

Relatório final de projeto

20190843 - Hugo Duarte, 20190972 - Luís Felipe Baptista

2021/2022



Relatório

Introdução	1
Visão geral	1
Enquadramento do Âmbito	1
Análise Competitiva	2
Pesquisa de Utilizador	3
Stakeholders	10
Restrições Gerais	11
Palavras-chave	11
Requisitos de software	12
Atores e Casos de Uso	12
Requisitos Funcionais	13
Requisitos Não-Funcionais	13
Modelo de Domínio	14
Design do Software	15
Arquitetura do Software	15
Arquitetura da Base de Dados	15
Construção de Software	17
Construção	17
Conclusões	17
Referências	18

1. Introdução

1.1. Visão geral

Pretendemos através deste projeto implementar uma plataforma para o consulta a dados cardíacos agregados e anonimizados de pacientes em reabilitação de complicações cardiovasculares da unidade de cardiologia do Hospital Santa Maria (HSM). A plataforma contará com um módulo de visualização dos dados, e outro de classificação automática, feita por um modelo de aprendizagem treinado, de complicações a partir dos dados recebidos. A aplicação será montada em Node.js, e o modelo de aprendizagem será uma rede neuronal com arquitetura ainda não definida. Os dados coletados incluem ECGs, pressão sanguínea e peso.

Com a ajuda da equipa de design do projeto, pretendemos expandir a aplicação web para oferecer aos pacientes uma organização dos seus dados cardiológicos, visualizações dos mesmos, e classificações de riscos de subconjuntos de dados. Além disso, contará com mecanismos para incentivar aos pacientes a criação de um estilo de vida mais saudável (no âmbito físico e mental). A especificação e implementação deste lado da aplicação iniciar-se-á depois do desenvolvimento do modelo de classificação e acesso aos dados. Também queremos que a nossa aplicação seja uma ótima ferramenta para pessoas que sofrem de ansiedade. Ou seja, o nosso público alvo será todos os que quiserem ter uma boa saúde física e mental.




O projeto também conta com uma aplicação complementar desenvolvida especificamente para os enfermeiros do HSM, para que possam visualizar os dados de cada paciente, e rapidamente marcarem riscos identificados, para que um futuro modelo de aprendizagem possa ser treinado nos riscos indicados.

1.2. Enquadramento do Âmbito

A saúde cardíaca é de extrema importância para certos tipos de indivíduos, sejam pessoas com doenças hereditárias, pessoas que desenvolveram complicações por terem negligenciado sinais de risco, ou cuidadoras de portadores de doenças cardíacas. Doenças cardiovasculares (DCVs) são a principal causa de mortes mundialmente, tendo sido responsável por 32% das mortes em 2019, das quais 85% foram derrames [1]. A maioria das DCVs podem ser prevenidas se pacientes reduzirem fatores de risco comportamentais como o uso de tabaco ou álcool, dietas pouco saudáveis e obesidade, e inatividade física [2]. É estimado que 80% das mortes por DCVs anualmente são evitáveis [3]. Só nos EUA, mais de 200,000 morrem anualmente por uma complicação julgada evitável [4]. A dimensão da desta tragédia coletiva é agravada pelo fato que, com tecnologias atuais, é possível prever padrões de complicações de saúde de eletrocardiogramas (ECGs) [5].

1.3. Análise Competitiva

1.3.1. Concorrência

Logotipo	Empresa	Descrição	Modo de uso	Vantagens	Desvantagens
	Cardiogram	A aplicação Cardiogram é capaz de identificar alterações no ritmo cardíaco através da sua integração entre o relógio e o telemóvel.	Usar o Apple Watch para mensurar os batimentos cardíacos.	- 97% de precisão nos resultados através do uso de redes neuronais; - Forma passiva de ser observado.	- Incompatibilidade com muitos dispositivos; - Estar dependente da posse de um relógio.
	Cardiio	A aplicação Cardiio, feita para atletas, cria planos de treino personalizados à frequência cardíaca do utilizador.	Cobrir a câmara traseira do telemóvel com o dedo.	- Planos de treino personalizados à monetarização do utilizador.	- Mau posicionamento do dedo leva a imprecisões nos resultados.
	Cardiograph	A aplicação Cardiograph transforma a câmara do telemóvel em um monitor de frequência cardíaca.	Cobrir a câmara traseira do telemóvel com o dedo, até o flash disparar.	- Aplicação intuitiva para quem só quer ser observado.	- Mau posicionamento do dedo leva a imprecisões nos resultados; - Aplicação paga.

1.3.2. Benchmarking

Empresa	App Store	Preço	Monitorar batimentos	Deteção com IA	Aconselhar pessoas	Criar planos de treino	Integração com entidade de saúde	Dados a serem classificados	Método de observação
Cardiogram	4,7	Grátis	✓	✓	✓	x	x	ECG	Passivo
Cardiio	4,6	Grátis	✓	x	x	✓	x	ECG	Ativo
Cardiograph	4,6	Pago	✓	x	x	x	x	ECG	Ativo
My Cardio	-	Grátis	✓	✓	✓	x	✓	ECG, Holter, MAPA	Ativo

1.4. Pesquisa de Utilizador

1.4.1. Público-Alvo

Em princípio, o público-alvo são pacientes da unidade de cardiologia do Hospital Santa Maria. As necessidades deste grupo deram surgimento a este projeto. Entretanto, a aplicação será desenvolvida para um público mais amplo. Sucintamente, será desenvolvida para quaisquer pessoas que sentirem a necessidade de acompanhar seus estados de saúde cardíacos, ou do de próximos, para poderem identificar e tratar riscos rapidamente. Além disso, será feita para aqueles que procuram incentivos para um estilo de vida mais saudável.

