

## Projeto Laboratórios de Engenharia Biomédica I

### Deteção de Níveis de Ansiedade em Pacientes com Aracnofobia Através de Biossinais

Raul Almeida<sup>1</sup> e Rúben Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>93040, raul.almeida@ua.pt; <sup>2</sup>93203, rubensilvab@ua.pt

**Sumário:** A vida humana é regada por emoções. Neste projeto queremos explorar a resposta psicofisiológica do nosso organismo a uma emoção específica, bem presente na sociedade contemporânea, a ansiedade. Em ordem de satisfazer o nosso objetivo primordial pretende-se, numa primeira fase, processar eletrocardiogramas (ECGs), *galvanic skin responses* (GSRs) e *breathing rates* (BR) extraídos de 2 pacientes com aracnofobia expostos a 16 vídeos de aracnídeos, durante uma sessão de terapia de exposição. Em seguida, com os biossinais processados, o foco passa a ser o estudo dos níveis de ansiedade que cada vídeo provoca nos pacientes. Por fim, com base no estudo dos níveis de ansiedade, é imperativo concluir qual o videoclipe de aracnídeos que mais altera o nível de ansiedade dos pacientes.

**Palavras-chaves:** ansiedade, aracnofobia, pacientes, ECG, GSR, BR, picos, GUI

## I. INTRODUÇÃO

Em meados do século XIX, Soren Kierkegaard escreveu “*The Concept of Anxiety*”, uma obra importantíssima que construiu o conceito de ansiedade. Segundo Kierkegaard ansiedade era um impulso positivo que exprimia a liberdade humana na percepção das nossas escolhas éticas, afastando-nos de cometer pecados e levando-nos a desempenhar funções com excelência. Ao longo dos anos o conceito de ansiedade foi imensamente estudado e foi-se alterando. [1] Atualmente sabe-se que ansiedade é uma resposta natural do nosso organismo ao stress. Uma sensação muito comum, que todos nós sentimos enquanto passamos por situações que nos preocupam e pelas quais estamos ansiosos por que aconteçam, como por exemplo, no nosso primeiro dia de aulas, ou quando temos que comunicar com uma plateia enorme de pessoas. Contudo, sabe-se hoje que muitas pessoas passam por níveis de ansiedade demasiado elevados e duradouros, que contrariando a beneficência da resposta ansiosa que se espera, acabam por interferir e prejudicar a vida da pessoa. Entramos perante o mundo das patologias e transtornos de ansiedade, fortemente estudado pelos profissionais de saúde e de psicologia na sociedade moderna. [2]

Atualmente, são imensos os estudos, artigos e campanhas de saúde que nos rodeiam para nos informar e sensibilizar relativamente aos sintomas e tratamentos de transtornos de ansiedade. Portugal é o segundo país com a mais elevada prevalência de doenças psiquiátricas da Europa, sendo as perturbações de ansiedade as que apresentam uma prevalência mais elevada (16.5%). [3] Conhecem-se várias formas de distúrbios de ansiedade, de cada tipo de ansiedade conhecesse as suas causas, os seus sintomas e os tipos de tratamentos. Os transtornos ansiosos mais comuns entre a sociedade portuguesa e no mundo são: pânico, doença obsessiva compulsiva, fobia e stress pós-traumático. Neste projeto apenas vamos debruçar-nos sobre o estudo de níveis de ansiedade sob a forma de fobia. [2]

Fobia é uma reação excessiva e irracional de medo a um certo lugar, situação ou objeto. A fobia é desencadeada por algo concreto e o seu impacto pode variar entre desconforto a bloqueios mais graves no estilo de vida da pessoa. Muitas vezes associa-se o aparecimento de fobias à genética e às condições do ambiente em que nos inserimos e que vivemos. [4] Um estudo americano conduzido pela ADAA (*Anxiety and Depression Association of America*) concluiu que crianças com relativos próximos que tenham uma perturbação de ansiedade, têm mais probabilidade de desenvolver um tipo de fobia. Ao longo do trabalho vamos focar-nos na aracnofobia. [5]

A aracnofobia provém da composição etimológica das palavras do latim *arachne* e *phobos*, que significam aranha e medo, respetivamente. Como o próprio nome indica, este tipo de fobia corresponde ao medo excessivo de aranhas e outros aracnídeos, como por

exemplo o escorpião. Os sintomas de uma pessoa com aracnofobia encontram-se fortemente estudados pelos profissionais de saúde. Na presença de um aracnídeo, a pessoa vê o seu ritmo cardíaco aumentar, começa a suar, tremer e a ter dificuldade em respirar, é acompanhada de uma sensação de falta de ar e de controle, pode ainda sentir náuseas e vir mesmo a desmaiar. [6]

Felizmente, existe um leque de tratamentos para a aracnofobia. A terapia de exposição é um dos métodos mais eficazes no tratamento desta fobia. Este método consiste em expor um paciente de forma gradual e lenta a uma situação ou objeto que teme, levando-o a aprender a se tornar menos sensível ao longo do tempo. Durante este processo o profissional de saúde monitoriza o estado psicofisiológico do paciente e avalia o seu progresso ao longo das várias sessões. Os sintomas enunciados anteriormente são extremamente importantes de monitorizar em pacientes com aracnofobia, durante as sessões de terapia de exposição. [7] O ritmo cardíaco deverá ser avaliado pelo eletrocardiograma (ECG) do paciente, o suor poderá ser avaliado pela *galvanic skin response* (GSR), que mede a atividade das glândulas sudoríparas na pele da mão do paciente, e a dificuldade na respiração, ou padrão respiratório poderá ser avaliado pela deflexão da caixa torácica sobre o peito quando executa movimentos inerentes à respiração por minuto, em percentagem, *breathing rate* (BR) do paciente.

