

Informática Médica



BIOPOTENCIAS E MEDIDAS FISIOLÓGICAS

Eletromiografia

Fernando José Dias Costa nº 13274

José André Gomes Pinto nº 13273

Nuno Filipe Vieira da Silva nº 14164

Índice

Introdução	3
Ferramentas Utilizadas	4
1 - Introdução e Pesquisa	5
1.1 Fenómenos fisiológicos monitorizados	5
1.2 Traçado/valores esperados para EMG	5
1.3 Relevância e interpretação clínica	6
2 - Trabalho Experimental	7
2.1 Hipótese a testar e Desenho e metodologia experimental	7
2.2 Solução de hardware e software (Programação II)	9
3 - Resultado e Conclusões	18
3.1 Resultados obtidos	18
3.2 Análise estatística	21
3.3 Discussão face aos resultados esperados	35
Bibliografia e Web grafia	36
Conclusão	37

Introdução

No âmbito das unidades curriculares de Programação II, Bioeletricidade e Bioestatística do primeiro semestre do segundo ano curricular do curso de Informática Médica do Instituto Politécnico do Cavado e do Ave, no ano letivo 2017/2018 foi-nos proposto, pelas referidas unidades curriculares, a elaboração de um projeto conjunto denominado de “Biopotenciais e Medidas Fisiológicas”.

Este trabalho surge no contexto de avaliação continua de cada unidade curricular, sendo esta avaliação composta pelos testes e por este trabalho prático. Com este projeto prático pretendemos colocar em prática e aprofundar todos os nossos conhecimentos adquiridos nas aulas de cada unidade curricular, nomeadamente, de Programação II utilizando a linguagem de programação C#, de Bioestatística utilizando o software SPSS e por último, mas não menos importante, de Bioeletricidade colocando em prática todo o conhecimento adquirido nas aulas utilizando o recetor de sinais Bitalino.

O projeto elaborado e executado pelo grupo, tem como objetivo principal elaborar um desenho experimental para um teste de hipóteses acerca de um biopotencial ou medida fisiológica, com relevância clínica, sendo que foi escolhido por unanimidade do grupo, realizar o exame Eletromiografia, EMG.

Em cada respetiva unidade curricular foram tomados em conta os principais objetivos apontados pelos respetivos docentes de cada unidade curricular, de modo a elaborar o trabalho prático da melhor forma e que este seja uma mais valia para trabalhos futuros e também para uma futura vida profissional.

Este trabalho encontra-se dividido em três partes, na primeira elaboramos um apanhado de pesquisas acerca do biopotencial escolhido, na segunda parte, descrevemos o trabalho experimental e por ultimo, mas não menos importante temos uma parte de reflexões acerca dos resultados obtidos e as respetivas conclusões.

Ferramentas Utilizadas

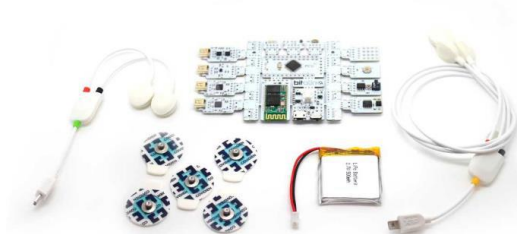


Figura 1 – Bitalino Broad Kit BT



Figura 2 – Software OpenSignals

Bitalino Broad Kit BT, é uma plataforma de aquisição de sinais fisiológicos, sem fios e alimentada por bateria. Esta plataforma foi desenvolvida com o propósito da exploração de bio-sinais e monitorização fisiológica.

OpenSignals, é um software para a visualização em tempo real de bio-sinais, capaz de interação direta com a placa Bitalino. A funcionalidade central inclui a aquisição de dados do sensor a partir de múltiplos canais e dispositivos, visualização e gravação de dados, bem como o carregamento de sinais pré-gravados.

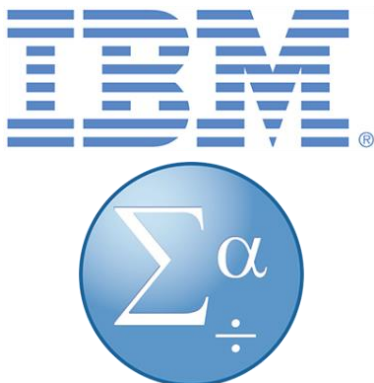


Figura 3 – Software SPSS

SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), é um software de organização de dados e análise estatística de simples utilização. Através da seleção de opções em menus e caixas de diálogo, permite a realização de análises estatísticas desde as mais simples até às mais complexas e elaboradas.



Figura 4 – Software Visual Studio

Microsoft Visual Studio, é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) da Microsoft para desenvolvimento de software especialmente dedicado ao .NET Framework e às linguagens Visual Basic (VB), C, C++, C# e J#.

1 - Introdução e Pesquisa

1.1 Fenómenos fisiológicos monitorizados

Eletromiografia é literalmente o escrever/registar a atividade elétrica muscular. Esta técnica utiliza elétrodos de superfície para avaliar a capacidade de as células nervosas transmitirem sinais elétricos.

Quando utilizamos a palavra eletromiografia em sentido lato queremos referir-nos ao estudo da atividade elétrica dos músculos e nervos. Quando os músculos estão ativos produzem uma corrente elétrica significativa.

Este registo da atividade eletromiográfica permite a investigação dos músculos que são utilizados em determinado movimento, o nível de ativação muscular durante a execução do movimento, a intensidade e duração da solicitação muscular, além de possibilitar avaliações relativas à fadiga muscular.

No fundo, trata-se de um método de registo dos potenciais elétricos gerados nas fibras musculares em ação.

1.2 Traçado/valores esperados para EMG

Em termos de valores esperados para a eletromiografia, temos que:

Em repouso, o tecido muscular normal é eletricamente inativo. Depois de concluída a inserção de agulhas para a realização do exame, o eletromiógrafo não deverá captar qualquer atividade muscular espontânea anormal, uma vez que o tecido muscular em repouso é praticamente inativo, mas durante a inserção das agulhas irá ser gerada uma atividade elétrica causada por essa inserção.

Quando o músculo é contraído voluntariamente, começam a surgir os potenciais de ação. À medida em que a força de contração é aumentada, mais e cada vez mais fibras musculares produzem potenciais de ação. Quando o músculo se encontra completamente contraído, deverão ser observados grupos desordenados de potenciais de ação com ritmos e amplitudes variadas (padrão de interferência e recrutamento completo).