Segundo os dados do SNS24, 55% da população portuguesa entre os 18 e os 79 anos apresentam dois ou mais fatores de risco associados à arritmia cardíaca [6]. Destes valores, a prevalência é:

- 0,2% em indivíduos < 55 anos e de 8% a 10% em > 80 anos
- 60% em indivíduos do sexo masculino e 40% em indivíduos do sexo feminino

Conduzimos um inquérito, através de formulário online com respostas anonimizadas, para percebermos concretamente as opiniões de pessoas comuns sobre saúde cardíaca e ansiedade - para definirmos se uma aplicação como a nossa seria útil para um público-alvo amplo, como os dados do SNS sugerem. As respostas do inquérito encontram-se no seguinte link (acessível apenas aos professores das unidades curriculares deste projeto):

https://docs.google.com/forms/d/1NTCKsT_LP9gDX_J7r0ZpkMcDKuhlmgwewe0LgpW7zGzI/edit?usp=sharing

A maioria das respostas vieram de mulheres com menos de 50 anos. As inquiridas avaliam a importância da monitorização da sua saúde cardíaca a 4, em uma escala de 1 a 5. Muitas não sentem dificuldade em organizar e analisar métricas de saúde cardíaca, mas as que sentem dificuldade, apontam à falta de acesso à informação organizada, complexidade da informação, e falta de conhecimento na área, como motivos. A grande maioria (93.3%) sente que seria benéfico ter uma aplicação que regista automaticamente estas informações. As inquiridas utilizam equipamentos diversos para organizar estes dados, incluindo iHealth, Yazio, Samsung Health, e medidores de pressão sanguínea. O grau de dificuldade para se sentirem motivadas a praticarem exercício físico varia altamente entre as inquiridas; em média, avaliam a 3 em uma escala de 1 a 5, mas muitas avaliam a 1, e a 5 também. A maioria avalia a 4 a eficiência da competição amigável como fator motivador para a prática do exercício físico. A maioria avalia a 3, com tendência a 4 e 5 também, o grau de dificuldade para distraírem-se de ocupações (trabalhos, estudos). 40% das inquiridas já experienciaram uma crise de pânico. A maioria afirma que utilizaria uma app que ajuda a monitorizar dados de saúde cardíaca, e promove exercício físico através da competição amigável entre amigos/familiares.

Com estas respostas é possível afirmar que as necessidades que nossa aplicação irá cumprir, de registrar históricos cardiológicos, acusar riscos, e promover um estilo de vida mais saudável, é de interesse para um público amplo. Há uma necessidade grande para mecanismos de monitorização de estados cardíacos, e de incentivo ao exercício físico entre pacientes médicos, e isso se estende para muitos outros tipos de pessoas, tais como as que exemplificaremos nas seções a seguir.

1.4.2. Personas

PESQUISA DE UTILIZADOR

O PAGADOR



Nome Duarte Cortês
Idade 67 anos
Profissão - (reformado)



Nunca tive um estilo de vida saudável e sofro agora as consequências disso. Esta aplicação motiva-me a deixar o sedentarismo e permite-me saber o risco que corro regularmente, alertando-me para situações mais graves



Objetivos

Aletrar os seus hábitos não-saudáveis

Começar a praticar atividade física

Necessidades

Monitorizar regularmente a sua saúde cardíaca

Diminuir o risco de doença cardiovascular

Personalidade

Pessoa atualmente mais consciente e responsável

De caráter decidido

Idoso (mais de 65 anos), geralmente masculino, que não pratica atividade física, sedentário. Com histórico de estilo de vida não saudável, muito provavelmente foi antes o "carpe diem". Nota já as consequências das suas escolhas passadas, estando a alterar os seus hábitos. Possui vigilância médica periódica, geralmente. Mais consciente do risco de saúde em que está (e mais consciente no geral), tende a despende mais dinheiro na saúde.



CARPE DIEM



Adulto com um estilo de vida não saudável (fumador, ingestor de bebidas alcoólicas, não praticante de atividade física).

Leva um estilo de vida sedentário.

Possui rendimento baixo, privilegiando fast food (portanto, comida não saudável).

Popular, de personalidade mais despreocupada, gosta de sair com os amigos e aproveitar ao máximo a socialização. Tende a aproveitar o momento presente sem ligar muito a consequências futuras.



PESQUISA DE UTILIZADOR

O CUIDADOR



Nome Margarida Leal
Idade 31 anos
Profissão Consultora de Imagem



A app é-me muito útil para monitorizar a saúde da minha filha nesta fase pós-operação principalmente



Objetivos

Controlar o risco de doenças cardiovasculares da sua filha

e ajudá-la a manter uma boa saúde pós-operação

Necessidades

Ter uma fácil e intuitiva leitura dos dados cardiológicos da filha para executar o tratamento adequado

Aplicar o planeamento proposto pela aplicação

Enfermeiro ou pessoa não profissional que tem a necessidade de cuidar da saúde de alguém que não possui capacidades para se monitorizar a si próprio (seja por ter idade menor ou avançada).

Personalidade

Pessoa solidária e paciente

Trabalha bem com pessoas

Muito trabalhadora

Leal e amistosa

Responsável e cautelosa

Boas habilidades práticas

PESQUISA DE UTILIZADOR

O HEREDITARIO



Nome Rita Guimarães
Idade 28 anos
Profissão Atendente de polícia



Utilizo esta aplicação porque estou exposta constantemente no meu trabalho a situações de stress elevado e geneticamente tenho predisposição para doenças cardiovasculares



Objetivos

Controlar o risco de enfarte agudo do miocárdio

gerir melhor e ter mais tempo para o tempo livre

Necessidades

Ter um momento diário de calma e descompressão do stress laboral

Manter estilo de vida saudável para não agravar o risco causado pela sua predisposição genética da doença

Pessoa com hipertensão hereditária (predisposição genética para um enfarte agudo do miocárdio ou outra doença cardíaca) e em maior risco quando sob situações de stress elevado.