A base de dados em que recolhemos os dados do nosso projeto diz respeito a um estudo de 5 alemães, que monitorizaram o ECG, o GSR e o BR de 80 pacientes com aracnofobia durante uma sessão de terapia de exposição. Os bio-sinais referidos foram captados dos pacientes através de um equipamento Bitalino *wearable* (produzido por uma equipa de estudantes do IT Lisboa em parceria com a Plux) que os pacientes colocavam, e foram medidos com uma frequência de amostragem de 100Hz.

O funcionamento de cada sessão teve sempre o mesmo molde: os pacientes colocavam o equipamento *wearable*, e de imediato os autores começavam a ler os dados psicofisiológicos do paciente enquanto travavam com o paciente uma breve conversa; depois projetavam um vídeo de demonstração sem aracnídeos de 1 minuto; em seguida projetavam 16 vídeos de 1 minuto cada, com aracnídeos, de forma aleatória; por fim eram dados 5 minutos para o paciente relaxar. Entre cada vídeo perdia-se algum tempo, ou seja, os vídeos não apareciam todos seguidos.

Na base de dados enunciada temos 80 pastas, uma pasta para cada paciente e em cada pasta temos 4 ficheiros. Um ficheiro com os valores do ECG (em mV), outro com informação do GSR (uS), um ficheiro correspondente a BR (%) e um último ficheiro chamado "*triggers.txt*" que guarda os tempos em que cada vídeo foi transmitido. [8]

Nas próximas secções deste trabalho vamos ler o ECG, o GSR e o BR do paciente 3 e 9. Vamos aplicar filtros e processar estes 3 sinais. Depois com os sinais processados vamos avaliar o grau dos sintomas do paciente 3 e 9, ou seja, perceber os níveis de ansiedade que cada vídeo provocou no paciente. Por fim concluir qual dos 16 vídeos perturbou mais os dois pacientes.

## II. DADOS EXPERIMENTAIS - ECG, GSR E BR

### 1.Procedimento:

O procedimento efetuado neste projeto pode ser simplificado pelo seguinte encadeamento de passos:

- Com a função *load* do matlab abriu-se os 3 ficheiros para o paciente 3 e 9 no Matlab e fez-se *plot* dos 3 bio-sinais, ECG, GSR e BR, em função do tempo;
- Segmentou-se cada um dos sinais em 17 partes, cada parte correspondente a um dos 16 videoclipes, mais o videoclipe de demonstração;
- Tratou-se cada um destes segmentos de modo a eliminar ruído e extrair características relevantes próprias de cada bio-sinais (BPM, picos GSR, BR máximo, etc...), que iremos explicar detalhadamente e separadamente nas secções seguintes;

- d. Fez-se um *stem* com os valores que melhor caracterizam ECG, GSR e BR para cada videoclipe, para os dois pacientes;
- e. Criou-se uma interface gráfica, GUI, para facilitar a análise dos níveis de ansiedade dos pacientes;
- f. Analisou-se e estudou-se a alteração dos níveis de ansiedade dos pacientes ao longo da sessão com base no gráfico *stem* respetivo e no GUI desenhado;

Para a melhor compreensão do nosso projeto e a sua metodologia, segue-se uma análise pormenorizada acerca do tratamento de cada um dos biossinais (ECG, GSR e BR), onde faremos o levantamento de todos os filtros, funções e conceitos teóricos em que nos baseamos para os tornar mais relevantes e propícios a cumprirmos os objetivos propostos com este trabalho.

## 2.Eletrocardiograma (ECG):

O eletrocardiograma (ECG) é a soma de todos os potenciais de ação que são transmitidos ao longo do coração. Estes potenciais de ação produzem correntes elétricas na superfície do corpo que podem ser lidas com a colocação de elétrodos. Assim, estes vão ser capazes de detetar pequenas variações de voltagem provocadas pelo músculo cardíaco.

O ECG permite relacionar eventos elétricos com eventos mecânicos. Com isto, o ECG é um meio de diagnóstico extremamente utilizado e valioso para identificar várias anomalias cardíacas já que não é invasivo e é fácil de registar.

O ECG normal consiste em uma onda P, um complexo QRS e uma onda T (Fig.1 no anexo). A onda P assinala o início da contração auricular. O complexo QRS é composto de três ondas: a onda Q, a onda R e a onda S e assinala o início da contração ventricular. A onda T representa a repolarização dos ventrículos e precede o relaxamento ventricular.

Através do ECG podemos extrair informações relevantes para o nosso trabalho, como o batimento cardíaco por minuto (BPM) ou a variabilidade do ritmo cardíaco (HRV). O BPM representa o número de batimentos cardíacos por minuto e pode ser facilmente calculado sabendo quantos picos R ocorreram em 1 minuto. A variabilidade do ritmo cardíaco representa a duração temporal entre cada onda R. Numa pessoa que sofre de ansiedade o BPM será mais elevado enquanto que, conseqüentemente o HRV será menor.

