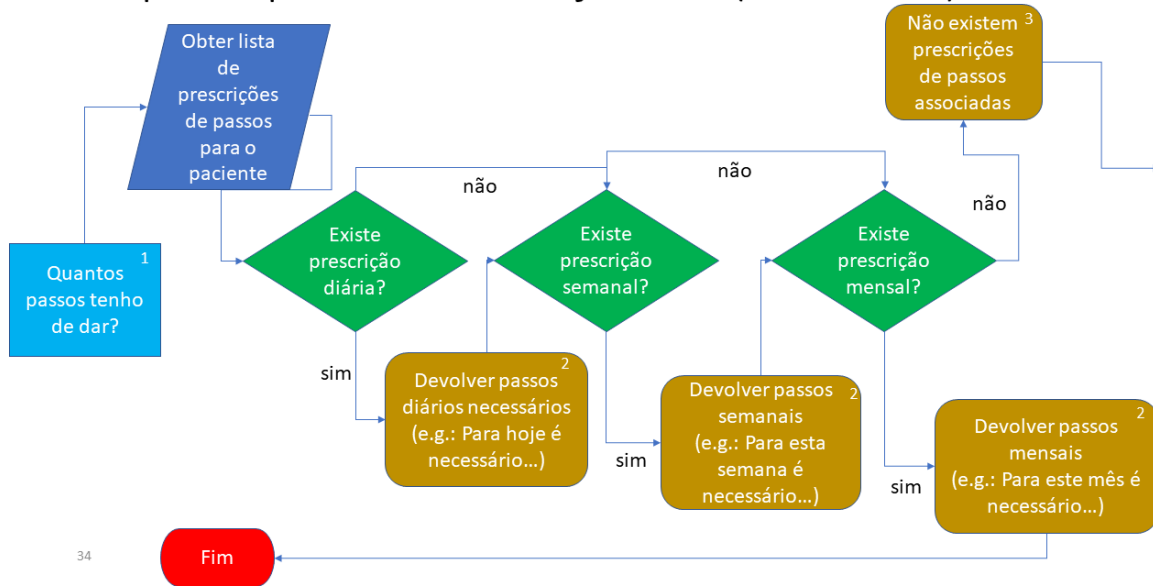


Figura 39 - Obtenção de prescrição de passos sem periodicidade indicada (1/2)

## Prescription pedometer objective (sem date) – cont.

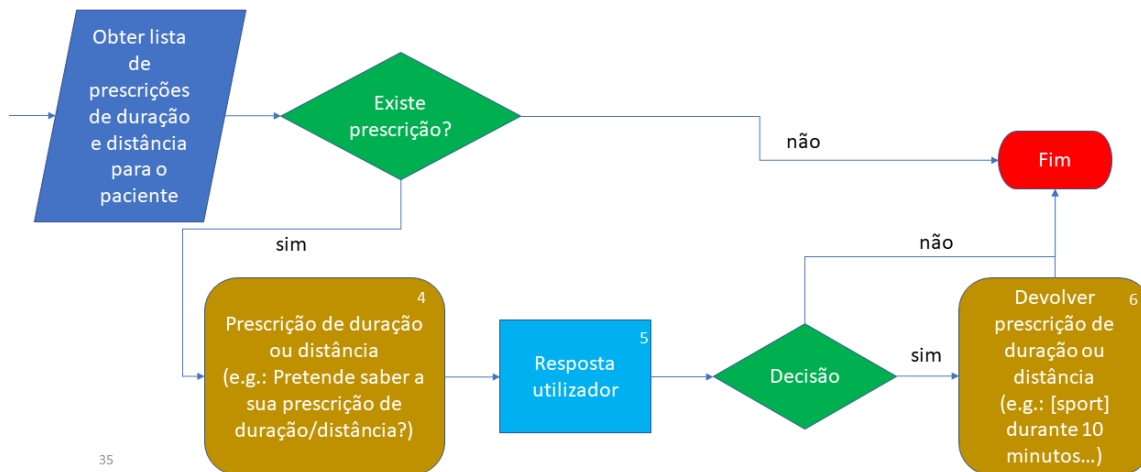


Figura 40 - Obtenção de prescrição de passos sem periodicidade indicada (2/2)

## Inputs/Outputs

1	2	3
Quanto passos tenho de dar?	Para [date] é necessário dar [passos] passos.	De momento não tem nenhuma prescrição com passos associada.
Tenho de dar quantos passos?		
Quantos passos a dar?		
Passos a dar?		
Qual o meu objetivo de passos?		

36

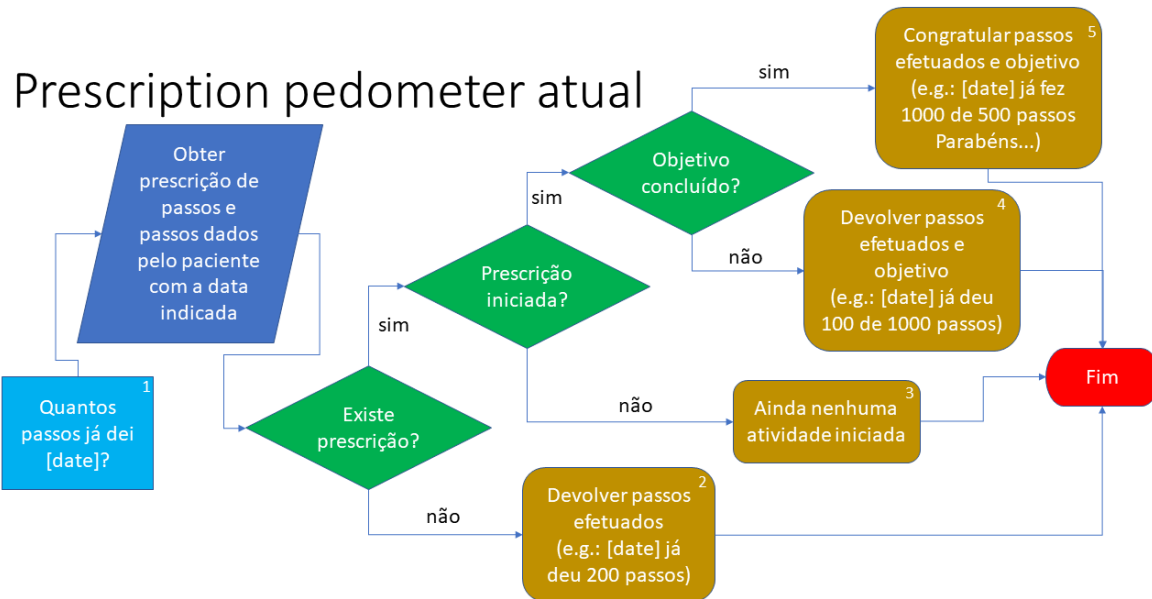
**Figura 41 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de passos sem periodicidade definida (1/2)**

## Inputs/Outputs

4	5	6
Pretende saber a sua prescrição de duração/distância?	Sim Ok Certo Claro ... Não Incorreto ...	Para [date] é necessário [sport] durante [duration] minutos

37

**Figura 42 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de passos sem periodicidade definida (2/2)**



38

Figura 43 - Obtenção de passos dados atuais com periodicidade indicada

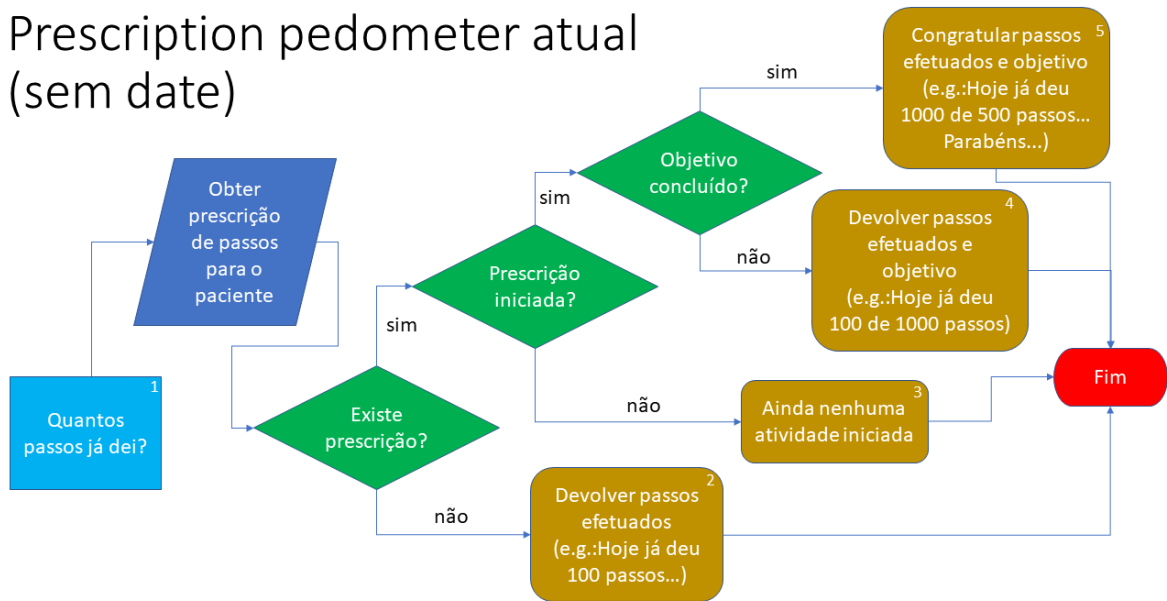
## Inputs/Outputs

1	2	3	4	5
Quantos passos já dei [date]?				
Já fiz muitos passos [date]?				
Já estou a terminar os passos prescritos para [date]?	[date] já deu [passos_atual] passos.	Ainda não iniciou nenhuma atividade.	[date] já deu [passos_atual] de [passos] passos.	[date] já deu [passos_atual] de [passos] passos. Parabéns! Já concluiu o seu objetivo
Já estou a concluir o meu objetivo de passos para [date]?				