Personalidade

Pessoa calma, mas exposta a situações recorrentes de grande ansiedade no mundo profissional

De caráter mais sério e forte.

1.4.3. Cenários

CENÁRIOS

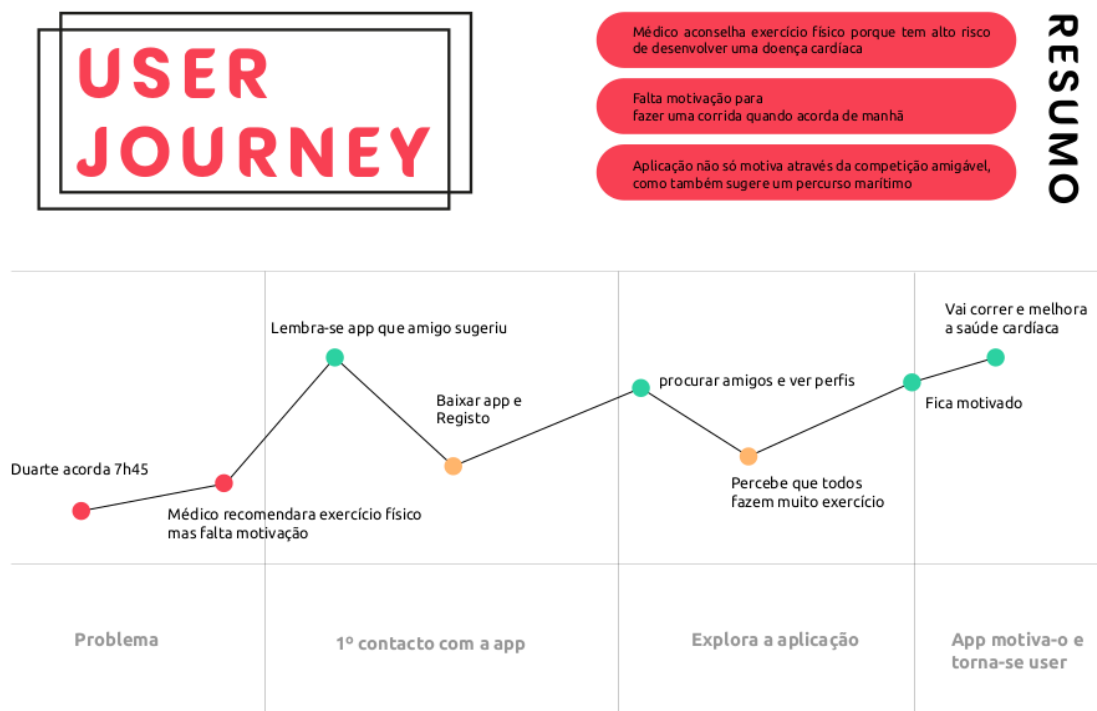
Acabou de acordar e sabe que devia ir correr e abandonar o sedentarismo em que vive, pois o médico advertiu-o do grande risco de doença cardíaca que corre se não começar a praticar exercício físico. No entanto, falta-lhe motivação. Entretanto, lembrou-se que um amigo lhe recomendou uma aplicação para cuidar da saúde cardíaca e tentou experimentar. Começou a explorar as funcionalidades e encontrou a secção do exercício físico. Começou a procurar os seus amigos e ficou motivado para competir com eles (tendo ficado impressionado com os seus resultados). Procura um percurso agradável e, depois da corrida, está cansado, mas satisfeito consigo próprio e, claro, com a aplicação que será um ótimo instrumento dali em diante.

Raquel é uma menina de 6 anos com uma doença cardíaca genética. Ela recentemente fez uma operação ao coração e, por ser criança e para o seu conforto, está em casa de repouso a ser monitorizada pela mãe por 1 mes. A mãe é a sua cuidadora; já fazia o uso frequente da aplicação para monitorizar regularmente a filha antes da cirurgia, mas nunca antes nesta situação. A mãe sente-se preocupada e a aplicação é a possibilidade de monitorização em casa e ajuda-a a manter-se calma, confiante e a promover maior tranquilidade à sua filha. Tem os relatórios médicos com rapidez, de fácil leitura e permite-lhe partilhar os dados da sua filha rapidamente e facilmente com o seu doutor, tudo isto no conforto das suas casas.

18h45: chega a casa do trabalho. Foi um dia extremamente stressante e intenso e começa uma crise de ansiedade. Toca o alarme da aplicação a lembrar que ainda não praticou nenhuma atividade para descontrair. Ela despende meia hora a tocar piano e a música ajuda-a a acalmar-se. No final, só tem de atualizar a checklist.