Com o objetivo de extrair estas informações dos nossos pacientes, procedeu-se aos 2 primeiros passos descritos anteriormente no procedimento. Seguidamente, para cada uma das 17 partes representativas de cada vídeo, processamos o sinal da seguinte forma:

### 2.1-Aplicação do Bloco do Algoritmo Pan-Tompkins

De modo a extrair o BPM e HRV utilizamos o algoritmo de Pan-Tompkins estudado nas aulas [9]. Este algoritmo irá realçar o complexo QRS de modo a ser mais fácil estudar o sinal e retirar as informações previamente mencionadas. Este algoritmo é constituído por um bloco de filtros em cascata, em que a saída de cada filtro serve de entrada para o filtro seguinte (Fig.2).

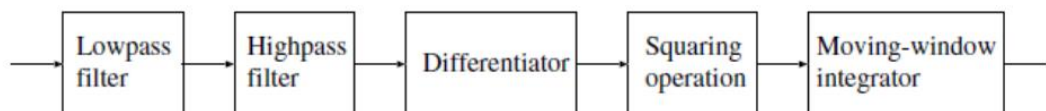


Fig.2-Representação do Bloco Pan-Tompkins para detetar complexo QRS , retirado de [https://elearning.ua.pt/pluginfile.php/877189/mod\\_resource/content/3/LabFiltrosECG2019.pdf](https://elearning.ua.pt/pluginfile.php/877189/mod_resource/content/3/LabFiltrosECG2019.pdf)

Esta cascata de filtros é elaborada da seguinte forma:

- Passa Baixo

O primeiro filtro a ser utilizado e aplicado diretamente ao sinal original é um passa baixo com a seguinte função de transferência:

$$H_{low}(z) = \frac{1}{32} \frac{(1 - z^{-6})^2}{(1 - z^{-1})^2}$$

Este filtro apresenta uma frequência de corte de, aproximadamente, 11 Hz e vai eliminar as frequências mais altas. No entanto este filtro foi desenvolvido para um sinal amostrado a uma frequência de 200 Hz. Deste modo desenvolvemos um filtro novo para o nosso sinal com o Filter Designer (*Passa\_Baixo\_ecg.m*). Este filtro é de ordem 100 e apresenta a mesma frequência de corte suposta pela função de transferência anterior.

- Passa Alto

De seguida aplicamos um passa alto à saída do sinal anterior com a seguinte função de transferência:

$$H_{high}(z) = z^{-16} - \frac{1}{32} \frac{(1 - z^{-32})}{1 - z^{-1}}$$

Este filtro apresenta uma frequência de corte a rondar os 5 Hz e irá cortar todas as frequências abaixo de 5 Hz. Do mesmo modo que o filtro anterior, desenvolvemos um filtro novo para o nosso sinal com o Filter Designer (*Passa\_Alto\_ecg\_ord100.m*). Até agora, ao aplicarmos estes filtros em cascata, acabamos por desenvolver uma espécie de passa banda [5-11] Hz que basicamente irá remover as frequências do sinal que não estão incluídas neste intervalo. O desenvolvimento desta cascata é benéfico porque irá reduzir a influência de várias interferências como: a do músculo cardíaco, a interferência de rede elétrica de 60 Hz ou a interferência da onda T.

- Diferenciador

De seguida o sinal proveniente da cascata anterior é diferenciado para obtermos informação sobre o declive do complexo QRS. Utilizamos assim a seguinte função de transferência:

$$H(z) = 1/8 (2 + z^{-1} - z^{-3} - 2z^{-4})$$

- Função Quadrada

Depois da diferenciação elevamos o sinal resultante ao quadrado de modo a tornar todo o sinal positivo e realçar as mais altas frequências (representativas do ECG):

$$y[n] = (x[n])^2$$

- Média deslizante

Finalmente fizemos a média de N amostras consecutivas ao longo do sinal obtido para obter informação da forma de onda conjuntamente com o declive da onda R. É calculado da seguinte forma:

$$y[n] = \frac{1}{N} (x[n] + x[n-1] + \dots + x[n-(N-1)])$$

A janela correspondente a N amostras precisas de ter um comprimento equivalente ao complexo QRS (150 ms). Através da nossa frequência de amostragem de 100 Hz foi obtido o valor de N=15 de modo empírico.

Implementamos este bloco de filtros em Matlab separando o numerador e o denominador da função de transferência de cada um dos filtros. Utilizamos o comando *filtfilt* ao invés do *filter* para não ocorrer atraso de amostras entre a entrada e a saída do sinal. Criamos duas funções: *Pan\_Tompkins.m* e *Pan\_TompkinsDIF.m*. A primeira contém o código que utilizamos na aula e a segunda possui o código com as alterações dos filtros passa-baixo e passa-alto mencionadas em cima. Com isto será possível comparar a eficácia de cada uma das maneiras diferentes do bloco de Pan Tompkins.

Obtivemos o sinal para a saída do bloco representado na Fig. 3 do anexo.

## 2.2-Cálculo do Batimento cardíaco por minuto (BPM)

Através da saída do bloco de Pan-Tompkins foi possível calcular o batimento cardíaco. O algoritmo de Pan-Tompkins conseguiu realçar o complexo QRS, nomeadamente os picos R. Deste modo utilizou-se o comando *findpeaks* para encontrar os máximos locais com uma distância mínima (*'MinPeakDistance'*) de 60 amostras para o paciente 3 e 50 para o paciente 9 de maneira a encontrar apenas os picos R. Este valor foi obtido empiricamente sendo aquele que nos pareceu obter melhores resultados.