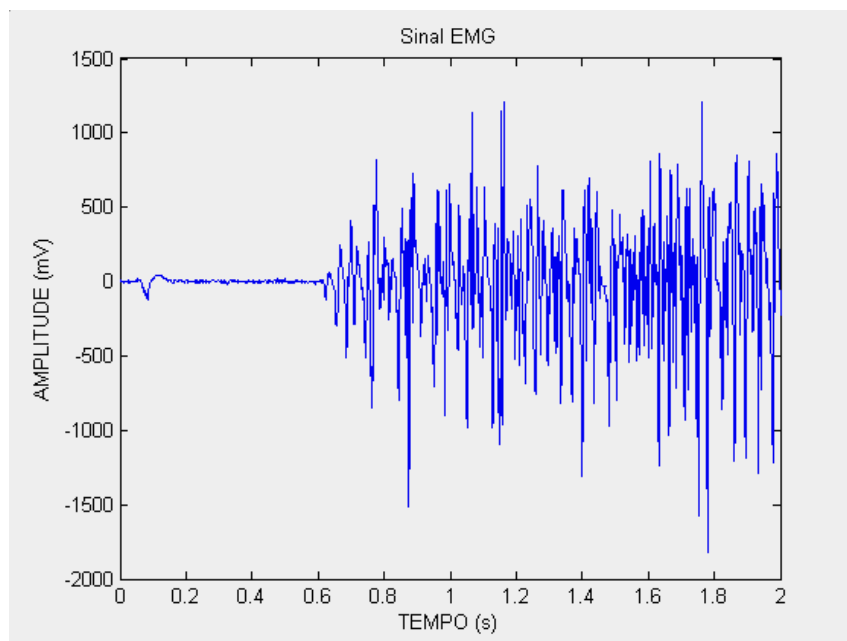


Figura 5 – Sinal eletromiográfico

Como podemos reparar no sinal eletromiográfico ilustrado acima, dá para distinguir perfeitamente quando a atividade elétrica muscular é praticamente inativa e quando existe atividade elétrica muscular. Conseguimos ver também os grupos desordenados de potenciais de ação resultantes da contração muscular.

1.3 Relevância e interpretação clínica

A Eletromiografia pode ser útil na deteção de atividade elétrica muscular anormal, o que pode ocorrer em muitas patologias e condições, sejam elas com sede primariamente no músculo ou secundárias a lesões dos respetivos nervos tributários.

O exame eletromiográfico geralmente é requisitado por queixas de diminuição de força, ou por queixas sensitivas (dor, diminuição, ou perversão da sensibilidade num dado território). Serve igualmente para detetar uma efetiva fraqueza muscular por oposição a uma fraqueza condicionada por dor ou problemas motivacionais, ou ainda secundária a uma lesão do Sistema Nervoso Central.

O processo de realização de uma Eletromiografia envolve a inserção de eléctrodos de agulha no músculo a estudar, de forma a medir a atividade elétrica. Esta atividade é visualizada num osciloscópio e é também avaliada auditivamente através de um microfone.

Uma vez que os músculos esqueléticos são geralmente extensos, poderá ser necessário, em alguns casos, a inserção de mais do que uma agulha (colocação do elétrico) em mais do que um local de modo a obter uma eletromiografia mais eficaz e informativa.

Concluído a colocação dos elétricos e do estudo em repouso, o paciente é requisitado para contrair o músculo (por exemplo, dobrar a perna ou o braço).

O estudo das velocidades de condução nervosa constitui um procedimento realizado normalmente numa eletromiografia. Neste teste, o nervo é estimulado eletricamente e a resposta é registada através de elétricos de registo, numa estrutura-alvo. O tempo decorrido entre o estímulo e a resposta denomina-se latência. A diferença de latência entre respostas correspondentes a estímulos em diferentes locais do tronco nervoso permite, ao funcionar como divisa da distância entre os dois pontos, calcular a velocidade de condução do nervo nesse segmento (expressa em m/s). Uma diminuição nesta velocidade pode corresponder a patologia nervosa. As velocidades de condução podem ser usadas para detetar lesões nervosas periféricas (como por exemplo uma polineuropatia).

Um fator importante durante a realização da eletromiografia, é a temperatura corporal do paciente, uma vez que uma temperatura baixa pode diminuir a condução nervosa, por este motivo deve ser mantida uma temperatura constante e a um nível adequado.

2 - Trabalho Experimental

2.1 Hipótese a testar e Desenho e metodologia experimental

→ **Influência do exercício físico no estudo eletromiográfico dos bíceps**

No trabalho experimental que o grupo se propôs a realizar, o EMG, vamos realizar algumas hipóteses que serão analisadas estatisticamente no desenrolar do trabalho prático, mas todas essas hipóteses derivam apenas de uma, a influência do exercício físico nos dados obtidos de um estudo eletromiográfico a um determinado músculo, os bíceps.

Para a realização deste trabalho, nós, grupo, decidimos realizar dois testes, sendo eles:

- Realização de uma eletromiografia em repouso;
- Realização de um estudo eletromiográfico mediante esforço físico;

Com a necessidade de realizar um estudo com esforço físico, decidimos realizar estes testes mediante o levantamento de um peso de 5Kg, fazendo desse modo uma contração muscular como é demonstrado na figura abaixo.

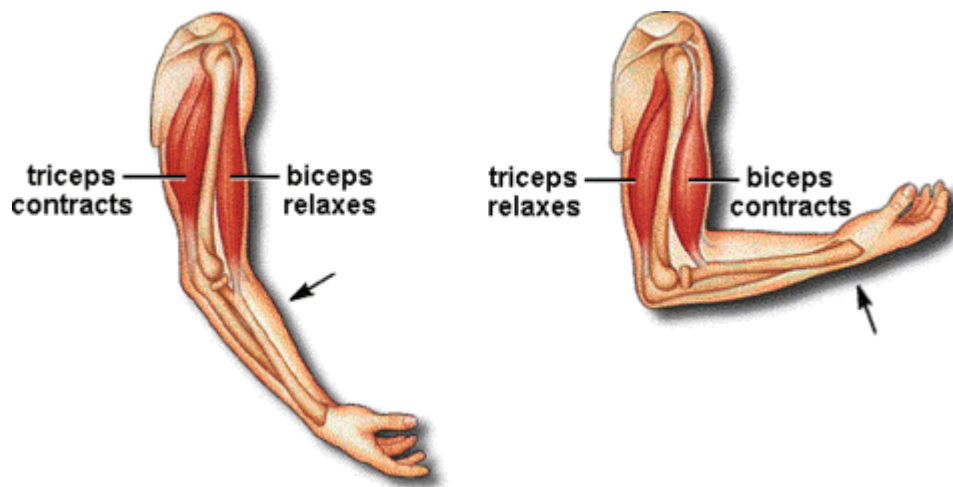


Figura 6 – Exercício efetuado para obtenção de testes

Como demonstra a figura 6, foram realizados dois testes, um com o músculo relaxado e outro como já foi afirmado com o músculo em contração.