1.4.4. User Journeys



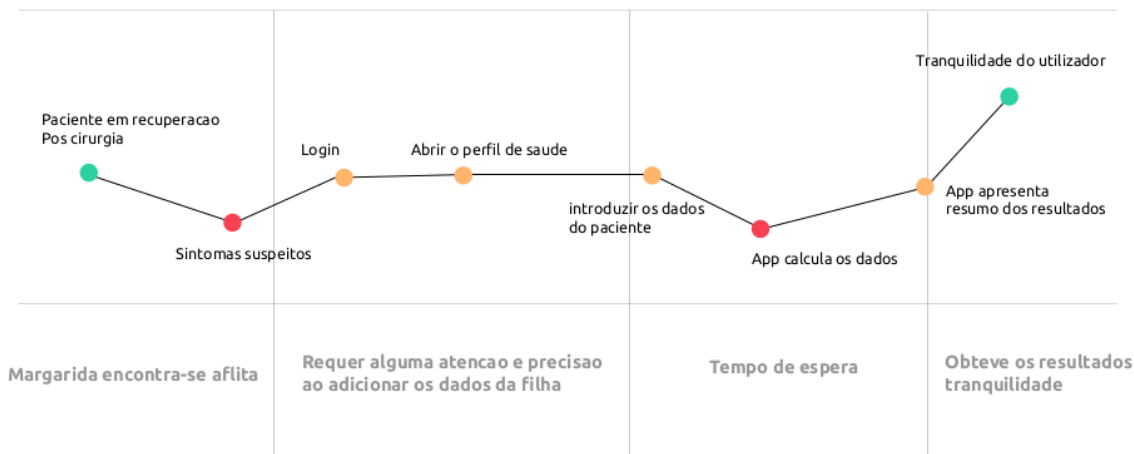
USER JOURNEY

Depois de uma cirurgia ao coração, Margarida está responsável por cuidar da filha Raquel de 6 anos

Ela apresenta sintomas suspeitos, a mãe preocupa-se

Utiliza a aplicação para analisar os sintomas e estado da filha e tomar uma decisão

RESUMO



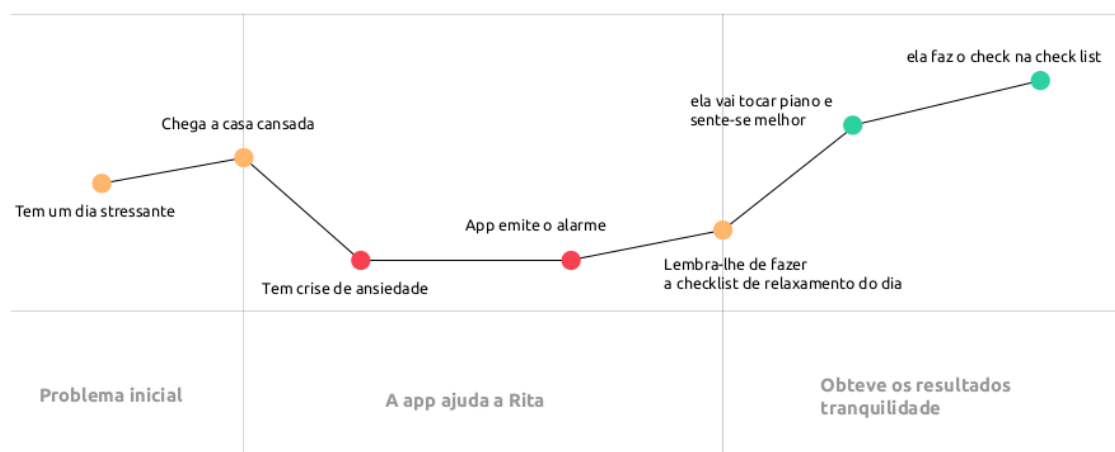
USER JOURNEY

Depois de um intenso dia de trabalho no quartel da polícia, Rita fica muito ansiosa

A app lembra-lhe que ainda não descansou e descontraíu

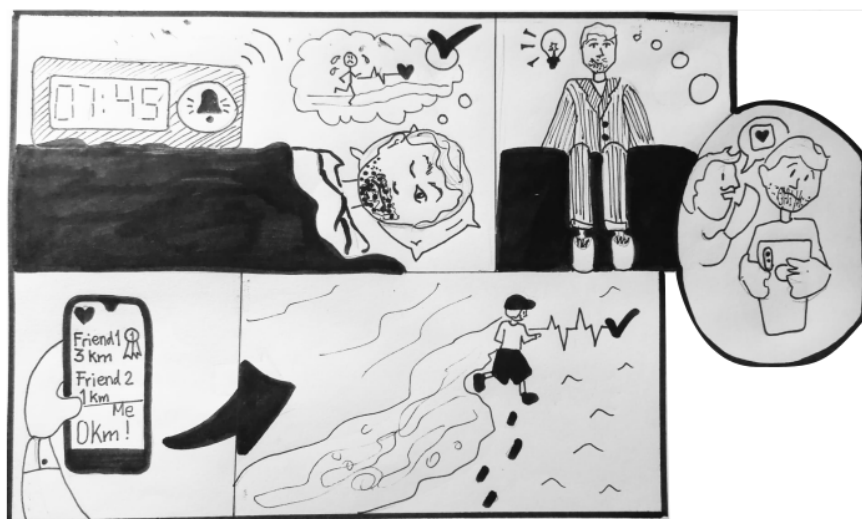
Graças à app, Rita monitoriza as atividades que faz cada dia e anota as que conseguiu fazer