Com isto, extraídas as coordenadas dos picos, calculamos o BPM, encontrando o número total de picos R (batimentos) com o comando *length* e dividindo pela duração em segundos em que estes ocorreram. A este resultado acresce uma multiplicação por 60 para corresponder aos batimentos por minuto. Podemos observar a deteção dos picos na Fig.4 no anexo.

Verificamos que, por vezes, existe deteção de mais ou menos um falso batimento cardíaco em certos vídeos. No entanto, o nosso objetivo não é ter uma elevada precisão na deteção destes batimentos, mas sim ter uma boa estimativa do batimento cardíaco para poder comparar entre vídeos. Existem formas muito mais precisas com algoritmos extremamente sofisticados, mas não é esse o objetivo deste trabalho.

## 2.3-Cálculo da variabilidade do ritmo cardíaco (HRV)

Como referido previamente a HRV é a duração temporal entre 2 picos R. Assim, sabendo os tempos em que ocorreram os respectivos picos R, apenas agrupamos todos esses tempos numa matriz e aplicamos o comando *diff* para calcular a diferença entre um valor e o seu valor adjacente. Deste modo, faz-se a média de todas estas diferenças temporais e consideramos o HRV médio em cada parte correspondente a cada vídeo.

## 3.Galvanic Skin Response (GSR):

Tal como definimos na introdução, GSR diz respeito à resposta galvânica da pele, clarificando, refere-se às mudanças na atividade das glândulas sudoríparas. A alteração da atividade das glândulas sudoríparas, por sua vez, reflete a intensidade do nosso estado emocional, também conhecido como excitação emocional. [10]

Ora, sabe-se que o nível de excitação emocional muda em resposta ao ambiente em que estamos concretizando, sabe-se que se algo for assustador, ameaçador, alegre ou de outra forma emocionalmente relevante, então há uma mudança subsequente na resposta emocional que leva a um aumento da atividade das glândulas sudoríparas écrinas, e, portanto, leva ao aumento de suor. O sinal GSR não é representativo do tipo de emoção, mas da intensidade dela. Estas mudanças significativas na atividade GSR que acontecem em resposta a um estímulo são conhecidas como picos GSR. Aos outros picos na atividade GSR que não estão relacionados à resposta de um estímulo são referidos como, respostas de condutância da pele sem estímulo bloqueado (NS-SCR). Neste trabalho por uma questão de dificuldade de processamento vamos considerar picos NS-SCR, que poderão ser uma possível fonte de erro. Ao usar os valores de condutância da pele médio (média de valores



de picos GSR com o contributo dos picos NS-SCR), ou o número de picos GSR, é possível estudar o nível emocional de um paciente. [11]

No GSR extraído de cada paciente e característico de cada videoclipe interessa calcular o número de picos GSR e a média dos seus valores (em uS). Para tal utilizou-se a função *findpeaks*. Com os valores de picos de GSR obtidos, calculou-se a média do valor desses picos para cada videoclipe, utilizando o comando *mean*, e o número de picos calculou-se pelo comando *length*.

Antes do cálculo da média dos picos de GSR e do número de picos, é preciso aplicar um filtro de forma a remover o ruído de altas frequências. O filtro utilizado é um filtro passa-baixo do tipo IIR Butterworth, com ordem 2 e frequência de corte 1.5 Hz. A ordem selecionada visa a melhor filtragem e proteção do sinal, de acordo com a revisão de literatura por nós feita. [12]

#### 4. Breathing rate (BR):

A respiração também pode ser afetada por estímulos emocionais e é conhecida como um excelente indicador de ansiedade, como abordamos na introdução. BR é nada mais nada menos, que o número de movimentos respiratórios efetuados por um indivíduo por minuto. Semelhante à frequência respiratória, que aumenta conforme os níveis de ansiedade aumentam, a BR também sofre um aumento nas condições enunciadas. Levando à hiperventilação em casos extremos. O BR diminui com o relaxamento. Interessa com o BR monitorizar os padrões respiratórios do paciente com aracnofobia. [12] Esta monitorização pode ser feita de várias formas, neste projeto optamos pela avaliação da deflexão do piezo sensor integrado no equipamento wearable e colocado sobre o peito do paciente. Este método de monitorização é bastante atraente pela aquisição de dados com ruído muito baixo. Os valores medidos encontram-se em percentagem e variam entre -50% a 50%. Quanto mais alto for o valor em módulo do BR, maior o movimento de deflexão do peito, e portanto, maior o esforço e ansiedade do paciente. [13]

Apesar do método utilizado para extrair informação sobre o padrão respiratório de cada paciente com um piezo sensor induzir pouco ruído, vamos aplicar um filtro passa-banda, com frequências de corte 0.1Hz-24 Hz de forma a eliminar o ruído de altas frequências do sinal. Depois de aplicar o filtro, com recurso à função do Matlab *findpeaks* obtemos os picos máximos e os respectivos valores em percentagem. Somando o número de picos do BR de cada videoclipe temos o número de vezes que o paciente movimentou a caixa torácica para respirar e podemos descobrir o valor máximo desses picos. Fazemos esta análise para o BR de cada videoclipe para depois comparar o esforço respiratório efetuado pelo paciente em cada um dos vídeos. Quanto mais alto o valor máximo desses picos, e quanto maior o número de picos obtidos, maior o esforço respiratório do paciente e, por conseguinte, mais alto o nível de ansiedade do paciente. [12]