Para recolher os dados eletromiográficos, foram utilizados 3 sensores existentes no *Bitalino Broad Kit BT*, sendo que estes foram posicionados de modo a obter o sinal correto do EMG (Ground – na parte superior do pulso, Positivo e Negativo – no músculo). Este processo foi estandardizado para todos os dados recolhidos, sendo que também foi sempre usado o braço esquerdo do indivíduo analisado.

Por sua vez, para analisar os dados recolhidos pela plataforma *Bitalino*, calculamos a média dos dados recolhidos (em microvolts), para comparar os resultados obtidos entre os vários exames efetuados.

Juntamente com a recolha dos dados obtidos pela plataforma *Bitalino*, foram também recolhidos dados acerca dos inquiridos, sendo eles, a idade, o género, o peso, a altura, que posteriormente serão apenas uma variável transformada no IMC (Índice de massa corporal) e por último se pratica frequentemente desporto ou não. Todas estas variáveis servirão posteriormente para fazer uma análise estatística dos resultados obtidos.

2.2 Solução de hardware e software (Programação II)

Na unidade curricular de Programação II, foi-nos proposto o desenvolvimento de um software capaz de ler dados, em tempo real, da plataforma *Bitalino Broad Kit BT*, isto, dados do respetivo biopotencial escolhido pelo grupo, um software capaz de receber e guardar dados dos indivíduos inquiridos para a realização do respetivo teste, exportar os dados recolhidos para o software SPSS para uma posterior análise estatística dos mesmos, um software também capaz de apresentar os dados recolhidos num formato de gráfico para o utilizar e que todo este software tivesse um design apelativo e seguisse todas as boas práticas de programação, nomeadamente, modularidade, encapsulamento e convenções de escrita de código.

Interface Gráfico do Software

Para a realização do software pretendido, o grupo decidiu logo desde o início, colocar as forms do *Visual Studio*, mais apelativas de modo que alteramos alguns aspetos gráficos das mesmas, tendo sempre em consideração que o essencial no trabalho seria sempre a sua utilidade e não a sua beleza exterior.

O software foi construído na base de 6 Windows Forms, que passamos agora a apresentar:

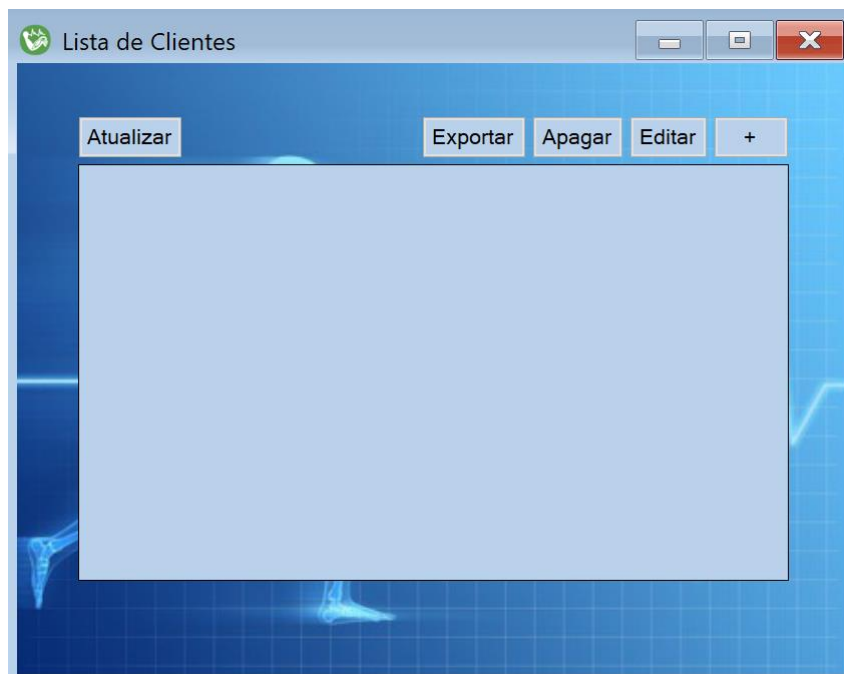


Figura 7 – Form Lista de Clientes

Como podemos observar na figura 7, a form “Lista de Clientes” (Clientes.cs), é a nossa form inicial do projeto. Nela podemos encontrar 5 “buttons” e uma “dataGridView”. O nosso painel, por assim dizer, é a nossa “dataGridViewClientes”, onde nela estão armazenados e poderão ser armazenados todos os clientes que assim forem desejados.

Como o próprio nome indica, o botão “Atualizar”, serve para atualizar a nossa “dataGridView”, uma vez que ela não atualiza automaticamente devido aos clientes serem adicionados por uma form que não esta.

Quanto ao botão “Exportar”, serve para exportar todos os clientes e todos os valores médios dos exames que estes tenham efetuado. O formato exportado é o formato “.sav”, que é o formato do SPSS.

O botão “Apagar”, tem a utilidade de apagar mediante um índice, um cliente já adicionado anteriormente à base de dados.

O botão “Editar”, como o próprio nome indica, serve para editar um cliente que já tenha sido adicionado à base de dados.

Por último, mas não menos importante, aliás, todos os outros botões funcionam mediante uma adição de um cliente à base de dados e é exatamente isto que o botão “+” realiza, adiciona um novo elemento à nossa “dataGridViewClientes”, sendo que para fazer uma adição de um novo cliente somos encaminhados para a nossa segunda form que passamos agora a apresentar.



Figura 8 – Form Adicionar Clientes

Na figura 8, acima ilustrada, podemos observar a form “Adicionar Clientes” (AdicionarClientes.cs). Nesta Windows Form, encontramos todos os dados que todos os clientes terão de fornecer no momento da sua inscrição na base de dados do software. Nela podemos encontrar variados instrumentos de design que utilizamos na sua construção, desde botões, textBoxes, radioButton e ainda numericUpDown. Todos estes elementos utilizados, foram assim escolhidos com o intuito de colocar o trabalho mais diversificado e ao mesmo tempo um trabalho apelativo.