RESUMO

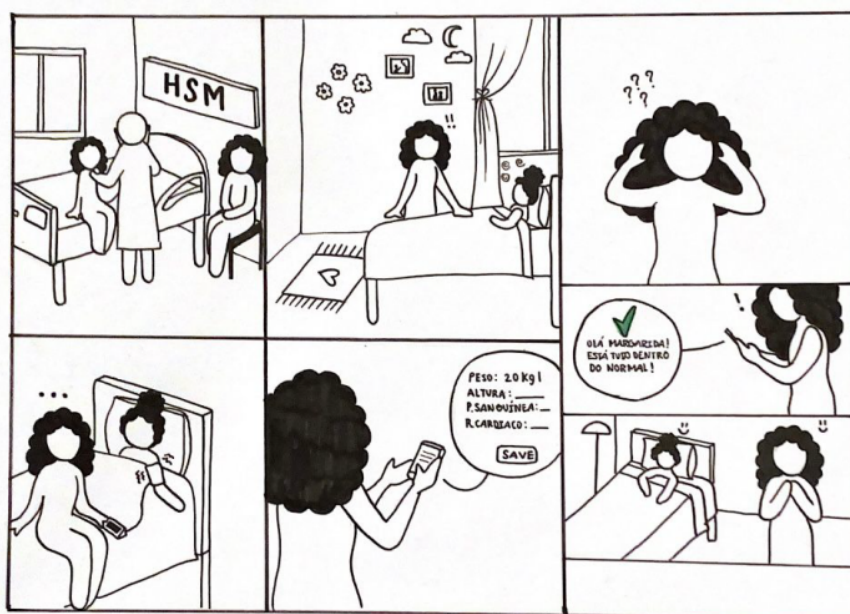


1.4.5. Storyboards

STORYBOARDS



STORYBOARDS



1.6. Restrições Gerais

Devido ao pouco tempo que temos para a execução deste projeto, apenas os cenários de monitorização de paciente e utilização de checklists serão implementados. Dito isto, no capítulo seguinte, somente serão mostrados os casos de uso destes dois últimos cenários.

Não havendo forma de emparelhar dispositivos de recolha de dados cardiológicos à nossa aplicação android, os dados que são enviados pelo utilizador a serem classificados pelo modelo de inteligência artificial são simulados.

Sendo a base de dados fornecida pelo HSM muito extensa e de difícil interpretação, apenas alguns dados serão aproveitados para o treinamento do modelo final.

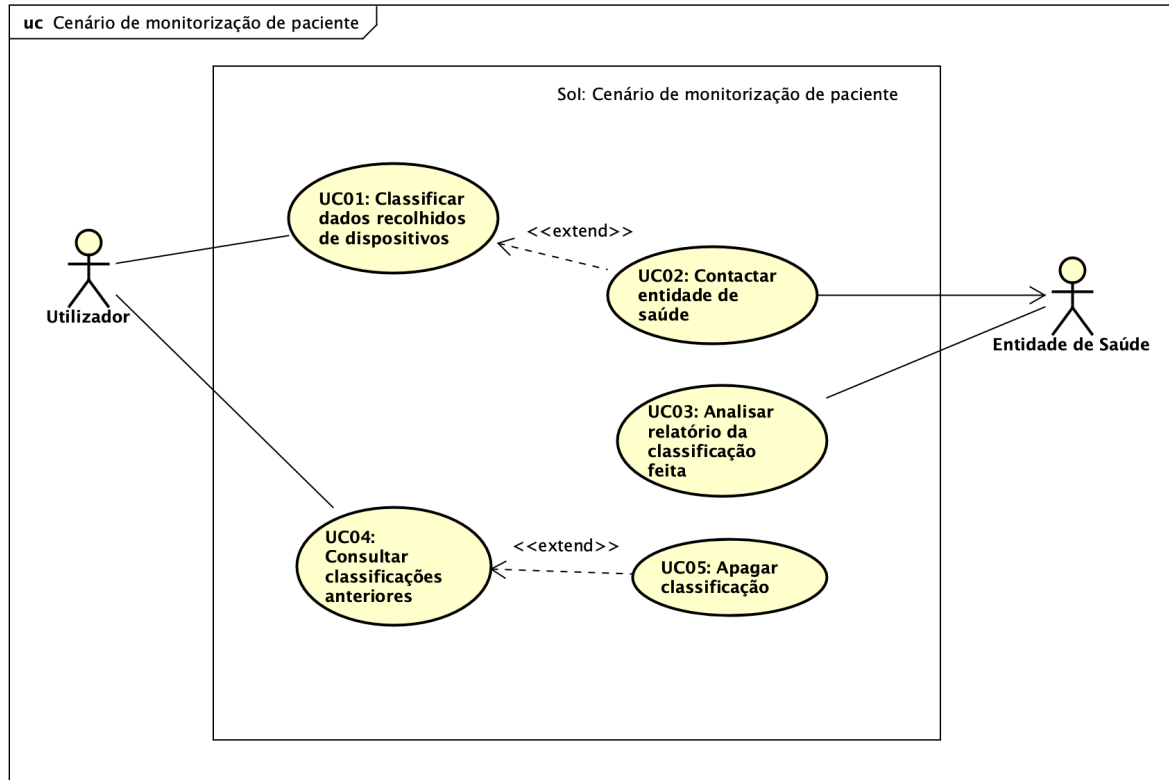
1.7. Palavras-chave

Cardiology, healthy lifestyle, anxiety, machine learning, neural network.