39

Figura 44 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de passos dados atualmente com periodicidade indicada

## Prescription pedometer atual (sem date)



40

Figura 45 - Obtenção de passos dados sem periodicidade indicada

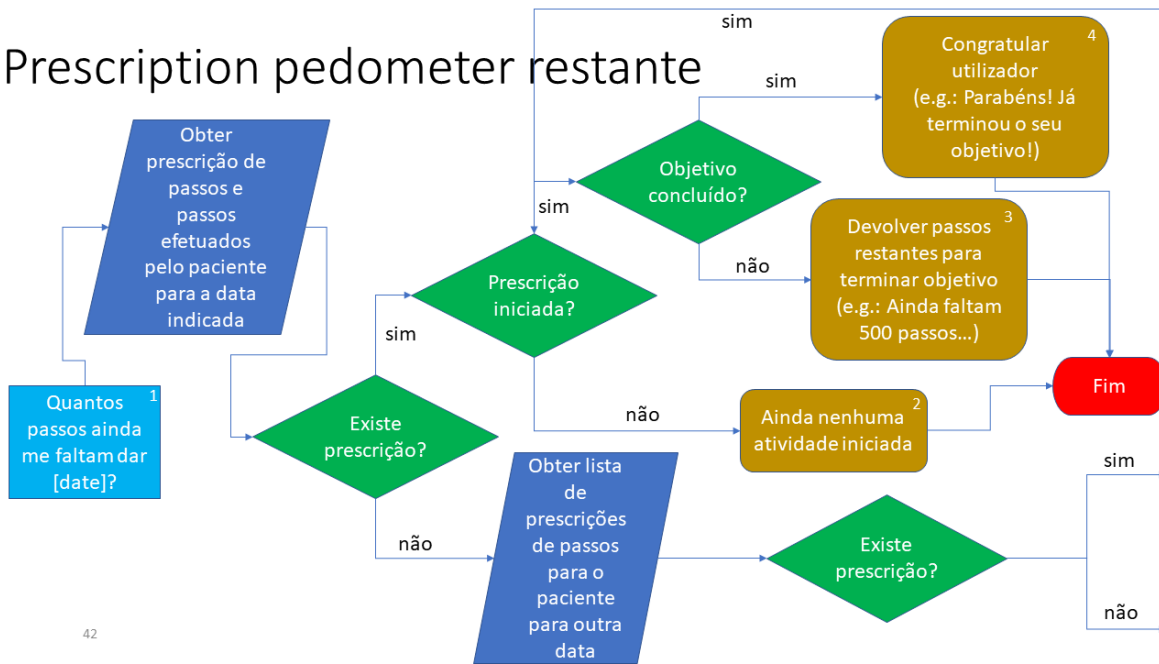
## Inputs/Outputs

1	2	3	4	5
Quantos passos já dei?				
Já fiz muitos passos?				
Já estou a terminar os passos prescritos?	Hoje já deu [passos_atual] passos.	Ainda não iniciou nenhuma atividade.	[date] já deu [passos_atual] de [passos] passos.	[date] já deu [passos_atual] de [passos] passos. Parabéns! Já concluiu o seu objetivo
Já estou a concluir o meu objetivo de passos?				

41

Figura 46 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de passos dados sem periodicidade indicada

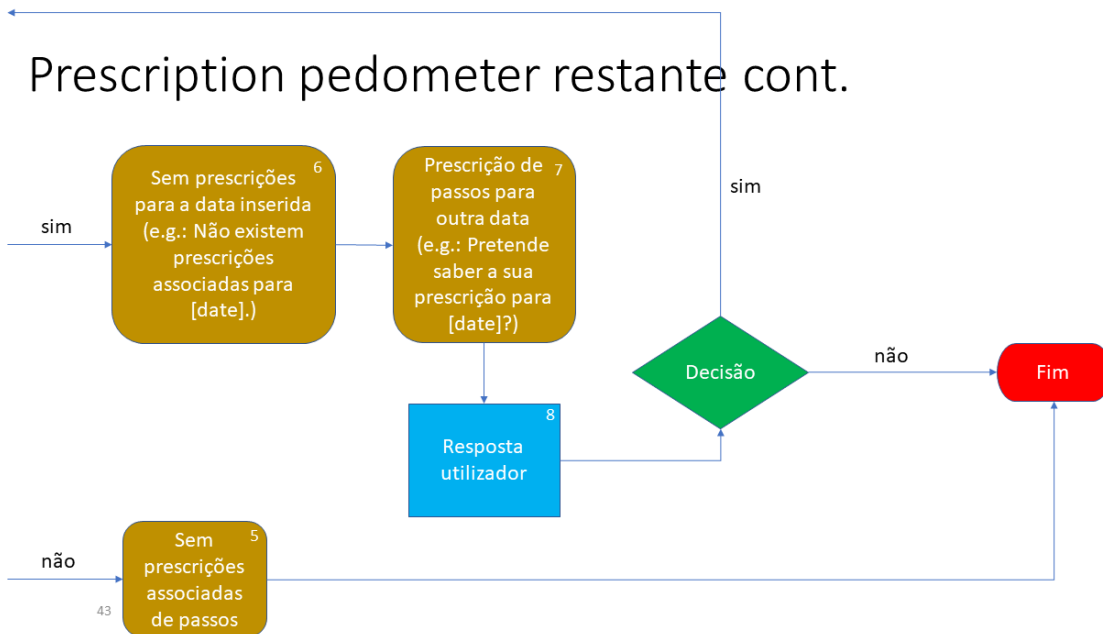
## Prescription pedometer restante



42

Figura 47 - Obtenção de passos restantes a dar com periodicidade indicada (1/2)

## Prescription pedometer restante cont.



43

Figura 48 - Obtenção de passos restantes a dar com periodicidade indicada (2/2)

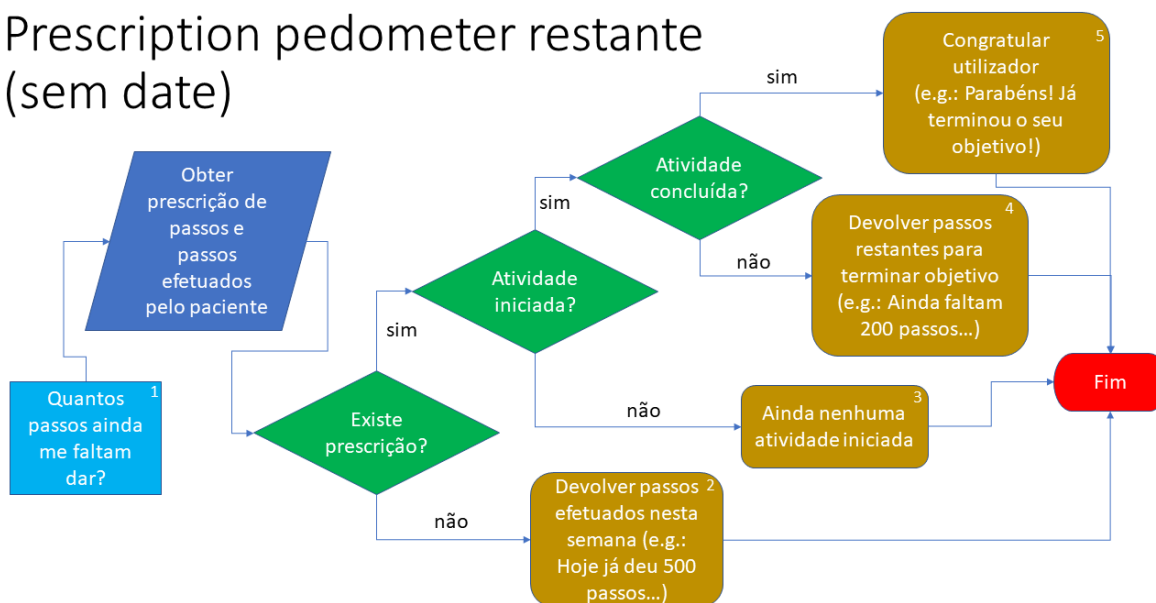
## Inputs/Outputs

1	2	3	4	5	6	7	8
Quantos passos ainda me faltam dar [date]?	Ainda não iniciou nenhuma atividade.	De momento ainda lhe faltam [steps_restantes] passos para terminar o exercício [periodicity].	Parabéns! Já completou o seu objetivo!	Sem prescrições associadas de passos	Não existem prescrições associadas para [date].	Pretende saber a sua prescrição para [date]?	Sim Ok Certo Claro ...
Falta muito para completar o número de passos para [date]?							
Quantos passos me faltam para terminar o objetivo [date]?							
Passos restantes para [date]?							
Passos par terminar treino [date]?							
Passos para terminar objetivo [date]?							Não Incorreto ...