É de realçar que nesta nossa form “Adicionar Clientes”, encontramos dois botões parecidos, com funções parecidas, mas funcionam em situações diferentes. São eles os botões de “Gravar” e “Gravar Alterações”, o primeiro serve para confirmar a adição de um novo clientes e por sua vez o segundo serve para confirmar as alterações realizadas a um cliente já existente.

Queremos por ultimo destacar nesta form a existência de um botão “Calcular IMC”, que mediante uma previa inserção da altura e peso do cliente e um posterior clique no respetivo botão, ele efetua o calculo do respetivo IMC e mostra a informação sobre o IMC calculado. Esta informação é apresentada pelas duas textBox juntas ao botão e apenas servem para leitura, não permitem escrita.

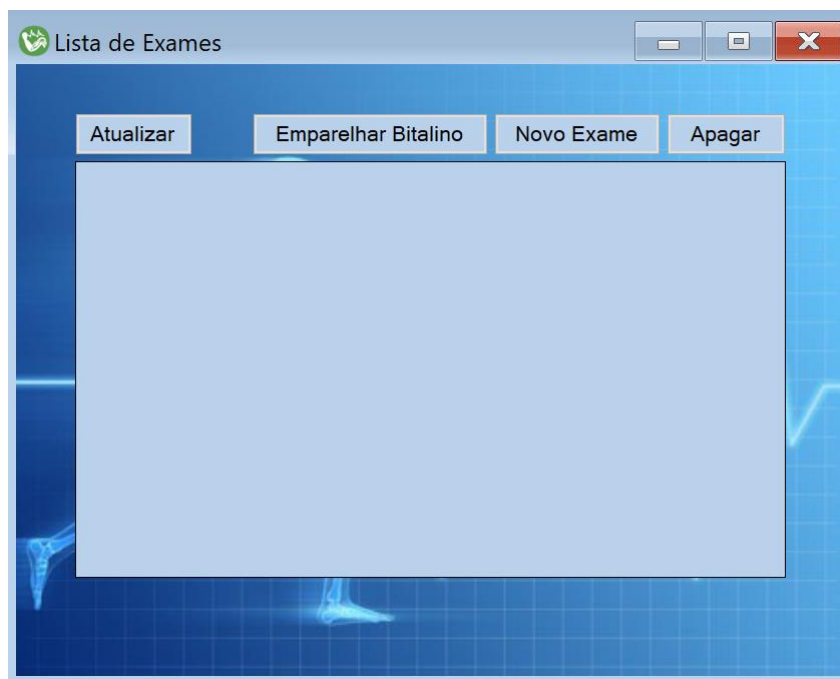


Figura 9 – Form Lista de Exames

Como podemos observar nesta nova Windows Form, “Lista de Exames” (Exames.cs), ela é muito parecida com a nossa form inicial, apenas muda a sua função. Nesta nova form, temos detalhado os exames efetuados por um determinado cliente. Esta é apresentada mediante um duplo clique sobre um cliente apresentado na form inicial.

Queremos destacar o botão “Emparelhar Bitalino” e “Novo Exame” que servem para conectar a um dispositivo via Bluetooth e para elaborar um novo exame após ter sido efetuado um emparelhamento a um dispositivo *Bitalino*, sendo estas as suas funções respetivamente.

Quanto aos restantes botões são praticamente iguais aos mesmos botões da form inicial, com apenas a diferença de funcionarem em função da form onde se encontram.

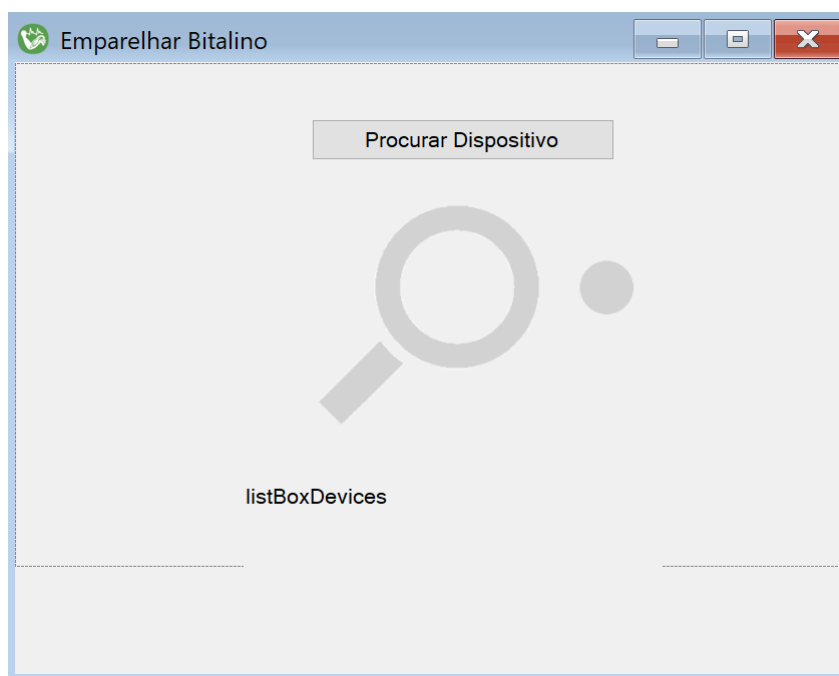


Figura 10 – Form Emparelhar Bitalino

Apresentamos agora a form “Emparelhar Bitalino” (EmparelharBitalino.cs), esta Windows Form é apresentada após um clique no botão “Emparelhar Bitalino” da form apresentada anteriormente. Aqui encontramos um botão para procurar dispositivos que posteriormente serão apresentados numa listBox (ListBoxDevices) e no momento da procura é reproduzido um gif simbolizando a procura. Para escolher um dispositivo, apenas é necessário dar um duplo clique no dispositivo que irá aparecer na respetiva listBox.

Figura 11 – Form Novo Exame

Nesta nossa nova Windows Form “Novo Exame” (FazerExame.cs) encontramos a form onde será possível criar um novo exame para um dado cliente selecionado. Encontramos aqui uma listBox, que correr do software será invisível uma vez que apenas funciona como auxilio, varias textBox e também vários botões.