### III. RESULTADOS E ANÁLISE

Primeiramente verificamos que, para o cálculo do BPM, ao utilizar as funções *Pan\_Tompkins.m* e *Pan\_TompkinsDIF.m*, com as diferenças mencionadas anteriormente, não se verificou grandes mudanças para o paciente 3. No entanto, no que diz respeito ao Paciente 9, já se nota algumas diferenças. Isto deve-se ao facto da existência de mais ruído no ECG do paciente 9. Compreendeu-se que a função *Pan\_TompkinsDIF.m* será mais benéfica para eliminar o ruído. Com isto decidimos apresentar os resultados com a nova função, no entanto podemos facilmente ver os resultados para a função original, mudando o nome da função chamada no algoritmo.

Os resultados que obtivemos para os dois pacientes são bastantes distintos um do outro. De forma a facilitar a visualização das diferenças entre níveis de ansiedade de cada paciente e de cada videoclipe, criamos uma interface gráfica (GUI) para cada um dos pacientes, onde podemos visualizar o *plot* do ECG, GSR e BR processados para cada videoclipe, assim como visualizar os valores obtidos para o batimento cardíaco médio, a média dos valores dos picos GSR e o valor máximo de BR (Fig.5 disponível no anexo).

Além do GUI, baseámos a nossa análise num *stem* (Fig.6 e Fig.7 disponíveis no anexo) que consiste em ter no eixo dos y os valores obtidos para o batimento cardíaco médio, a média dos valores dos picos GSR e o valor máximo de BR e no eixo das coordenadas o número de cada videoclipe, sendo o videoclipe 0 o correspondente ao videoclipe de demonstração.

Analisando o GUI e o gráfico *stem* descrito do paciente 3, verifica-se que, no videoclipe 5 o paciente atingiu o valor mais alto de batimento cardíaco por minuto, o valor mais alto de HRV, o valor mais alto de pico gsr e mais alta média de nível de condutância na pele, e ainda o valor mais alto de pico de BR. Logo o videoclipe 5 foi o mais perturbador para o paciente 3, ou seja, o vídeo que levou o paciente a um nível de ansiedade mais elevado. Nalguns outros vídeos verifica-se também um aumento de uma das variáveis em relação ao valor de referência (valor perto de videoclipe de demonstração) que correspondem a níveis de ansiedade média, como se verifica no videoclipe 6. Ao contrário do que seria de esperar, os valores registados para o videoclipe 0 (videoclipe de demonstração) não foram os mais baixos, isto poderá estar relacionado com algum nervosismo do paciente face à incerteza de como correria a sessão de terapia e ao peso psicológico da seriedade de um ambiente clínico.

No caso do paciente 9 (Fig.7 no anexo), os resultados foram mais inconclusivos, isto porque não se verifica efetivamente um máximo simultâneo dos vários valores calculados muito distantes do nível de referência (o nível de referência mais uma vez assume-se ser perto dos valores obtidos para o videoclipe 0, videoclipe de demonstração) e dos outros vídeos. No entanto, poderemos considerar que o videoclipe 16 foi o que contribuiu mais para o aumento do nível de ansiedade do paciente 9. Verifica-se ainda que o videoclipe 5 corresponde a uma indução de um nível de ansiedade intermédio ao paciente 9, que contraria o resultado obtido para o paciente 3. Constatou-se ainda que o paciente 9 estava bastante mais ansioso do que o paciente 3 pois, além do BPM ser muito mais elevado, também se verificaram bastantes mais oscilações no gráfico de BR em curtos intervalos de tempo.

A diferença clara que observamos para o videoclipe mais assustador para os dois pacientes poderá ser fundamentada de várias formas. Por um lado, a percepção do medo varia de contexto social e cultural, e, portanto, é uma vivência muito própria de cada pessoa como ser social e inserido em determinado contexto. Como não temos quaisquer dados em relação ao contexto social e cultural dos pacientes, não conseguimos com certeza garantir que o videoclipe mais assustador para um paciente deveria ser o mais assustador para o outro paciente. Em Portugal, por exemplo, não se conhecem escalas de avaliação de medo da própria sociedade. [14]

Por outro lado, há várias possíveis fontes de erro associadas à metodologia seguida: a consideração dos picos NS-SCR no GSR, que poderíamos resolver talvez com a aplicação de cálculos mais complexos e que tratassem de os eliminar; a consideração do nível de referência de todas as medidas calculadas como os valores obtidos para o videoclipe de demonstração, que poderá não corresponder de facto ao nível mais baixo de ansiedade do paciente, ou seja, o nível máximo de relaxação. Talvez se deveria considerar como nível de referência valores calculados a partir dos últimos segundos dos 5 minutos finais de descanso da sessão; erros associados à incerteza de leitura do equipamento *wearable* usado

para ler o ECG, o GSR e o BR dos dois pacientes; as soluções de filtros escolhidas podem não ser as melhores possíveis, com isto não estamos a descredibilizar o processamento por nós realizado, mas sim a abrir espaço para avanços e melhorias no código, que acompanhem os avanços dos estudos feitos na área dos níveis de ansiedade de aracnofóbicos.