44

Figura 49 – Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de passos restantes a dar com periodicidade indicada

## Prescription pedometer restante (sem date)



45

Figura 50 - Obtenção de passos restantes a dar sem periodicidade indicada

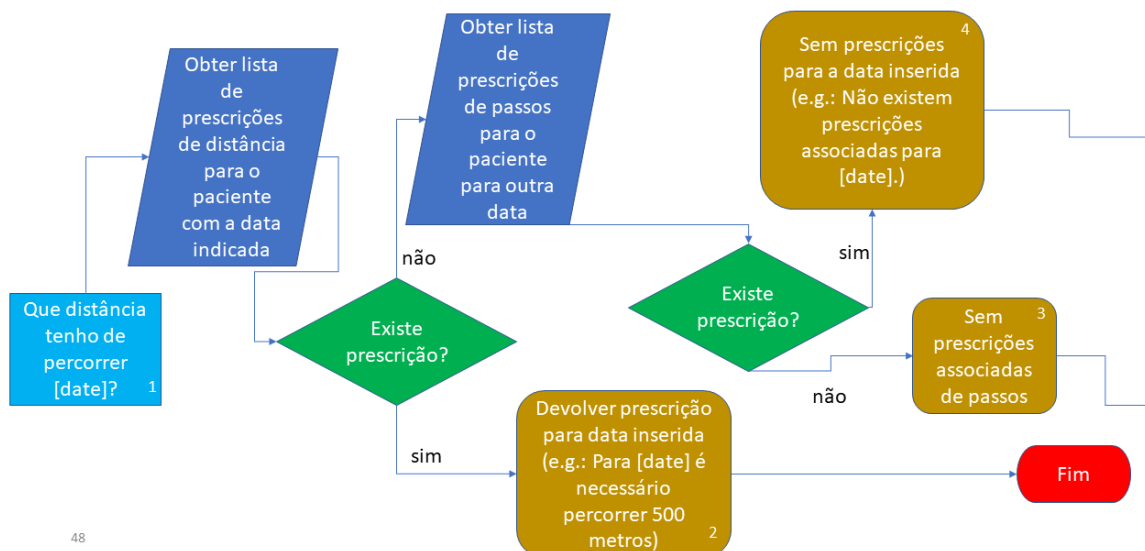
## Inputs/Outputs

1	2	3	4	5
Quantos passos ainda me faltam dar?	Esta semana já deu [passos_atual] passos.	Ainda não iniciou nenhuma atividade.	De momento ainda lhe faltam dar [passos_restante] passos para terminar o exercício [periodicity]	Parabéns! Já completou o seu objetivo!
Falta muito para completar o número de passos?				
Quantos passos me faltam para terminar o objetivo?				
Passos restantes?				
Passos para terminar o treino?				
Passos para terminar objetivo?				

46

Figura 51 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de passos restantes a dar sem periodicidade indicada

## Prescription distance objective



48

Figura 52 - Obtenção de prescrição de distância para a periodicidade inserida (1/2)

## Prescription distance objective cont.

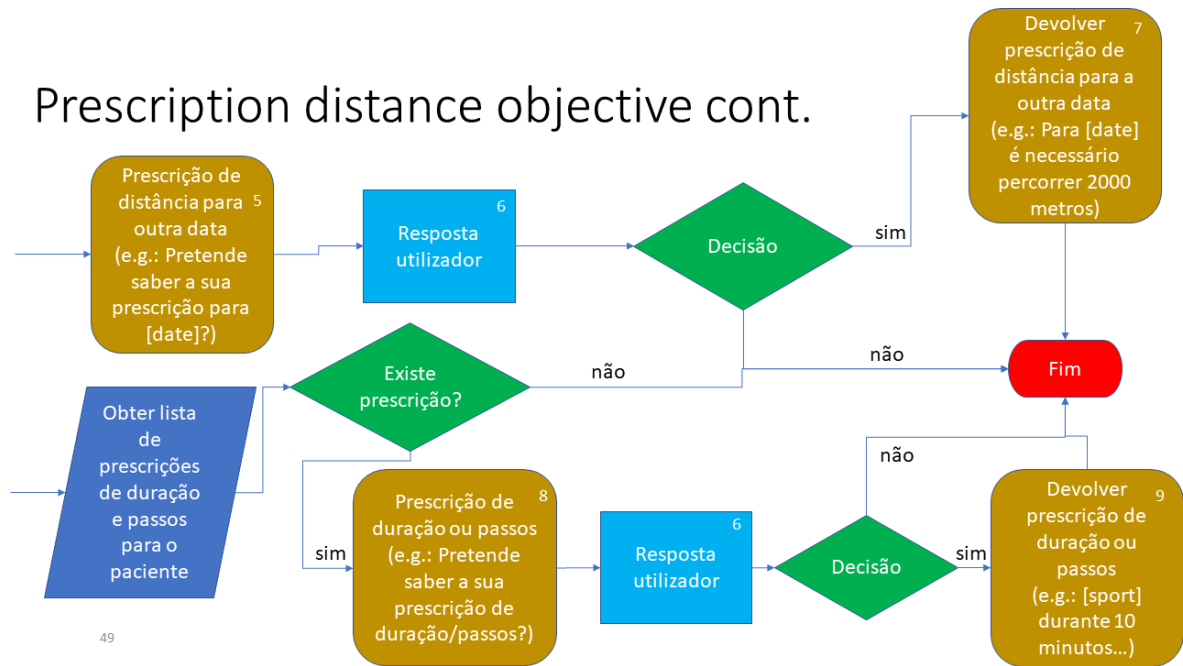


Figura 53 - Obtenção de prescrição de distância para a periodicidade inserida (2/2)

## Inputs/Outputs

1	2	3	4	5	6	7
Que distância tenho de percorrer [date]?	Para [date] é necessário percorrer [distance] metros.	De momento não apresenta nenhuma prescrição de distância.	Não existem prescrições de distância associadas para [date].	Pretende saber a sua prescrição para [date]?	Sim Ok Claro ...	Para [date] é necessário percorrer [distance] metros.
Que distância tenho de fazer [date]?						
Quantos metros tenho de fazer para [date]?						
Quantos quilómetros tenho de percorrer [date]?						
Quantos metros tenho de percorrer [date]?	Para [date] é necessário percorrer [distance] quilómetros.				Não Incorreto ...	Para [date] é necessário percorrer [distance] quilómetros.
Quantos quilómetros tenho de fazer [date]?						
Que distância tenho de [sport] [date]?						
Quantos metros/quilómetros tenho de [sport] [date]?						

51

Figura 54 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de distância com periodicidade definida (1/2)

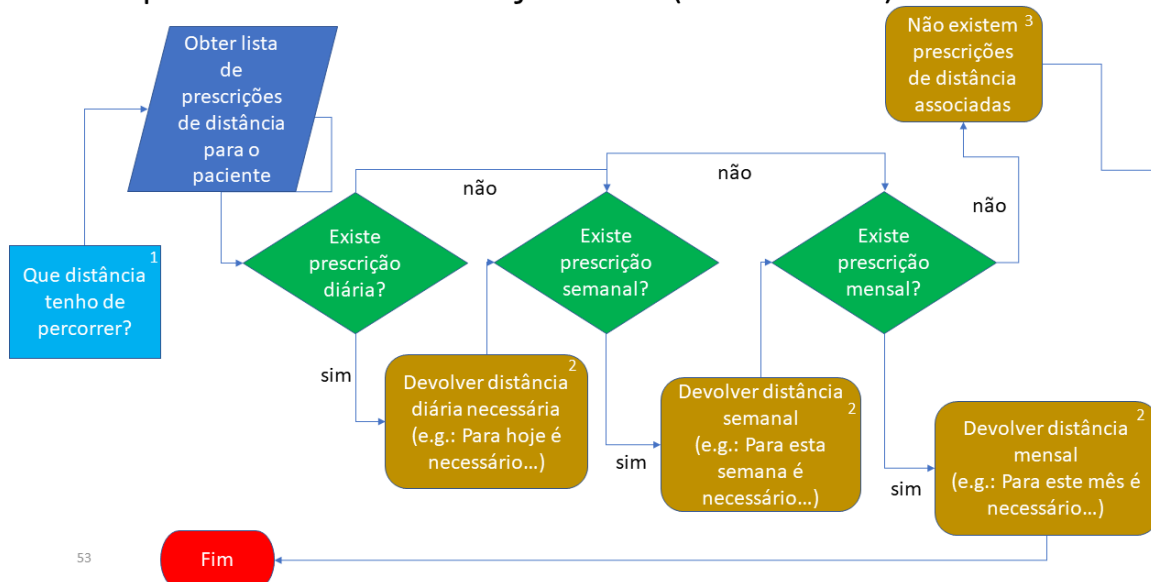
## Inputs/Outputs

8	9
Pretende saber a sua prescrição de duração/passos?	Para [date] é necessário [sport] durante [duration] minutos

52

Figura 55 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de distância com periodicidade definida (2/2)

## Prescription distance objective (sem date)



53

Figura 56 - Obtenção de prescrição de distância sem periodicidade indicada (1/2)

## Prescription distance objective (sem date) – cont.

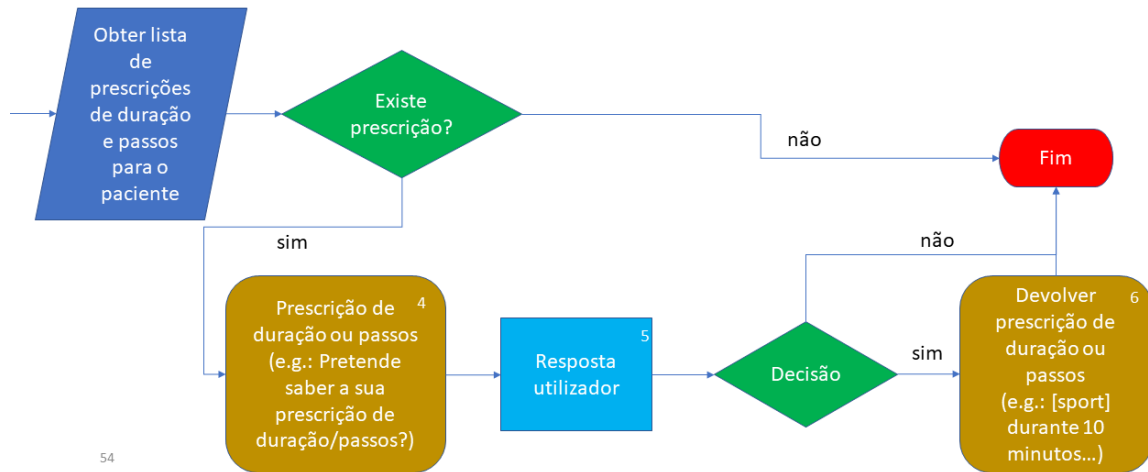


Figura 57 - Obtenção de prescrição de distância sem periodicidade indicada (2/2)

## Inputs/Outputs

1	2	3
Que distância tenho de percorrer?	Para [date] é necessário percorrer [distance] metros.	De momento não apresenta nenhuma prescrição com passos associada.
Que distância tenho de fazer?		
Quantos metros tenho de fazer?		
Quantos quilómetros tenho de percorrer?		
Quantos metros tenho de percorrer?	Para [date] é necessário percorrer [distance] quilómetros.	
Quantos quilómetros tenho de fazer?		
Que distância tenho de [sport]?		
Quantos metros/quilómetros tenho de [sport]?		