Quanto aos botões “Iniciar” e “Parar”, estes são usados para começar e finalizar o exame respetivamente. O botão “Calcular Média do Exame”, como o próprio nome indica, funciona para calcular a média dos valores que serão apresentados na “textBoxExame” e posteriormente transferidos para a “listBoxExame”, isto para facilitar o seu cálculo. Por sua vez, a média será apresentada na “textBoxMedia” que apenas funciona para leitura.

Por último, mas não menos importante, temos a “textBoxTipoExame”, que serve para o utilizador dar um nome ao exame que irá ser gravado posteriormente mediante o clique no botão “Gravar”.

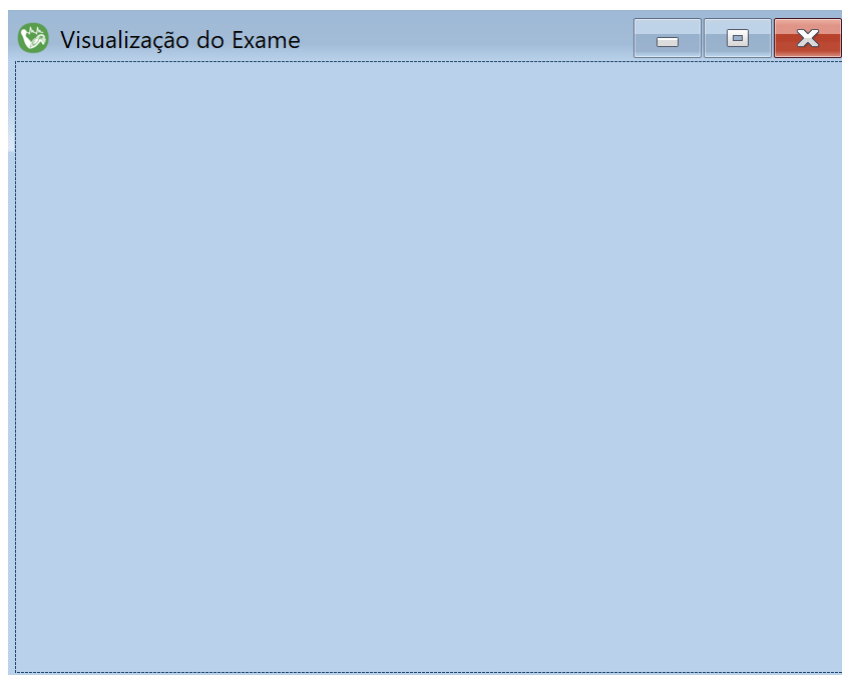


Figura 12 – Form Visualização do Exame

Apresentamos agora a nossa última Windows Form, ilustrada na Figura 12, “Visualização do Exame” (PainelExame.cs). Nesta form, após adquirir os dados por parte do *Bitalino*, esta form apresenta o gráfico dos valores recolhidos, mostrando assim ao utilizador o sinal que foi recolhido.

Classes utilizadas no software apresentado

Para a realização deste trabalho prático, fomos elaborando algumas classes no nosso software de modo a coloca-lo funcional e perceptível. Apresentamos agora as classes que criamos e passamos também a dar uma breve explicação da sua utilização.

ClasseCliente.cs

Nesta classe, encontra-se presente todas as informações necessárias para a utilização de clientes que poderão ser inseridos no projeto.

ClasseExames.cs

Da mesma forma que a classe anterior, nesta classe encontramos presentes todos os aspetos necessários para a utilização de exames mediante os dados obtidos de um determinado cliente já inserido.

DesignElement.cs e PencilElement

Nas classes agora apresentadas, estão inseridos todos os aspetos necessários para a realização dos gráficos que poderão ser vistos pelo utilizador.

DataHelper.cs

Nesta classe agora apresentada, encontra-se presente todas as informações necessárias para a criação da base de dados por parte do software e com isto, é a classe responsável pela criação de tabelas das “dataGridView” utilizadas.

DeviceSingleton.cs

Apresentamos agora a classe que é responsável por toda a parte de emparelhamento e recebimento de sinais por parte do *Bitalino*. É uma classe fundamental na execução da parte de extrair exames a um cliente.

Utils.cs

Esta nossa ultima classe, é responsável por um ID diferente a cada cliente que seja inserido na base de dados. Esta classe assegura-se que nunca nenhum ID será repetido.

Exemplos de implementação do código utilizado

Figura 13 – Exemplo de adicionar clientes

Atualizar

Exportar

Apagar

Editar

+

	Nome	Idade	Genero	Peso	Altura	IMC	Pratica Desporto	ID
▶	Jose Andre G....	20	Masculino	69	1,72	23,32	Não	1515940344178
*								

Figura 14 – Exemplo de um cliente adicionado

🌱 Jose Andre Gomes Pinto — □ ×

Tipo de Exame: Musculo Relaxado

Valor Médio: 519,111111

Iniciar Parar Calcular Média do Exame

512 500 560 550 489 512 489 500 560

Gravar

Figura 15 – Exemplo de adicionar um novo exame

Atualizar			
Emparelhar Bitalino			
Novo Exame			
Apagar			
	Nome	Media do Exame:	Cliente_ID
▶	Musculo Relaxado	519,111111111111	1515940344178
*			

Figura 16 – Exemplo de um exame já inserido

Com estes exemplos demonstrados acima, apenas pretendemos dar a conhecer algumas funcionalidades que o software é capaz de efetuar. Sendo que o programa é completamente funcional e pensamos que cumpre com as expectativas criadas em volta dele.

3 - Resultado e Conclusões

3.1 Resultados obtidos

Depois de retirados os dados, quer para um análise estatística, quer os dados recolhidos através do *Bitalino*, construímos a seguinte tabela:

Nome	Idade	Género	Peso	Altura	IMC	Pratica Desporto?	Média S/Peso	Média C/Peso
Fernando	20	Masculino	71,00	1,83	21,20	Sim	0,00614	0,11049
Artur	20	Masculino	75,00	1,80	23,15	Sim	0,00306	0,03130
Daniel	21	Masculino	53,00	1,90	14,68	Não	0,00297	0,09372
Vânia	20	Feminino	53,00	1,65	19,47	Sim	0,00392	0,04602
Ariana	19	Feminino	49,00	1,50	21,78	Sim	0,01575	0,09089
Joana	19	Feminino	47,00	1,53	20,08	Não	0,01462	0,04602
Nuno	19	Masculino	82,00	1,75	26,78	Sim	0,00896	0,03130
Vitor	20	Masculino	66,00	1,70	22,84	Sim	0,01561	0,11049
Filipa	19	Feminino	53,00	1,53	22,64	Não	0,02502	0,09490
Flávia	19	Feminino	53,00	1,54	22,35	Não	0,00925	0,03021
Guilherme	19	Masculino	69,00	1,74	22,79	Sim	0,02192	0,34729
André	20	Masculino	69,00	1,72	23,32	Não	0,00230	0,03587
Helena	24	Feminino	72,00	1,62	27,43	Sim	0,00174	0,04167
Natália	45	Feminino	68,00	1,50	30,22	Não	0,00630	0,05639
Soraia	9	Feminino	35,00	1,30	20,71	Não	0,00105	0,04485
João	17	Masculino	60,00	1,67	21,51	Sim	0,00418	0,11246