Contudo, os dois pacientes, independentemente de se sentirem mais ansiosos para vídeos diferentes, apresentam desvios de níveis de ansiedade ao longo da sessão, atingindo níveis de ansiedade muito elevados, no caso do paciente 3 para o vídeo 5 e no caso do paciente 9 para o vídeo 16, assim como níveis de ansiedade elevados e intermédios. Quer isto dizer que os dois pacientes ainda se encontram no início do processo de terapia, com um longo percurso por atravessar, sempre com o objetivo e esperança de aprenderem a controlar os níveis de ansiedade perante um aracnídeo.

#### IV. CONCLUSÕES

Em suma, com este trabalho conseguimos estudar e monitorizar com relevo a resposta psicofisiológica de dois pacientes com aracnofobia, ao longo de uma sessão de terapia de exposição, através do processamento de ECGs, GSRs e BRs em Matlab.

Ambos os pacientes ainda apresentam uma fraca capacidade de controlo sobre os seus níveis de ansiedade confrontados com aracnídeos, pelo que ainda precisam de mais ajuda médica e mais sessões de terapia de exposição, ou outra forma de tratamento.

Concluimos ainda que, para o paciente 3 o vídeo 5 foi o que mais elevou o seu nível de ansiedade, enquanto para o paciente 9 o vídeo 16 foi o que mais aumentou o nível de ansiedade. Desta forma entregamo-nos à subjetividade da perceção do medo entre os pacientes em estudo e aos possíveis erros cometidos na metodologia proposta, que interferem no resultado esperado, que seria obter um único vídeo mais perturbador.

#### V. REFERÊNCIAS

- [1] J. M. Twenge, T. E. Joiner, M. L. Rogers, and G. N. Martin, "Increases in Depressive Symptoms, Suicide-Related Outcomes, and Suicide Rates Among U.S. Adolescents After 2010 and Links to Increased New Media Screen Time," *Clin. Psychol. Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 3–17, Jan. 2018.
- [2] "Anxiety: Causes, Symptoms, Treatment, and More." [Online]. Available: <https://www.healthline.com/health/anxiety>.
- [3] "Perturbação Mental em Números | SPPSM." [Online]. Available: <https://www.sppsm.org/informemente/guia-essencial-para-jornalistas/perturbacao-mental-em-numeros/>.
- [4] "Phobias: Causes, Types, Treatment, Symptoms & More." [Online]. Available: <https://www.healthline.com/health/phobia-simple-specific#causes>.
- [5] "Facts & Statistics | Anxiety and Depression Association of America, ADAA." [Online]. Available: <https://adaa.org/about-adaa/press-room/facts-statistics>.
- [6] "Arachnophobia: Causes, symptoms, and treatment." [Online]. Available: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/arachnophobia>.
- [7] "What Is Exposure Therapy?" [Online]. Available: <https://www.apa.org/ptsd-guideline/patients-and-families/exposure-therapy>.
- [8] "Electrocardiogram, skin conductance and respiration from spider-fearful individuals watching spider video clips v1.0.0." [Online]. Available: <https://physionet.org/content/ecg-spider-clip/1.0.0/>.



- [9] J. Pan and W. J. Tompkins. A real-time QRS detection algorithm. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, BME-32(3):230–236, March 1985.
- [10] V. N. Salimpoor, M. Benovoy, G. Longo, J. R. Cooperstock, and R. J. Zatorre, “The Rewarding Aspects of Music Listening Are Related to Degree of Emotional Arousal,” *PLoS One*, vol. 4, no. 10, p. e7487, Oct. 2009.
- [11] “What is GSR (galvanic skin response) and how does it work? - iMotions.” [Online]. Available: <https://imotions.com/blog/gsr/>.
- [12] Ihmig, F. R., Gogeaşcoachea H., A., Neurohr-Parakenings, F., Schäfer, S. K., Lass-Hennemann, J., & Michael, T. (2020). On-line anxiety level detection from biosignals: machine learning based on a randomized controlled trial with spider-fearful individuals. *PLoS ONE*, in press
- [13] A. Rasheed et al., “An active self-driven piezoelectric sensor enabling real-time respiration monitoring,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 14, pp. 1–10, 2019.
- [14] J. Batista and Freitas-Magalhães, “Escala de Percepção do Medo: Primeiro estudo de Construção e Validação na População Portuguesa,” *Rev. da Fac. Ciências da Saúde*, vol. 6, pp. 428–438, 2009.