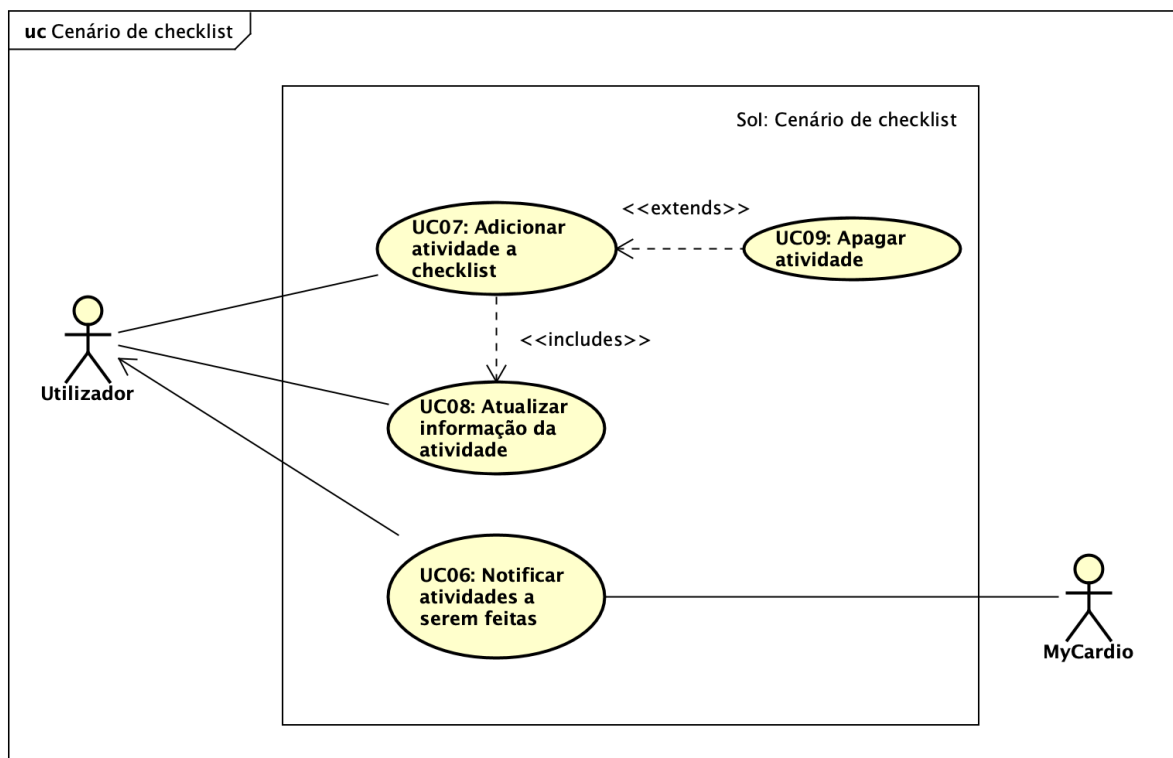
2. Requisitos de software

2.1. Atores e Casos de Uso

2.1.1. Cenário: Monitorização de paciente



2.1.2. Cenário: Utilização de checklists



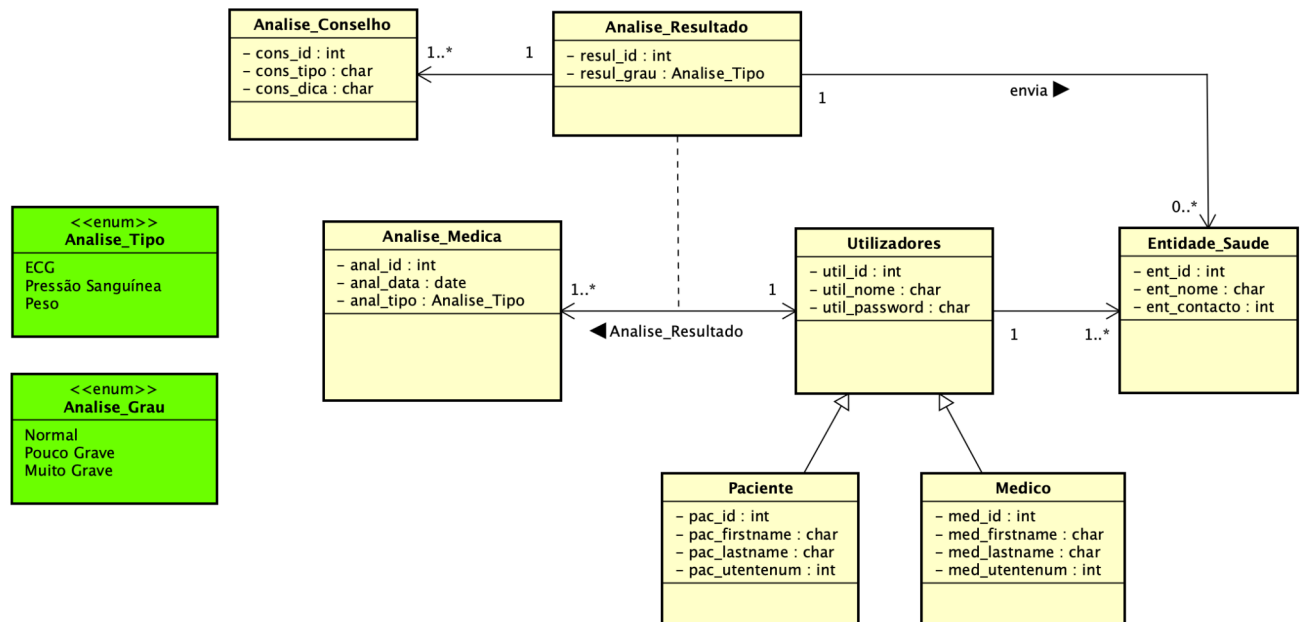
2.2. Requisitos Funcionais

#	Requisito	Descrição	Prioridade
RF1	Autenticação	Autenticar um utilizador na aplicação.	Média
RF2	Classificar análises de ritmo	O utilizador insere a sua análise na aplicação e, o mesmo é classificado pelo modelo de IA previamente treinado.	Alta
RF3	Consultar análises classificadas	O utilizador pode consultar as suas análises anteriores e a sua informação respetiva.	Média
RF5	Aconselhar utilizadores de risco	Utilizadores que tenham sido classificados com alguma arritmia cardíaca pouco grave, são aconselhados na maneira como podem melhorar a sua saúde.	Média
RF6	Escolher entidade de saúde emergencial	O utilizador define nas suas preferências a entidade de saúde ao qual a aplicação recorre em casos de emergência.	Média
RF7	Alertar entidade de saúde	Quando um utilizador é classificado com alguma arritmia cardíaca muito grave, os dados são enviados para a entidade de saúde definida pelo utilizador, para serem acompanhados o mais rapidamente possível.	Alta
RF8	Gerir atividades numa checklist	O utilizador pode adicionar, editar ou eliminar atividades associadas à sua checklist.	Média