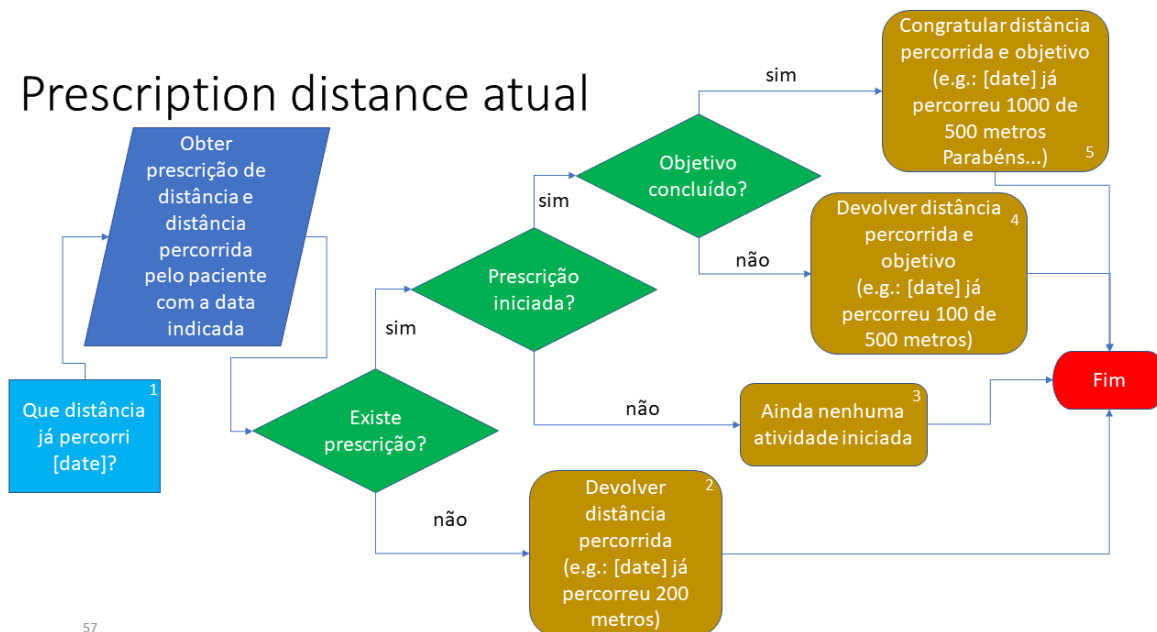
Figura 58 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de distância sem periodicidade definida (1/2)

## Inputs/Outputs

4	5	6
Pretende saber a sua prescrição de duração/passos?	Sim Ok Certo Claro ...	Para [date] é necessário [sport] durante [duration] minutos
	Não Incorreto ...	

56

Figura 59 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção de prescrição de distância sem periodicidade definida (2/2)



57

Figura 60 - Obtenção da distância atual percorrida com periodicidade indicada

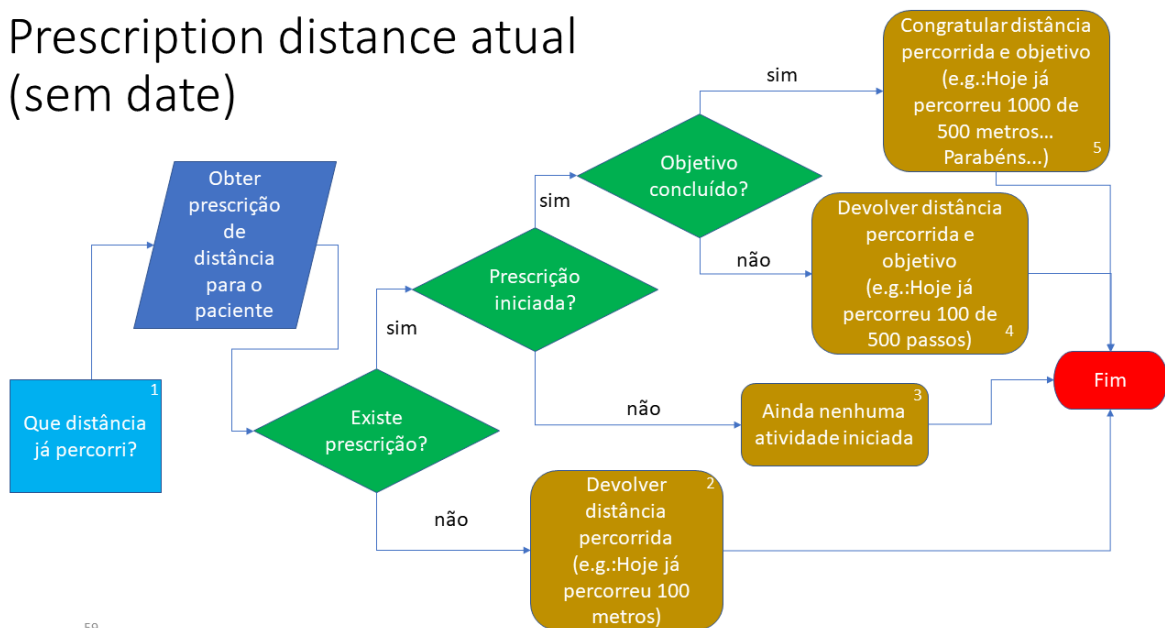
## Inputs/Outputs

58

1	2	3	4	5
Que distância já percorri [date]?	[date] já percorreu [distance_atual] metros.	Ainda não iniciou nenhuma atividade.	[date] já percorreu [distance_atual] de [distance] metros.	[date] já percorreu [distance_atual] de [distance] metros. Parabéns! Já concluiu o seu objetivo
Ainda faltam muitos quilómetros para terminar o treino de [date]?				
Quantos quilómetros faltam para [date]?				
Que distância falta para terminar o treino [date]?				
Que distância falta para terminar o exercício [date]?				
Que distância falta para terminar a atividade [date]?	[date] já percorreu [distance_atual] quilómetros.	Ainda não iniciou nenhuma atividade.	[date] já percorreu [distance_atual] de [distance] quilómetros.	[date] já percorreu [distance_atual] de [distance] quilómetros. Parabéns! Já concluiu o seu objetivo
Que distância falta para terminar o objetivo [date]?				
Quanto é que ainda tenho de [sport] [date]?				
Falta [sport] quantos metros/quilómetros para [date]?				

Figura 61 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da distância atual com periodicidade indicada

## Prescription distance atual (sem date)



59

Figura 62 - Obtenção da distância atual percorrida sem periodicidade indicada

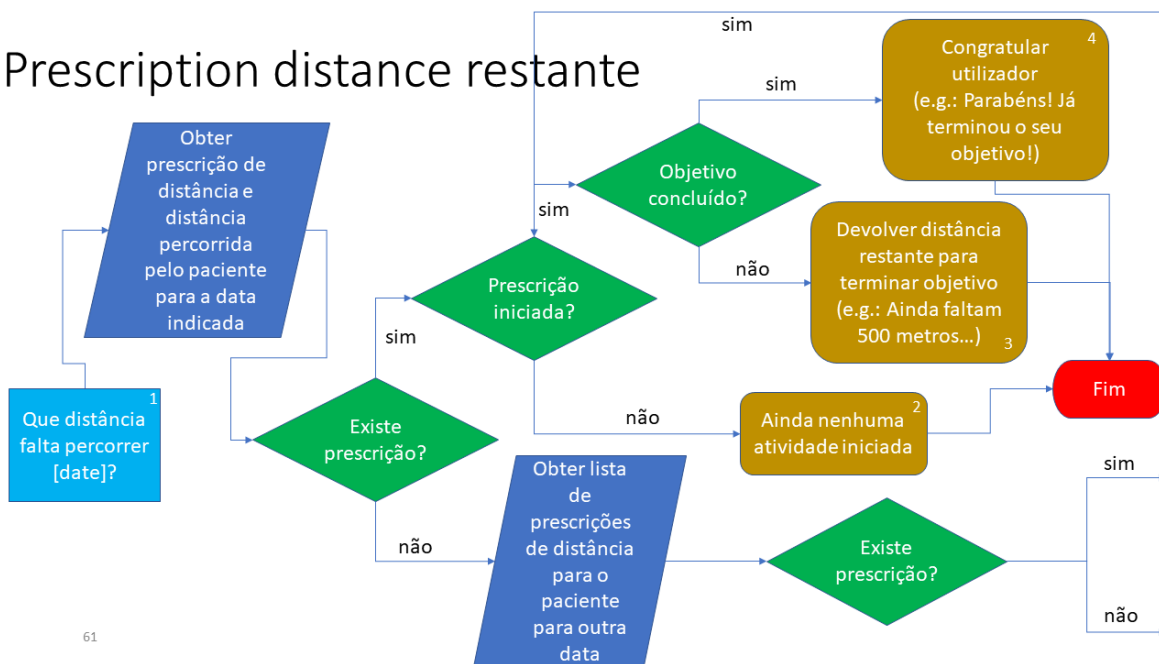
## Inputs/Outputs

60

1	2	3	4	5
Que distância já percorri?	Hoje já percorreu [distance_atual] metros.	Ainda não iniciou nenhuma atividade.	[date] já percorreu [distance_atual] de [distance] metros.	[date] já percorreu [distance_atual] de [distance] metros. Parabéns! Já concluiu o seu objetivo
Ainda faltam muitos quilômetros para terminar o treino?				
Quantos quilômetros faltam?				
Que distância faltar para terminar o treino?				
Que distância faltar para terminar o exercício?	Hoje já percorreu [distance_atual] quilômetros.	Ainda não iniciou nenhuma atividade.	[date] já percorreu [distance_atual] de [distance] quilômetros.	[date] já percorreu [distance_atual] de [distance] quilômetros. Parabéns! Já concluiu o seu objetivo.
Que distância faltar para terminar a atividade?				
Que distância faltar para terminar o objetivo?				
Quanto é que já [sport]?				
Quantos metros/quilômetros já fiz?				