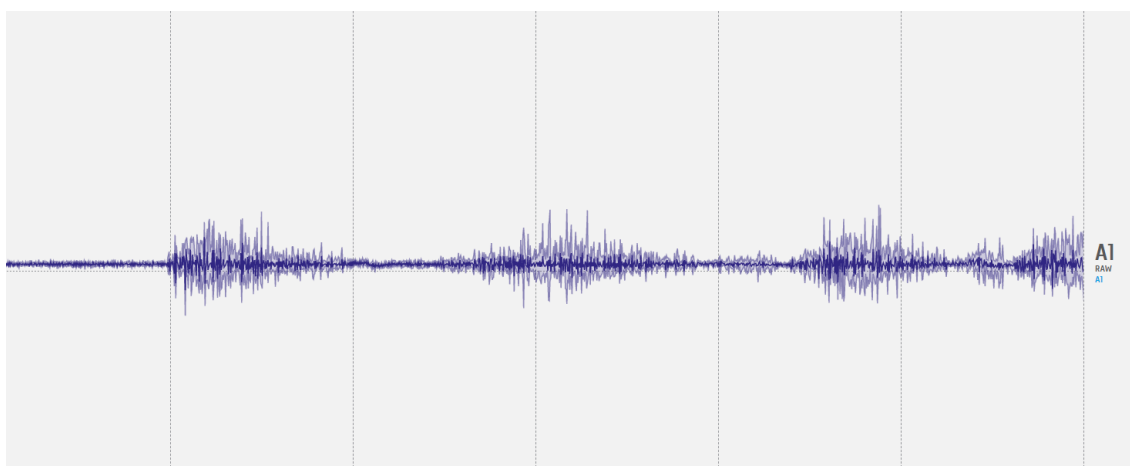


Figura 17 – Exemplo de um exame em repouso (Sem Peso)

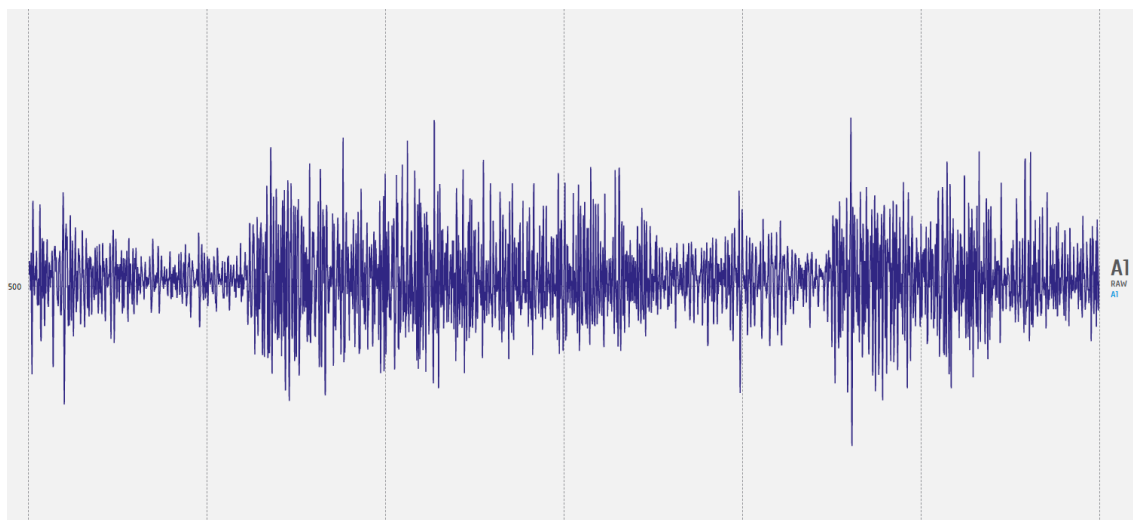


Figura 18 – Exemplo de um exame com esforço muscular (Com Peso)

As figuras colocadas acima, figura 17 e figura 18, servem para demonstrar a generalidade dos exames que foram feitos a cada um dos indivíduos inquiridos. Apenas apresentamos um exame em repouso e um exame mediante esforço físico, mas gostaríamos de realçar, que juntamente a este relatório de trabalho prático seguem em anexo todos os exames retirados que possibilita uma visualização mais detalhada de cada um.

Na tabela acima apresentada, queremos realçar os cálculos efetuados para a obtenção das medias dos exames retirados. Após a recolha dos dados, fizemos uma análise dos mesmo com a ajuda do *Excel*, onde trabalhamos os valores recolhidos aplicando a formula da função de transferência (Figura 19). Uma vez que obtivemos valores negativos e positivos após esta análise, decidimos elevar ao quadrado todos os valores para posteriormente fazer uma media dos valores recolhidos e analisados (Figura 20). Desta forma, partimos então para a análise dos resultados recolhidos nesta fase.

TRANSFER FUNCTION

$[-1.65mV, 1.65mV]$

$$EMG(V) = \frac{\left(\frac{ADC}{2^n} - \frac{1}{2}\right) \cdot VCC}{G_{EMG}}$$

$$EMG(mV) = EMG(V) \cdot 1000$$

$VCC = 3.3V$ (operating voltage)

$G_{EMG} = 1000$ (sensor gain)

$EMG(V)$ – EMG value in Volt (V)

$EMG(mV)$ – EMG value in millivolt (mV)

ADC – Value sampled from the channel

n – Number of bits of the channel¹

Figura 19 – Função de Transferência

Valores Recolhidos	Valores em microvolts ^2		Média
481	0,009980478		0,035865
483	0,008734217		
472	0,016616821		
459	0,029172907		
454	0,034936867		
464	0,023928223		
480	0,010634766		
492	0,004154205		
510	4,15421E-05		
531	0,00374917		
542	0,009346962		
549	0,014217768		
553	0,017458048		
569	0,033742533		
562	0,025963783		
560	0,023928223		
556	0,020106354		
551	0,015796366		