2.3. Requisitos Não-Funcionais

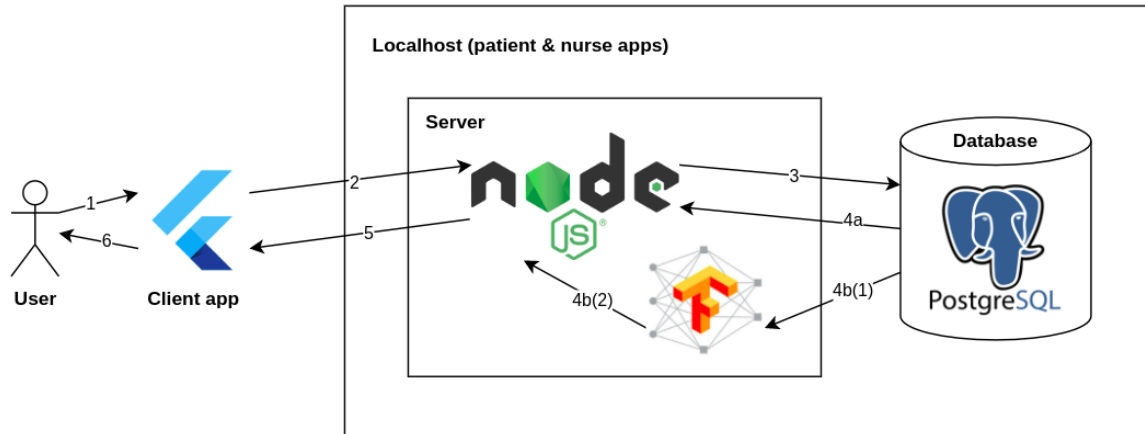
#	Requisito	Descrição	Prioridade
RNF1	Base de dados	O sistema deverá se comunicar com uma base de dados SQL.	Alta
RNF2	Espaço em disco para o armazenamento de dados	O módulo de classificação automática recebe análises cardíacas de utilizadores. Para atender a esta necessidade, deve haver espaço no disco.	Média
RNF3	Linguagem de programação	O sistema deverá ser implementado em node.js.	Alta
RNF4	Aplicação responsiva	A aplicação deverá se adaptar aos diferentes tamanhos de ecrãs.	Baixa
RNF5	Aplicação “user-friendly”	A aplicação deve ser “user-friendly”, pois o grupo alvo é bastante abrangente.	Média
RNF6	Segurança do utilizador	Os utilizadores terão a sua conta protegida com um sistema 2FA.	Baixa