## ANEXO

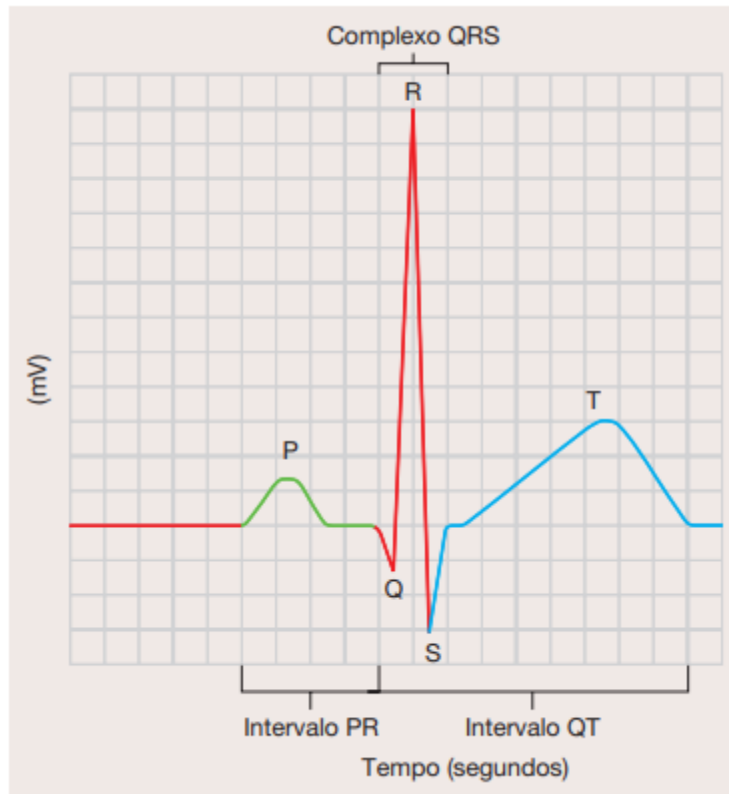


Fig.1-Eletrocardiograma e as suas formas de ondas, retirado de *Anatomia e Fisiologia de Seeley*, Capítulo 20.

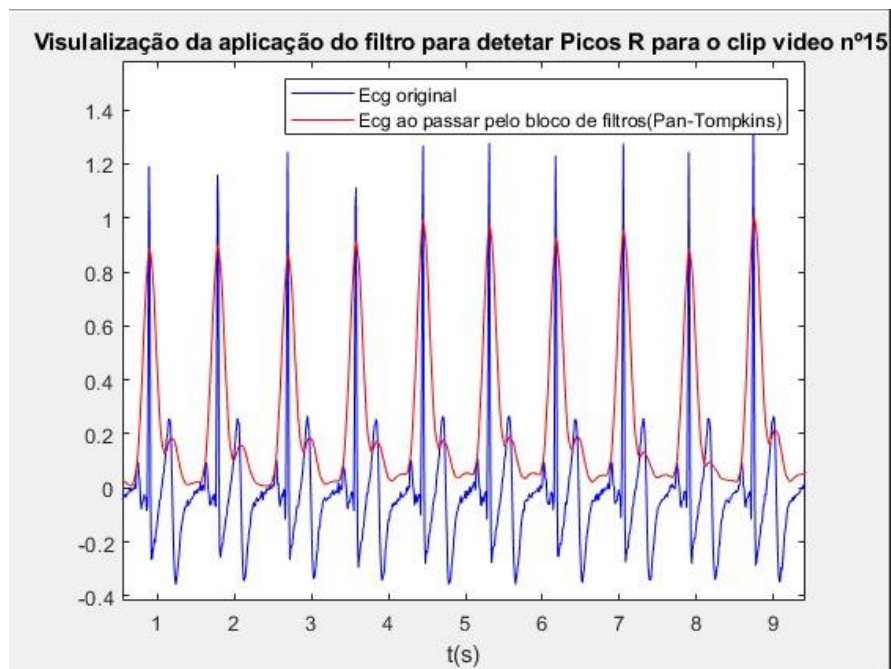


Fig.3-Aplicação do bloco de Filtros Pan-Tompkins para o vídeo nº 15 do paciente 3

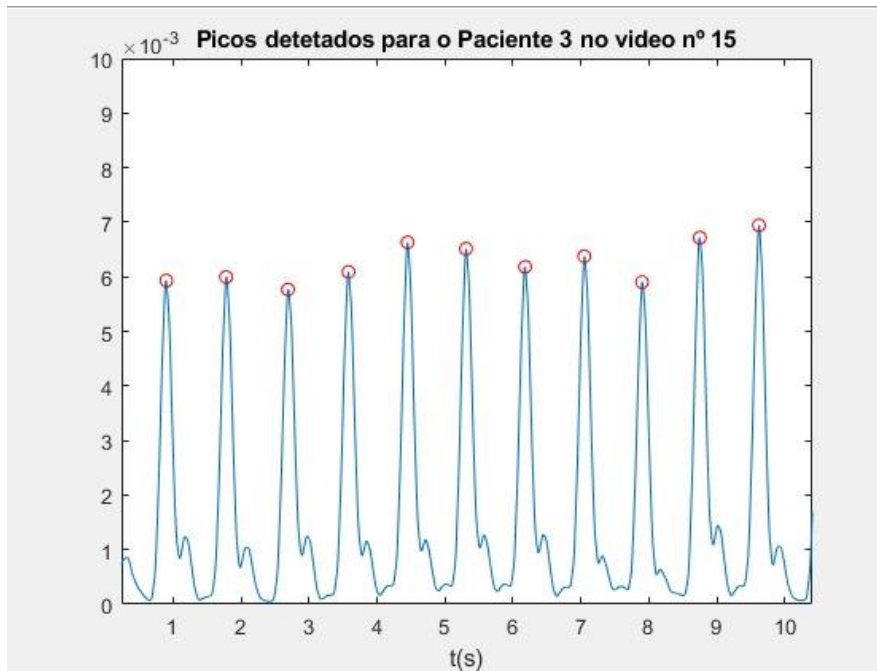


Fig.4-Deteção dos picos R para cálculo de BPM e HRV para o paciente 3 no vídeo nº5