Figura 20 – Exemplo de análise dos resultados obtidos

3.2 Análise estatística

Teste de duas amostras emparelhadas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Média Exame Sem Peso	,199	16	,089	,873	16	,030
Média Exame Com Peso	,288	16	,001	,627	16	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Média Exame Sem Peso	,0089233	16	,00748855	,00187214
Média Exame Com Peso	,0827414	16	,07724788	,01931197

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Média Exame Sem Peso - Média Exame Com Peso	- ,0738181 3	,07335216	,01833804	-,11290473	-,03473152	-4,025	15	,001

Ranks

	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Média Exame Com Peso - Negative Ranks	0 ^a	,00	,00
Média Exame Sem Peso Positive Ranks	16 ^b	8,50	136,00
Ties	0 ^c		
Total	16		

a. Média Exame Com Peso < Média Exame Sem Peso

b. Média Exame Com Peso > Média Exame Sem Peso

c. Média Exame Com Peso = Média Exame Sem Peso

Test Statistics^a

	Média Exame Com Peso - Média Exame Sem Peso
Z	-3,516 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Para realizar o teste a duas amostras emparelhadas, primeiramente é necessário realizar um teste de normalidade para averiguar se as duas variáveis seguem ou não uma distribuição normal. Para isso temos as tabelas anteriores para realizar quer o teste de normalidade quer o teste das amostras emparelhadas.

Xs: Média do valor eletromiográfico recolhido em repouso;

Xc: Média do valor eletromiográfico recolhido mediante esforço físico;

H0: Xs segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H1: Xs não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

→ Como $n = 16 < 50$, então utilizamos o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade da variável Xs;

→ Como $pvalue = 0,030 < 0,05$ então rejeita-se H0 com um nível de confiança de 95% - Logo Xs não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H0: Xc segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H1: Xc não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância consoante;

→ Como $n = 16 < 50$, então utilizamos o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade da variável Xs;

→ Como $pvalue = 0,001 < 0,05$ então rejeita-se H0 com um nível de confiança de 95% - Logo Xc não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

Como X_c e X_s não seguem uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante, então iremos usar testes não paramétricos, como estamos presentes duas amostras emparelhadas, usamos o teste de Wilcoxon.

H0: $\mu_{X_c} = \mu_{X_s}$

H1: $\mu_{X_c} \neq \mu_{X_s}$

μ - Média

→ Como $p\text{value} = 0,001 < 0,05$ então rejeita-se H_0 com um nível de confiança de 95% - Logo estamos em questões de afirmar que a média do valor eletromiográfico recolhido em repouso é significativamente diferente da média do valor eletromiográfico recolhido mediante esforço físico, sendo maior o valor médio eletromiográfico recolhido mediante esforço físico.

Testar se Sexo e a Prática de Desporto influencia a média do valor eletromiográfico em repouso e/ou em esforço físico

Tests of Normality

	Sexo do indivíduo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Média Exame Sem Peso	Feminino	,160	8	,200 [*]	,919	8	,420
	Masculino	,236	8	,200 [*]	,821	8	,047
Média Exame Com Peso	Feminino	,294	8	,040	,820	8	,047
	Masculino	,362	8	,003	,716	8	,003

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Group Statistics

	Sexo do indivíduo	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Média Exame Sem Peso	Feminino	8	,0097056	,00826988	,00292384
	Masculino	8	,0081410	,00709777	,00250944

Ranks

	Sexo do indivíduo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Média Exame Sem Peso	Masculino	8	8,13	65,00
	Feminino	8	8,88	71,00
	Total	16		

Test Statistics^a

	Média Exame Sem Peso
Mann-Whitney U	29,000
Wilcoxon W	65,000
Z	-,315
Asymp. Sig. (2-tailed)	,753
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,798 ^b

a. Grouping Variable: Sexo do indivíduo

b. Not corrected for ties.

Xm: Valor médio eletromiográfico em repouso de indivíduos do sexo masculino

Xf: Valor médio eletromiográfico em repouso de indivíduos do sexo feminino

H0: Xm segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H1: Xm não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

→ Como $n = 8 < 50$, então utilizamos o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade da variável Xm;

→ Como $pvalue = 0,047 < 0,05$ então rejeita-se H0 com um nível de confiança de 95% - Logo Xm não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H0: Xf segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H1: Xf não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

→ Como $n = 8 < 50$, então utilizamos o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade da variável Xf;

→ Como $pvalue = 0,420 > 0,05$ então não se rejeita H0 com um nível de confiança de 95% - Logo Xf segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

Como Xm não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante, ao contrario de Xf que já segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante, teremos de utilizar testes não paramétricos, uma vez que uma das variáveis em causa não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante. Iremos então utilizar o teste de Mann-Whitney (não paramétrico):

H0: $\mu X_m = \mu X_f$

H1: $\mu X_m \neq \mu X_f$

μ - Média

→ Como $p\text{value} = 0,753 > 0,05$ então não se rejeita H0 com um nível de confiança de 95% - Logo estamos em questões de afirmar que a média do valor eletromiográfico recolhido em repouso para indivíduos do sexo masculino e a média do valor eletromiográfico em repouso para indivíduos do sexo feminino não varia. Podemos então dizer que o sexo não influencia o valor médio eletromiográfico em repouso.

Test Statistics^a

	Média Exame Com Peso
Mann-Whitney U	22,000
Wilcoxon W	58,000
Z	-1,051
Asymp. Sig. (2-tailed)	,293
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,328 ^b

a. Grouping Variable: Sexo do indivíduo

b. Not corrected for ties.

Xm: Valor médio eletromiográfico mediante esforço físico de indivíduos do sexo masculino;

Xf: Valor médio eletromiográfico mediante esforço físico de indivíduos do sexo feminino;

H0: Xm segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H1: Xm não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

→ Como $n = 8 < 50$, então utilizamos o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade da variável Xm;

→ Como $p\text{value} = 0,003 < 0,05$ então rejeita-se H0 com um nível de confiança de 95% - Logo Xm não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H0: Xf segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H1: Xf não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

→ Como $n = 8 < 50$, então utilizamos o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade da variável Xf;

→ Como $p\text{value} = 0,047 < 0,05$ então rejeita-se H_0 com um nível de confiança de 95% - Logo X_f não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

Como X_m não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante, assim como X_f , teremos de utilizar testes não paramétricos, uma vez que as variáveis em causa não seguem uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante. Iremos então utilizar o teste de Mann-Whitney (não paramétrico):

H_0 : $\mu X_m = \mu X_f$

H_1 : $\mu X_m \neq \mu X_f$

μ - Média

→ Como $p\text{value} = 0,293 > 0,05$ então não se rejeita H_0 com um nível de confiança de 95% - Logo estamos em questões de afirmar que a média do valor eletromiográfico recolhido mediante esforço físico para indivíduos do sexo masculino e a média do valor eletromiográfico em repouso para indivíduos do sexo feminino não varia. Podemos então dizer que o sexo não influencia o valor médio eletromiográfico mediante esforço físico.