Figura 63 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da distância atual sem periodicidade indicada

## Prescription distance restante



61

Figura 64 - Obtenção da distância restante a percorrer com periodicidade indicada (1/2)

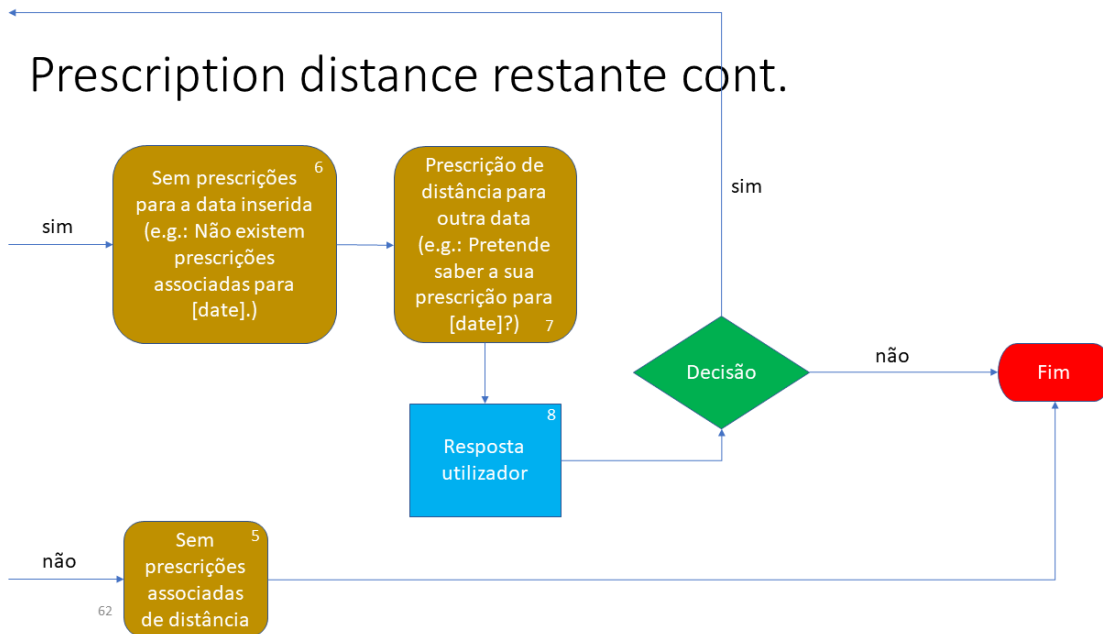


Figura 65 - Obtenção da distância restante a percorrer com periodicidade indicada (2/2)

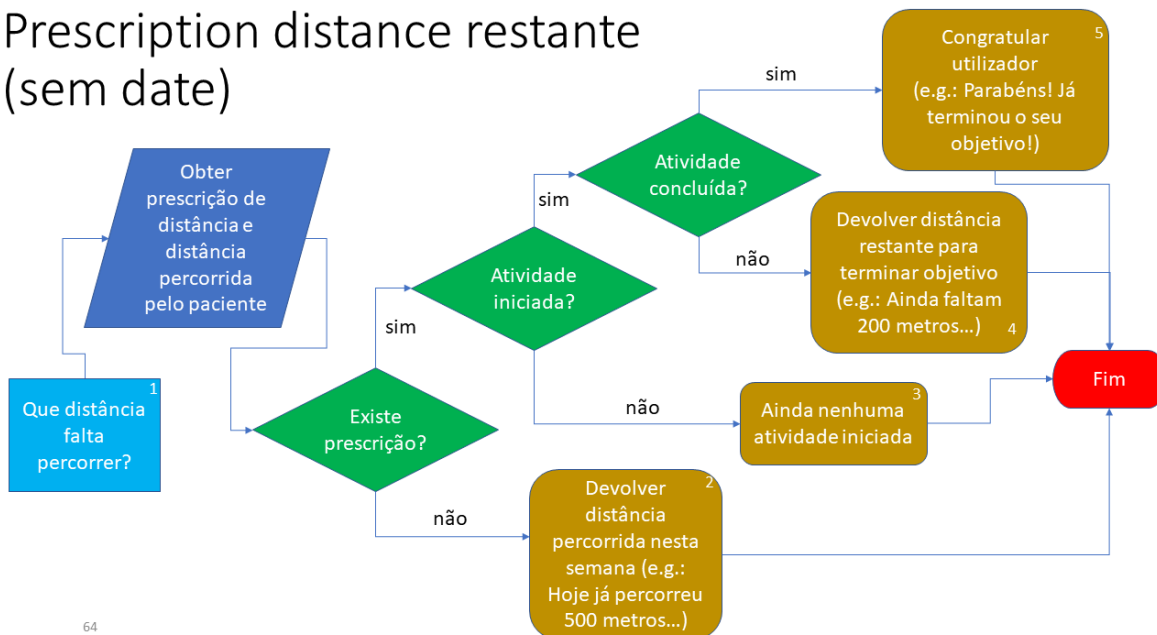
## Inputs/Outputs

63

1	2	3	4	5	6	7	8
Que distância falta para terminar o objetivo [date]?	Ainda não iniciou nenhuma atividade.	De momento ainda lhe falta [distance_restantes] metros para terminar o exercício [periodicity].	Parabéns! Já completou o seu objetivo!	Sem prescrições associadas de distância	Não existem prescrições associadas para [date].	Pretende saber a sua prescrição para [date]?	Sim Ok Certo Claro ...
Que distância falta para terminar o treino [date]?							
Que distância falta para terminar a atividade [date]?							
Que distância falta para terminar o exercício físico de [date]?							
Quantos metros faltam para [date]?		De momento ainda lhe falta [distance_restantes] quilómetros para terminar o exercício [periodicity].	Nã Incorreto ...				
Quantos quilómetros faltam para [date]?							
Distância para terminar [date]?							
Que distância ainda me falta [sport] [date]?							

Figura 66 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da distância restante com periodicidade indicada

## Prescription distance restante (sem date)



64

Figura 67 - Obtenção da distância restante a percorrer sem periodicidade indicada

## Inputs/Outputs

1	2	3	4	5
Que distância falta para terminar o objetivo?	Esta semana já percorreu [distance_atual] metros.	Ainda não iniciou nenhuma atividade.	De momento ainda lhe faltam dar [distance_restante] metros para terminar o exercício [periodicity]	Parabéns! Já completou o seu objetivo!
Que distância falta para terminar o treino?				
Que distância falta para terminar a atividade?				
Que distância falta para terminar o exercício físico?				
Quantos metros faltam?	Esta semana já percorreu [distance_atual] quilómetros.	De momento ainda lhe faltam dar [distance_restante] quilómetros para terminar o exercício [periodicity]		
Quantos quilómetros faltam?				
Distância para terminar?				
Que distância ainda me falta [sport]?				

65

Figura 68 - Definição de possíveis registos de entrada e resposta associada para a obtenção da distância restante sem periodicidade indicada

Anexo B – Artigo submetido para WorldCist'22

# A Conversational Agent for Promoting Physical Activity among COPD Patients

Ricardo Rodrigues<sup>1</sup>, Ruben Caceiro<sup>1,2</sup>, Marcelo Brites<sup>2</sup>, Sofia Flora<sup>2,3,4</sup>,  
Joana Cruz<sup>2,3,4</sup>, Fernando Silva<sup>1</sup>, José Ribeiro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> School of Technology and Management, Computer Science and Communications Research Centre, Polytechnic Institute of Leiria, Leiria, Portugal

<sup>2</sup> Center for Innovative Care and Health Technology (ciTechCare), Polytechnic of Leiria, Leiria, Portugal

<sup>3</sup> Lab 3R – Respiratory Research and Rehabilitation Laboratory, School of Health Sciences (ESSUA), University of Aveiro, Aveiro, Portugal

<sup>4</sup> School of Health Sciences, Polytechnic of Leiria, Leiria, Portugal

\* Corresponding Author: jose.ribeiro@ipleiria.pt

**Abstract.** Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is one of the most prevalent diseases in the world, affecting respiratory performance of many people, limiting the airflow and is not fully reversible. It is a clinical syndrome characterized by chronic respiratory symptoms, structural pulmonary abnormalities or impairment of lung function. In order to help people with this disease, we propose an innovative personalized mHealth coaching platform that will address patient preferences and contextual factors – the OnTRACK platform. This platform is composed of a mobile application for patients, a web platform for healthcare professionals – and a conversational agent (or chatbot), named “Hígia”, which acts as an alternative interface between patients and the platform.