2.4. Modelo de Domínio

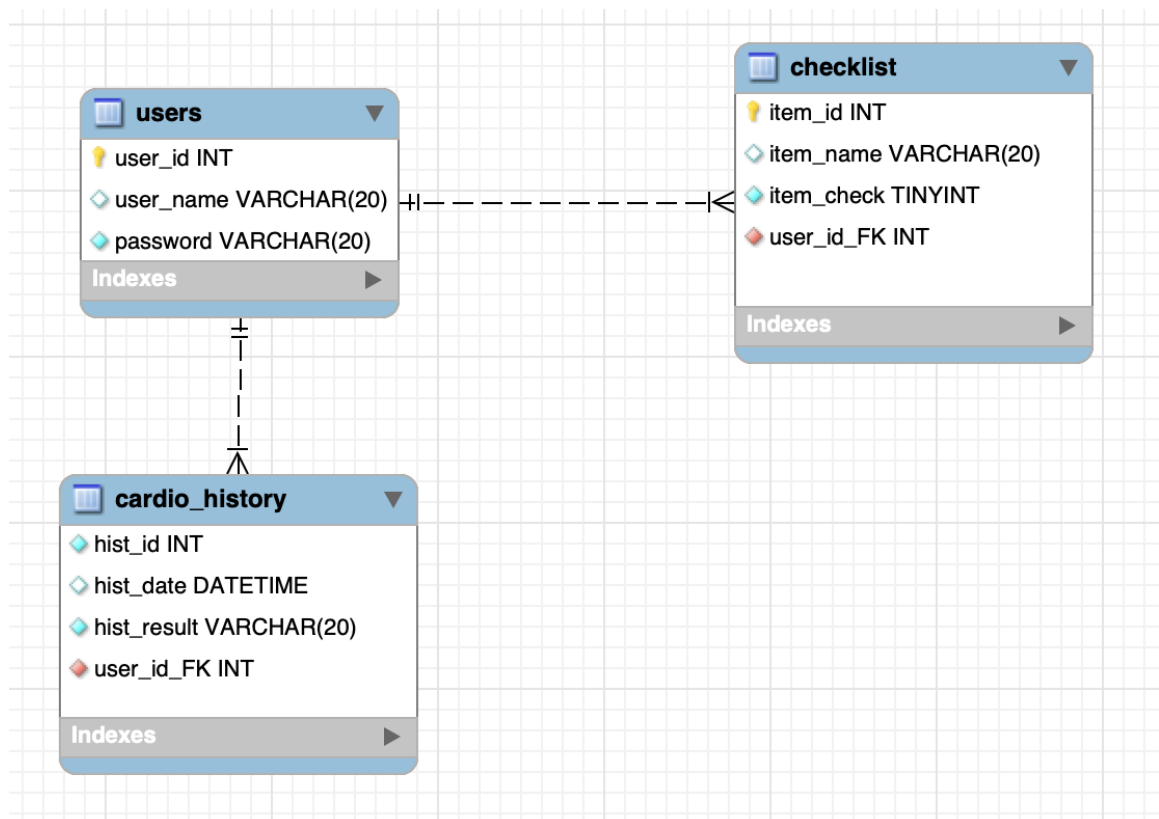


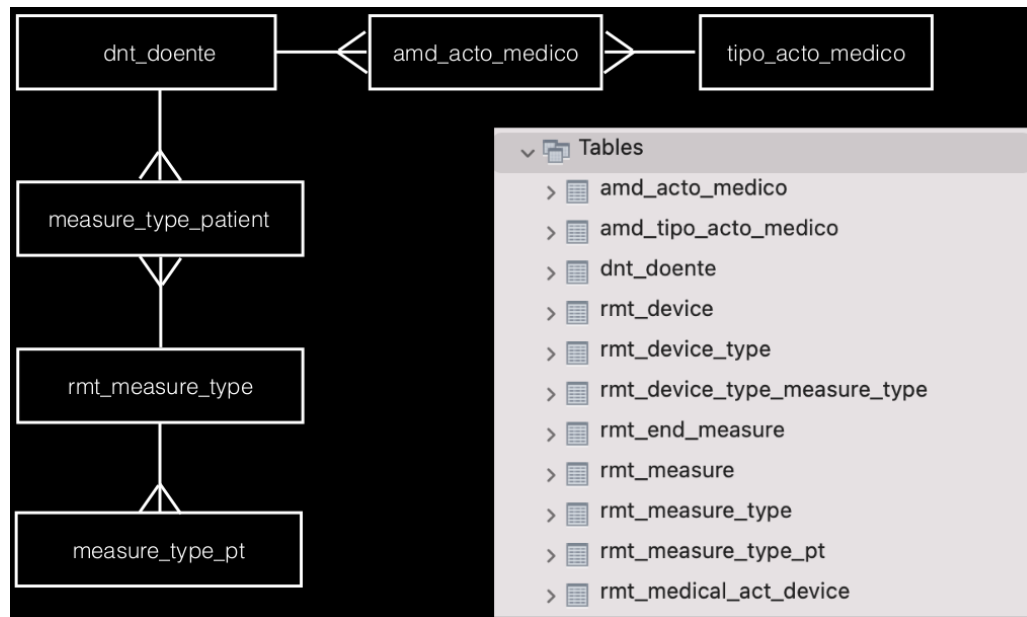
3. Design do Software

3.1. Arquitetura do Software



3.2. Arquitetura da Base de Dados





Exemplos de rmt_device_type e rmt_measure_type

description
character varying (20)
Steel HR
BPM+
Body+
Samsung Galaxy J5
BPM
Body Cardio
Nonin 3150

description	unit
Heart Rate	bpm
Steps	#
Distance	m
Calories	kcal
Sleep State	#
Soft	s
Moderate	s
Intense	s
Total Calories	kcal
Metcumul	?
Intensity	?
HR Average	bpm
HR Min	bpm
HR Max	bpm
HR Zone 0	?
HR Zone 1	?
HR Zone 2	?
HR Zone 3	?
Diastolic Blood Pressure	mmHg
Systolic Blood Pressure	mmHg
Weight	kg
Fat Free Mass	kg
Fat Ratio	%
Fat Mass	kg
Muscle Mass	kg
Hydration	%
Bone Mass	kg
Pulse Wave Velocity	m/s
Height	m
Peripheral Oxygen Saturation	%

4. Construção de Software

4.1. Construção

- VS Code
- Google Colab
- Astah UML
- PGAdmin 4
- MySQL Workbench
- Android Studio

4.2. Testes

- Postman
- VS Code

4.3. Deploy

- Heroku

5. Conclusões

Tendo mudado de orientação desde a concepção, o projeto tornou-se um par de aplicações, uma voltada para enfermeiros, e outra para pacientes, com uma ênfase reduzida na componente de machine learning. A aplicação dos enfermeiros auxilia o processo de "tagging" ou marcação de riscos dos dados de qualquer paciente sob observação do enfermeiro. A aplicação do paciente permite que o mesmo visualize seus dados, coletados com equipamento do HSM, e veja onde há riscos marcados pelos enfermeiros.

Futuramente, com dados suficientes para um modelo de aprendizagem de rede neuronal, pretendemos usar os dados de riscos marcados pelos enfermeiros para treinar uma rede recorrente para reconhecer riscos com alto grau de precisão. Para suportar esta possível futura funcionalidade, já reservamos um módulo no servidor para um modelo de Tensorflow.js, rotas de endpoints REST, e código no cliente necessários, que conjuntamente constituem o canal de passagem de dados.

6. Referências

- [1] World Health Organization. (2021, June 11). *Cardiovascular diseases (CVDs)*. World Health Organization (WHO). Retrieved March 7, 2022, from [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- [2] Center for Disease Control and Prevention. (2020, April 21). Prevent Heart Disease | cdc.gov. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Retrieved March 7, 2022, from <https://www.cdc.gov/heartdisease/prevention.htm>
- [3] World Heart Federation. (2021, October 29). Prevention. World Heart Federation (WHF). Retrieved March 7, 2022, from <https://world-heart-federation.org/what-we-do/prevention/>
- [4] Center for Disease Control and Prevention. (2013, September 3). CDC VitalSigns - Preventable Deaths from Heart Disease & Stroke. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Retrieved March 7, 2022, from <https://www.cdc.gov/vitalsigns/heartdisease-stroke/index.html>
- [5] Yildirim, O., Talo, M., Ciaccio, E. J., Tan, R. S., & Acharya, U. R. (2020). Accurate deep neural network model to detect cardiac arrhythmia on more than 10,000 individual subject ECG records. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 197, 105740–105751. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105740>
- [6] SNS24. (2020, September 23). Arritmias cardíacas. Retrieved March 11, 2022, from <https://www.sns24.gov.pt/tema/doencas-do-coracao/arritmias-cardiacas/#sec-6>