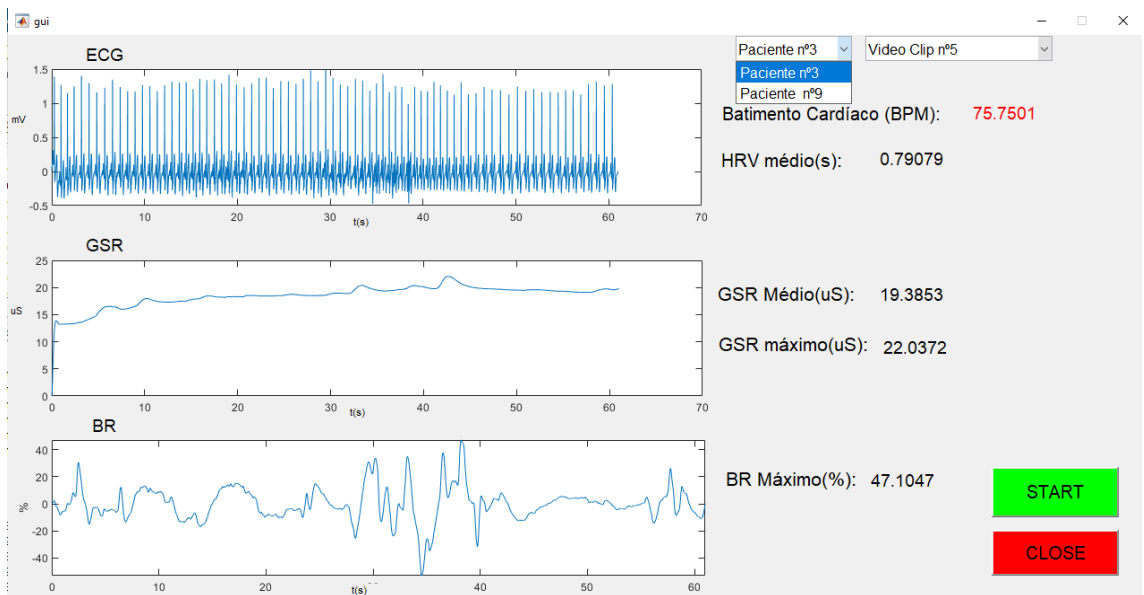


Fig.5-Interface gráfica para visualização dos biosinais e apresentação de valores retirados.

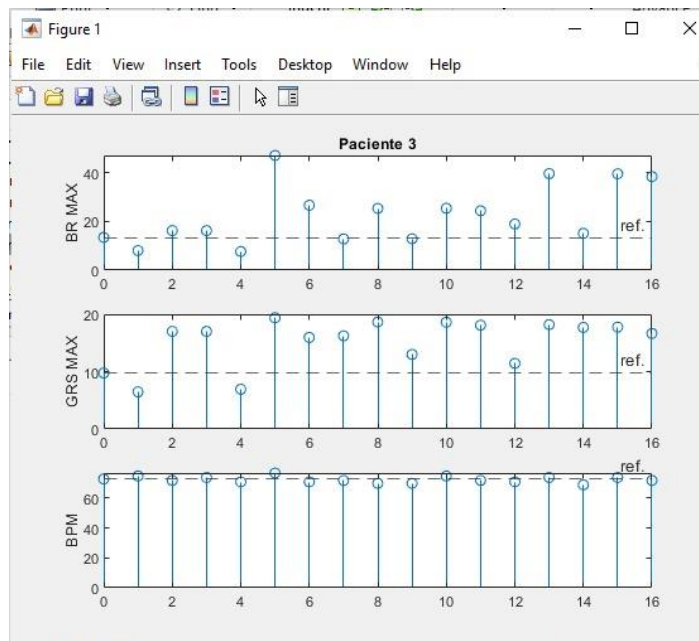


Fig.6-Valores para o BPM, GRS máximo e BR máximo para o Paciente 3

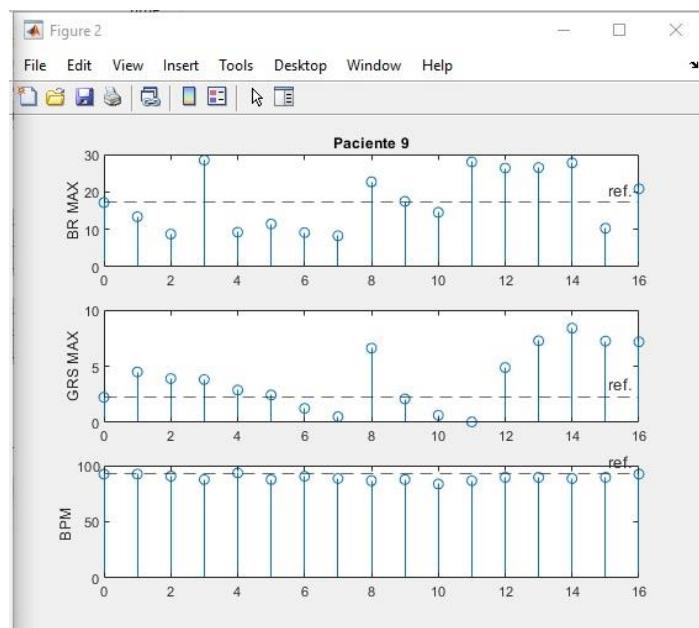


Fig.7-Valores para o BPM, GRS máximo e BR máximo para o Paciente 9