This conversational agent includes several of the main functionalities already available in OnTRACK’s smartphone app, complementing and extending it. It allows consulting prescription information in a multitude of ways, getting and setting all personal data, inserting physical activity measurements, and obtaining historical data on physical activity and prescriptions, among others. The evaluation of the conversational agent yielded encouraging results, with users reporting being happier, more motivated, dedicated and confident when interacting with the systems using their voice, while allowing the development team to identify topics for improvement.

**Keywords:** Conversational Agents, mHealth, Chronic Obstructive Pulmonary Disease.

## 1. Introduction

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is the 3rd world cause of death [1], affecting about 10% of the population aged over 40 years old [2]. This disease – in association with physical inactivity, which is the 4th risk factor for death in the world [3]– can cause an increased risk of hospitalizations, mortality and reduced quality of life [2].

The OnTRACK platform is under development as part of a multi-year project by a multidisciplinary team of researchers that aim to create an innovative mHealth solution in the area of COPD. The OnTRACK platform includes: a mobile application (“app”), to be used by COPD patients, which allows the collection of biometric and physical activity data (via the device’s internal sensors or wearables), provide personalized feedback and suggestions to patients, and enable communication between patients and healthcare professionals, among other features; and a web application, to be used by health professionals, enabling them to monitor and keep track of the evolution of patients, as well as to define and prescribe customized action plans and physical activity, among other features.

This work also involves the design and implementation of innovative mechanisms and interfaces for the interaction between patients and the platform. The main objective is that of keeping the user motivated and involved in the performance of physical activity – namely through the use of conversational agents as emerging

mechanisms of cognitive computing and human-machine communication. The main goal of embedding a conversational agent in the platform is that of providing continuous and personalized feedback to each patient, allowing them to interact with the platform in a simple, expeditious and efficient way. In fact, the users that participated in the study described in this paper reported being happier, more motivated, dedicated and confident when interacting with the app using their voice.

The remainder of the paper proceeds as follows: conversational agents are presented in Section 2, followed by the summarization of the development process and implemented solution in Section 3. Section 4 approaches the discussion and outputs the usability testing related to the chatbot. Conclusions and future work are presented in Section 5.

## 2. Conversational agents – chatbots

A conversational agent, or simply chatbot, is any dialogue system, based on a computer program “that supports spoken, text-based, or multimodal conversational interactions with humans. Generally, a distinction is made between task-oriented and non-task-oriented dialogue systems. In task-oriented dialogues the human user and the system engage in an interaction to accomplish some task” [5]. This kind of systems, “not only conducts Natural Language Speech (NLS) but also responds automatically using human language (NLS)” [6].

This kind of systems have been around for a long time, and ELIZA [7] is usually considered as the first chatbot. It was created in 1966 to simulate a conversation between a Rogerian psychotherapist and a human [5]. This kind of chatbots were developed by the motivation of passing the ‘The imitation Game’ test, introduced in 1950 by Alan Turing. Years later, in 1971, Parry Colby [8] presented the Parry chatbot with artificial personality and intelligence in order to construct models of psychological processes, hence to pass the Turing Test within a controlled scope. In 1990, The imitation Game was implemented through the Loebner Prize Competition to assess if machines can show some intelligent performance by fooling the observers on a conversation between a human and a chatbot, with a chatbot simulating and performing a human participant [5][9].

Nevertheless, only in recent years they have become a mainstream, being part of the everyday life of many users. McTear [5] states that the “dialogue systems came of age in 2011 when Apple launched Siri”, and since then many new dialogue systems have appeared in many forms, such as chatbots on channels, personal assistants on smartphones, smart speakers and social robots [5]. The main concepts of a chatbot are [10]:

- **Natural Language Processing (NLP)** – “extracts the most important bits of information from blocks or text, converts between speech and text and recognizes emotional sentiment”;
- **Natural Language Understanding (NLU)** – makes it possible to “make requests the same way” a human “would ask another human”, tries to extract context and meaning from the user input;
- **Intent** – is basically “something a user wants to do”, a mapping between what the user say and what action the chatbot should take;
- **Entity** – “object that adds context to the sentence” for better understanding from NLU;
- **Utterance** – is a text or speech input that NLU tries to understand, basically it’s everything a user says.

### 2.1. Types of chatbots

As discussed in the previous section, there are many types of chatbots, Nimavat [11] suggested a classification based by different parameters:

- **Knowledge domain:** is the knowledge or amount of data that chatbots are trained on [12]. This classification is defined by two classes: Open domain, in which bots can talk about generic topics and can answer properly; Closed domain, in which bots are programmed to a specific area of knowledge and out of that area of knowledge the bot tends to fail on responses [11].
- **Service provided:** considers the chatbot's sentimental proximity to the user, the amount of personal (intimate) interaction and hence, it also depends on the task the chatbot is performing.

- **Interpersonal chatbots** are communication and service facilitators, such as "restaurant reservations, flight reservations and FAQbots" [13], they can have personality, they can memorize user information, but essentially, they are services to answer the user's questions, acting as facilitators [11].
- **Intrapersonal chatbots** are managing chatbots that perform tasks such as "calendar managing, storing the user's opinion. They will be companions to the user and will understand the user like a human does. These might not be dominant in current scenario but as natural language understanding progresses, they will soon emerge [11]."
- **Inter-agent chatbots**, are chatbots that provide communication between chatbots, for example, Microsoft Cortana and Amazon Alexa are two chatbots that were incorporated a system to communicate with each other [11].
- **Goals** classification classifies chatbots based on the primary goal they (chatbots) intend to achieve. The goals can be **Informative based**, **Conversational/Chat based**, or **Task based**.
- The **informative based** are chatbots that were designed to "provide the used with information that is "stored beforehand or is available from a fixed source, like FAQ chatbots" [13].
- The **Conversational** chatbot systems aims to "talk to the user, like another human being, and their goal is to respond correctly to the sentence they have been given" [13]. Last but not least, on the Goal classification domain, the **Task-based** chatbots are oriented for a specific task, and they are intelligent on their specific context of asking for information [13].
- **Input processing and response** is a method that generates a response based on the input. These systems can use NLU and generate responses to understand the query using a rule-based systems pattern to matching and prove [13]. There are three models capable of creating and generating appropriate answers: **Rule-based model**, **Retrieval-base model**, and **Generative model**. The **Rule-based** model was the most used architectural model on early chatbots. "They choose the system response based on a fixed predefined set of rules, based on recognizing the lexical form of the input text without creating any new text answers."
- The **Retrieval-base model** is a more flexible model since it uses an Application Programming Interface (API) to search and analyze the accessible sources [13, 14].
- Finally, the **Generative model**, like the Retrieval-base model, use numerous kinds of Artificial Neural Networks (ANN) to synthesize the reply, usually, by using deep learning techniques [14, 15]. This model generates responses in a better way compared to other models, using older and newer user messages. Since these bots are more difficult to build and train, they are more similar to a human being as they use machine learning algorithms and deep learning techniques.

### 3. Development process

To develop the conversational system, we used the Evolutionary Prototyping methodology [16]. This methodology uses an incremental and iterative approach to the software development process through prototype refinement until the final solution is complete.

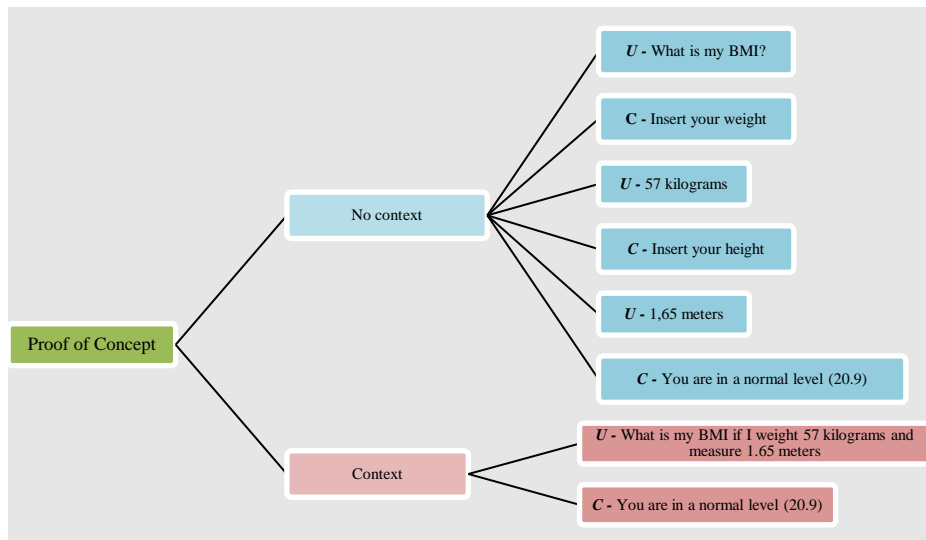
The Evolutionary Prototyping methodology consists of designing an initial concept, then the prototyping (that will be incremental) evolves through user feedback, giving to the developer the chance to do quick modifications according to the user feedback until an acceptable final version is released.

Initially, a proof of concept was created using 3 different platforms: DialogFlow ES, DialogFlow CX and Google Actions. The main goal of this was to obtain user parameters, like weight and height, and calculate the user's Body Mass Index (BMI). Two intents were developed, one without context and one with context (Fig. 1.).

The first proof of concept was created on the DialogFlow ES platform — a platform that is easy to understand and develop with many features, such as the option of small talk and integration with other platforms (Facebook, Facebook Messenger, among others).

The second one was created using DialogFlow CX platform – beta platform with low standard functionalities and complex intent transitions.

Finally, the Google Actions platform is very similar to DialogFlow ES besides some few minor details. Intent creation and webhook communication are practically the same as on the other platform, but Google Actions doesn't include all the standard functionalities (small talk or integration with other platforms).



**Fig. 1.** Proof of concept process diagram.

On the first case, without context, the flow takes place in simple steps where the user identified their height and weight when asked and using the external webhook the user BMI was calculated.

On the second case, through context, the user asked the BMI while indicating their height and weight on one single line. These data were saved as parameters and confirmed via regex (to ensure that the values entered were realistic).

After the proof of concept, and due to the need of logging in through Google's authentication system, the decision to use the Google Actions platform was made. This platform makes it possible to establish a simple connection with Google Sign In using the platform's Account Linking and is similar to DialogFlow ES.

After selecting the best platform to work with it was time to draw the main flow, concerning user prescriptions given by the healthcare professionals. Conversation flows were designed for obtaining prescriptions for the patients, which include the main functionality of getting all active prescriptions for the user, and also enable getting active prescriptions for a specific time period or periodicity (daily, weekly and monthly). Besides those flows a few more were created, separated by the type of prescription (duration, steps or distance) – like the current prescription/objective for that type of prescription (with periodicity or not), the current value of the selected type, and the remaining value to accomplish the objective. The use case in Fig. 2 depicts the user obtaining their duration prescriptions with a specific periodicity. Here we can see the full conversational flow when the user triggers the correspondent intent and the system searches in the database for the user's prescriptions by type duration for that inserted periodicity. In summary, if the system obtains any written prescription for those conditions, it will return the objectives; if no prescriptions are found, the system tries to find other prescriptions for other periodicities besides the inserted one. Again, if at least one is found, it will return it to the user (based on a yes/no response) and, if still no data found, it will search for any other type of prescriptions (for example, distance or steps), and based on that search and on the user response those other prescriptions will be returned.

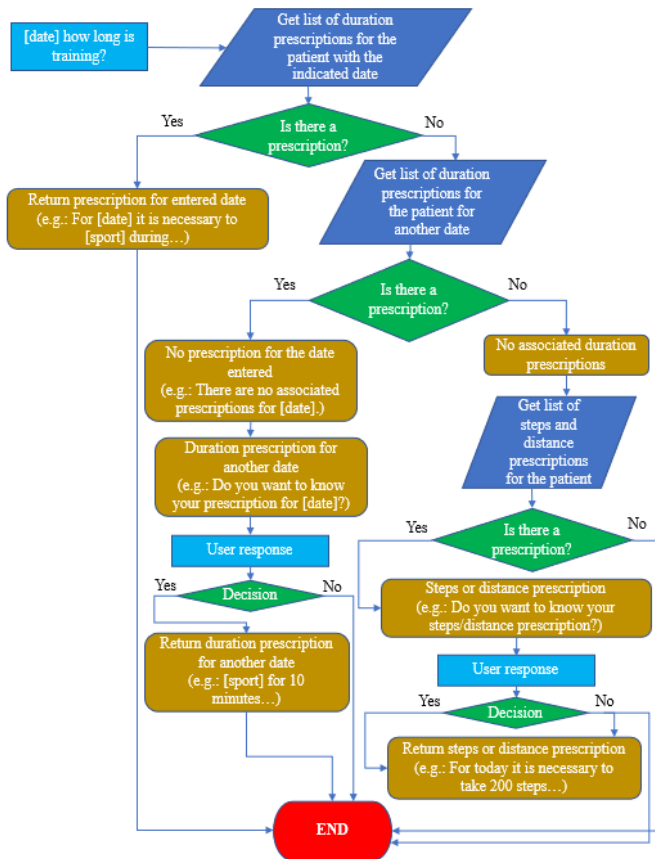


Fig. 2. Conversational Flow: Prescription duration objective.

The first prototype is ready when Google Authentication is set and the functionality of gathering the prescriptions is ready and stable. Here, with this prototype, the user can access his account and get the connected ID to the application, and, with that ID, the system can get the prescriptions given by the healthcare professionals.

With that ID from Google the system can retrieve personal data from the user, such as personal name, contact, height, weight, and comorbidities, among others; and with this functionality the second prototype was complete.

Adding to the previous versions, insert data functionality was added that allows changing the personal information as well as adding measurements (steps, distance or duration) ‘manually’ (version four). In this phase the user can edit, for example, his weight by telling the chatbot to change that value; and he can add, for example, 100 steps . This “measurement adding” functionality allows completing prescriptions/objectives if the users perform physical activity without their mobile phone on them to measure.

For the users to keep track of their performance, the “history” functionality was implemented so that the user can check how much steps he completed. Since this is mainly a voice

chatbot the historical data only shows the latest 3 entries (which correspond to 3 days) because, if we had more entries, the user would lose interest; this way we can get that information in a simple way – and, for more detail, users can refer to the OnTRACK mobile app.

To add more value to the chatbot, some “easter eggs” were also created: a BMI calculator, inspirational quotes, and a breathing exercises. The IMC calculator returns the user’s IMC with basis on his height and weight (using the  $weight/(height*height)$  formula). If those values are available in the database, the user just needs to ask for his IMC; but if it’s not stored in the database the user must provide his/her height and weight to get the IMC.

The inspiration quotes functionality was implemented to get users to practice more exercise, using quotes from sportsmen. The breathing exercise consists of a pranayama breath exercise called *kumbhaka* or full breath retention. This exercise brings benefits COPD patients as it includes anxiety reduction and improves breathing [17]. This exercise consists in inhaling, slowly and through the nose, holding the air and gently exhaling “through alternate nostril”[18]. To transmit more peace and calm to the user, the voice was slowed down to 80% of its normal speed. All of these easter eggs were included in version 6. All versions described above are shown in Fig. 3.

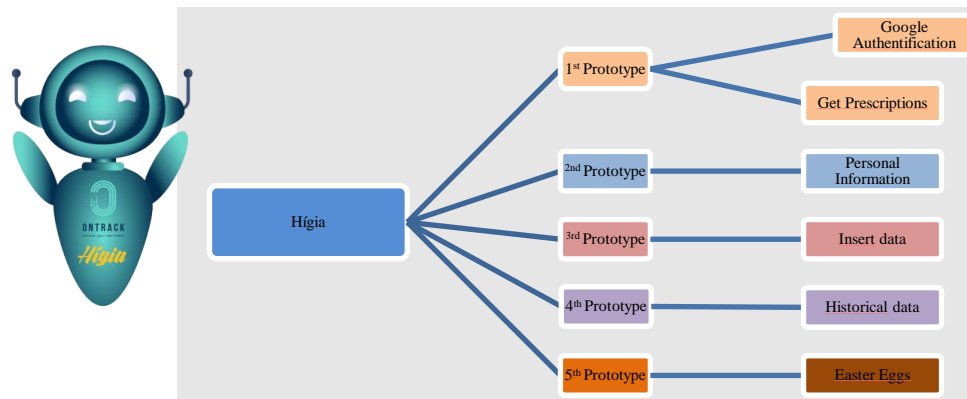


Fig. 3. Hígia prototyping

### 3.1. User experience evaluation

Usability testing is used in manual tests by random users; they test the system/software and try to identify some problems and usability features related to effectiveness, efficiency and satisfaction [19].

For this chatbot a set of 12 tasks were created for the user to test the system, starting with the easier ones and incrementing the difficulty at each task. Tests were monitored by an element of the development team, so that he/she can add comments to each task and take note of new utterances or uncovered bugs. The users were asked to rank their experience with performing the task using a rating scale from 1 to 5 (1 – I couldn't perform the task and 5 – I managed to do the task very easily).

Besides that, an usability test was adapted from [20] included 30 questions with multiple topics, including user satisfaction, efficiency, effectiveness, user experience, emotion, fun, appeal, flow and motivation. This quiz employed a rating scale from 1 to 5 (1 – totally disagree and 5 – totally agree).

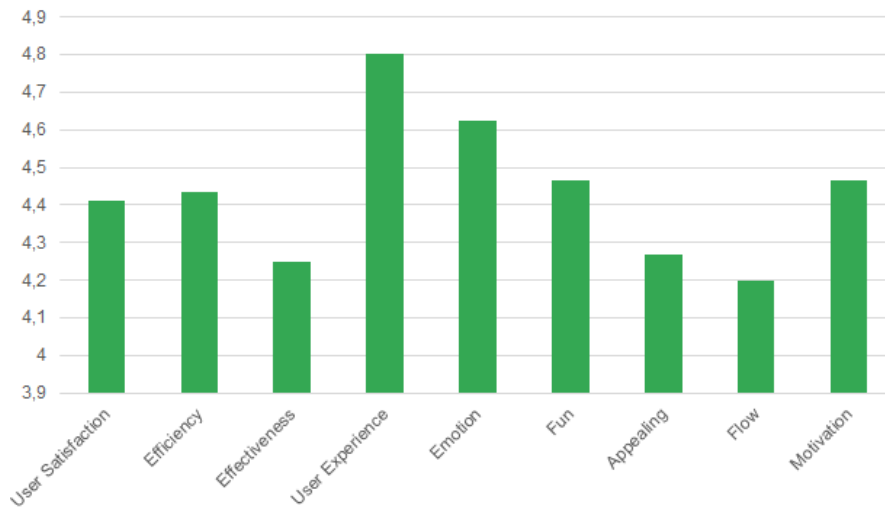
Fifteen users tested this chatbot, with 67% of them having more than 40 years of age. The first tasks were mainly for the user to have contact with the system and identifying new utterances to add in the platform. Besides that, the test revealed that some users, mainly the younger ones, prefer to modify/insert values in a single phrase, e.g. ‘Change my weight to 57 kilograms’; and that all of them agreed that the ‘help’ feature returned too much information.

Regarding the 30 questions quiz: in general users agree that it's a great chatbot to interact with, it can help in multiple ways, and that it is fun to talk with. Some users commented on the formality of speech, stating that they would prefer something more casual. Many also reported that the chatbot takes a little too much time to answer, as it's obtaining data a cloud database.

## 4. Discussion and Outputs

After the users completed the usability tests, the completed tasks show that they need some time to understand how the chatbot works but get used to it fast; also, they identified some utterances that should be added to get the intended intent.

All ratings for each topic used in the usability testing quiz were agglomerated and the average was calculated for each identified group as shown in Fig. 4. Average rating result for each topic in the usability test quiz.



**Fig. 4.** Average rating result for each topic in the usability test quiz.

In terms of user satisfaction, the majority agreed that was easy to use the voice to complete the tasks: they didn't need a lot of time to learn and understand the chatbot, and it was easy to adapt to the conversational system. Some of them, mainly the younger users, reported that they would like to perform actions in one simple phrase, like 'Change my name to Richard', and that the chatbot could talk in a more casual way, not formally. Some users also reported that the chatbot didn't understand some words user said. Based on that feedback, and with the chatbot's main target being patients with COPD disease (mainly people above 40 years of age), users should do the actions in single steps, it's easier to understand and get more feedback from the chatbot. So, the good path to follow is to add those identified functionalities to make all users comfortable in using the system. About the unknown sentences, those tests were created to add more utterances to the system to get the right intent/answer from the bot.

On the topic of efficiency, the majority thinks that the system took a while to answer; this happens because the system needs to search the database for the right answer with the right data associated to it, and this takes a few seconds.

In the effectiveness part of the quiz, the system didn't recognize all the words said – but the system recovered from those mistakes in a timely manner. In terms of a beginner user the system conducts a good conversation with simple interactions but in terms of advanced usage the majority are comfortable with the solution, but the younger ones prefer to say an action in one simple question like explained above, for example, 'Edit my weight to 59 kilograms'.

Most of the participants think they had a great user experience using the voice and the system could handle their accent well.

Most of the users were happy/thrilled and confident by using the system and pleased that it responded in a friendly way. Some of the users reported that they would prefer that the chatbot would speak in Portuguese language from Portugal (as opposed to Brazilian Portuguese), and the younger people prefer a casual speech instead of a formal one. Like it was explained above, this chatbot is aimed for the users above 40 years old, so a more careful speech (formal) is more appreciated for that age.

The majority were pleased and had fun by using the voice to interact with the system since it has an innovative design and helped in the tasks' completion. They felt using the voice makes them motivated and felt more

dedicated to completing the tasks in the system. They also felt they had control over the system during the voice interaction.

## 5. Conclusions and Future Work

People with COPD have low levels of physical activity, which have been related to increased risk of hospitalizations, mortality and reduced quality of life in this population. Improving the physical activity of these patients is therefore a priority for clinicians and decision-makers worldwide. One of the most promising approaches to increasing physical activity is the use of information and communication technologies, which includes the use of mobile and web applications.

The OnTRACK platform is part an ongoing research project that aims to create an innovative mHealth solution in the area of COPD. This article describes the Hígia conversational agent, developed and integrated into the OnTRACK platform with the goal of providing an alternative, simpler and more natural means for patients to interact with the system, enabling them to consult and modify relevant information via a chatbot using, for example, a smart speaker.

This conversational agent includes several of the main functionalities already available in the smartphone app, complementing and extending it. It allows consulting prescription information in a multitude of ways, getting and setting all personal data, inserting physical activity measurements, and obtaining historical data on physical activity and prescriptions. What's more, in order to promote user engagement, some easter eggs were implemented to improve the chatbot's value, which include a BMI calculator, inspirational quotes and breathing exercises.

The evaluation of the final prototype yielded encouraging results, while allowing the development team to identify topics for improvement. The results indicated that the users take some time to get used to the chatbot; but, after that initial learning period, they enjoy talking to the conversational agent and get more motivated and confident towards completing the prescribed physical activity related tasks. Some users identified some new utterances that have been included to the training phrases set of the chatbot, enabling the interaction to be quicker and more efficient.

Future work clearly includes identifying more phrases and utterances to be added to the training set with basis on the users' continued feedback. We also plan on implementing a reward/gamification system to make users even more motivated and engaged, and extending the chatbot to other countries and languages – always in the context of the OnTRACK platform, and with the goal of employing emerging mechanisms for enabling human-machine communication.

## 6. Acknowledgments

This work was funded by FEDER through COMPETE2020 — Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI) and by national funds (OE) through Fundação para a Ciência e Tecnologia ("OnTRACK – On Time to Rethink Activity Knowledge: a personalized mHealth coaching platform to tackle physical inactivity in COPD", POCI-01-0145-FEDER-028446).

## References

1. Celli, B.R., Wedzicha, J.A.: Update on Clinical Aspects of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *New England Journal of Medicine*. 381, 1257–1266 (2019). <https://doi.org/10.1056/nejmra1900500>.
2. Scoditti, E., Massaro, M., Garbarino, S., Toraldo, D.M.: Role of diet in chronic obstructive pulmonary disease prevention and treatment. *Nutrients*. 11, 1–32 (2019). <https://doi.org/10.3390/nu11061357>.
3. World Health Organization: Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. World Health Organization, Geneva, Switzerland (2009).

4. Flora, S., Hipólito, N., Brooks, D., Marques, A., Morais, N., Silva, C.G., Silva, F., Ribeiro, J., Caceiro, R., Carreira, B.P., Burtin, C., Pimenta, S., Cruz, J., Oliveira, A.: Phenotyping Adopters of Mobile Applications Among Patients With COPD: A Cross-Sectional Study. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*. 2, 1–8 (2021). <https://doi.org/10.3389/fresc.2021.729237>.
5. McTear, M.: Conversational AI: Dialogue Systems, Conversational Agents, and Chatbots. *Synthesis Lectures on Human Language Technologies*. 13, 1–251 (2020). <https://doi.org/10.2200/s01060ed1v01y202010hlt048>.
6. Grassi, L.: A Knowledge-Based Conversation System for Robots and Smart Assistants, (2021). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25795.12320>.
7. Weizenbaum, J.: ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*. 9, 36–45 (1966). <https://doi.org/10.1145/365153.365168>.
8. Colby, K.M., Weber, S., Hilf, F.D.: Artificial Paranoia. *Artificial Intelligence*. 2, 1–25 (1971). [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(71\)90002-6](https://doi.org/10.1016/0004-3702(71)90002-6).
9. Pearl, C.: *Designing Voice User Interfaces: Principles of Conversational Experiences*. (2017).
10. Ramesh, K., Ravishankaran, S., Joshi, A., Chandrasekaran, K.: A Survey of Design Techniques for Conversational Agents. *Communications in Computer and Information Science*. 750, 336–350 (2017). [https://doi.org/10.1007/978-981-10-6544-6\\_31](https://doi.org/10.1007/978-981-10-6544-6_31).
11. Nimavat, K., Champaneria, T.: Chatbots: An Overview Types, Architecture, Tools and Future Possibilities. *International Journal of Scientific Research and Development*. 5, 1019–1026 (2017).
12. Bhagwat, V.A.: Deep Learning for ChatBots. *Scholarworks.Sjsu.Edu*. 56 (2018).
13. Adamopoulou, E., Moussiades, L.: An Overview of Chatbot Technology. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*. 584 IFIP, 373–383 (2020). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-49186-4\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49186-4_31).
14. Wu, Y., Wu, W., Xing, C., Li, Z., Zhou, M.: Sequential matching network: A new architecture for multi-turn response selection in retrieval-based chatbots. *ACL 2017 - 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Proceedings of the Conference (Long Papers)*. 1, 496–505 (2017). <https://doi.org/10.18653/v1/P17-1046>.
15. Adamopoulou, E., Moussiades, L.: Chatbots: History, technology, and applications. *Machine Learning with Applications*. 2, 100006 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2020.100006>.
16. Sherrell, L.: Evolutionary Prototyping. *Encyclopedia of Human Behavior: Second Edition*. 118–124 (2013). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375000-6.00160-9>.
17. Kaminsky, D.A., Guntupalli, K.K., Lippmann, J., Burns, S.M., Brock, M.A., Skelly, J., Desarno, M., Pecott-Grimm, H., Mohsin, A., LaRock-McMahon, C., Warren, P., Whitney, M.C., Hanania, N.A.: Effect of yoga breathing (Pranayama) on exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomized, controlled trial. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 23, 696–704 (2017). <https://doi.org/10.1089/acm.2017.0102>.
18. Pandit, U., Palkar, A., AnupritaThakur, Dabholkar, T., Karajgi, A.: Effect of Pranayama on Diaphragmatic Excursion in Healthy Young Individuals. In: Sharma, A. (ed.) *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy - An International Journal*. pp. 129–132 (2014). <https://doi.org/10.5958/0973-5674.2014.00356.6>.
19. Farrahi, R., Rangraz Jeddi, F., Nabovati, E., Sadeqi Jabali, M., Khajouei, R.: The relationship between user interface problems of an admission, discharge and transfer module and usability features: A usability testing

method. BMC Medical Informatics and Decision Making. 19, 1–8 (2019). <https://doi.org/10.1186/s12911-019-0893-x>.

20. Guerino, G.C.: U2XECS : AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E EXPERIÊNCIA DE USUÁRIO DE SISTEMAS CONVERSACIONAIS U2XECS : AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E EXPERIÊNCIA DE USUÁRIO DE, (2020).