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Média Exame Sem Peso	Não	,205	6	,200 [*]	,890	6	,316
	Sim	,215	10	,200 [*]	,869	10	,098
Média Exame Com Peso	Não	,219	6	,200 [*]	,856	6	,176
	Sim	,334	10	,002	,674	10	,000

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Group Statistics

Se pratica desporto		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Média Exame Com Peso	Sim	9	,1024343	,09830721	,03276907
	Não	7	,0574220	,02650863	,01001932

Ranks

	Se pratica desporto	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Média Exame Com Peso	Não	7	7,21	50,50
	Sim	9	9,50	85,50
	Total	16		

Test Statistics^a

	Média Exame Com Peso
Mann-Whitney U	22,500
Wilcoxon W	50,500
Z	-,953
Asymp. Sig. (2-tailed)	,340
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,351 ^b

a. Grouping Variable: Se pratica desporto

b. Not corrected for ties.

Xp: Valor médio eletromiográfico mediante esforço físico de indivíduos que praticam desporto;

Xn: Valor médio eletromiográfico mediante esforço físico de indivíduos que não praticam desporto;

H0: Xp segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H1: Xp não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

→ Como $n = 9 < 50$, então utilizamos o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade da variável Xp;

→ Como $pvalue = 0,001 < 0,05$ então rejeita-se H0 com um nível de confiança de 95% - Logo Xp não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H0: Xn segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H1: Xn não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

→ Como $n = 7 < 50$, então utilizamos o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade da variável Xn;

→ Como $pvalue = 0,176 > 0,05$ então não se rejeita H0 com um nível de confiança de 95% - Logo Xn segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

Como X_p não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante, ao contrario de X_n que já segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante, teremos de utilizar testes não paramétricos, uma vez que uma das variáveis em causa não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante. Iremos então utilizar o teste de Mann-Whitney (não paramétrico):

H0: $\mu X_p = \mu X_n$

μ - Média

H1: $\mu X_p \neq \mu X_n$

→ Como $pvalue = 0,340 > 0,05$ então não se rejeita H_0 com um nível de confiança de 95% - Logo estamos em questões de afirmar que a média do valor eletromiográfico recolhido mediante esforço físico para indivíduos que praticam desporto e a média do valor eletromiográfico mediante esforço físico para indivíduos que não praticam desporto não varia. Podemos então dizer que a prática de desporto não influencia o valor médio eletromiográfico mediante esforço físico.

Xp: Valor médio eletromiográfico em repouso de indivíduos que praticam desporto;

Xn: Valor médio eletromiográfico em repouso de indivíduos que não praticam desporto;

H0: X_p segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H1: X_p não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

→ Como $n = 9 < 50$, então utilizamos o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade da variável X_p ;

→ Como $pvalue = 0,098 > 0,05$ então não se rejeita H_0 com um nível de confiança de 95% - Logo X_p segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H0: X_n segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

H1: X_n não segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

→ Como $n = 7 < 50$, então utilizamos o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade da variável X_n ;

→ Como $p\text{value} = 0,316 > 0,05$ então não se rejeita H_0 com um nível de confiança de 95% - Logo X_n segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante;

Como X_p segue uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante, assim como X_n que segue também uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante, teremos de utilizar testes paramétricos, uma vez que as duas variáveis em causa seguem uma distribuição normal de média igual a zero e variância constante. Iremos então primeiramente testar a homogeneidade das variáveis utilizando o teste de Levene.

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Média Exame Sem Peso	Equal variances assumed	,085	,775	-,062	14	,951	-,00024335	,00390579	-,00862044	,00813374
	Equal variances not assumed			-,061	11,621	,953	-,00024335	,00400509	-,00900139	,00851469

H₀: A variância de X_p é igual à variância de X_n

H₁: A variância de X_p é diferente da variância de X_n

→ Como $p\text{value} = 0,775 > 0,05$ então não se rejeita H_0 com um nível de confiança de 95% - Logo estamos em questões de afirmar as variáveis em causa são homogêneas, deste modo, utilizaremos o teste T para comparar as médias entre as variáveis, utilizando os valores das variâncias assumidas.

H₀: $\mu_{X_p} = \mu_{X_n}$

μ - Média

H₁: $\mu_{X_p} \neq \mu_{X_n}$

→ Como $p\text{value} = 0,951 > 0,05$ então não se rejeita H_0 com um nível de confiança de 95% - Logo estamos em questões de afirmar a média do valor eletromiográfico em repouso de indivíduos que praticam desporto e a média do valor eletromiográfico em repouso de indivíduos que não praticam desporto não varia. Deste modo, a prática de desporto não influencia o valor medio eletromiográfico em repouso.

Análise de Regressão Linear dos resultados obtidos durante o esforço físico e durante o repouso

Regressão Linear mediante esforço físico

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Índice Massa Corporal, Se pratica desporto, Sexo do indivíduo, Idade do indivíduo ^b		Enter

a. Dependent Variable: Média Exame Com Peso

b. All requested variables entered.

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,016	4	,004	,583	,682 ^b
	Residual	,074	11	,007		
	Total	,090	15			

a. Dependent Variable: Média Exame Com Peso

b. Predictors: (Constant), Índice Massa Corporal, Se pratica desporto, Sexo do indivíduo, Idade do indivíduo

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	,146	,139		1,051	,316	-,160	,453					
	Idade do indivíduo	,001	,004	,106	,299	,771	-,007	,010	-,076	,090	,082	,594	1,684
	Sexo do indivíduo	-,037	,045	-,249	-,820	,430	-,137	,063	-,353	-,240	-,225	,812	1,232
	Se pratica desporto	,037	,048	,245	,778	,453	-,068	,142	,299	,228	,213	,755	1,324
	Índice Massa Corporal	-,004	,008	-,181	-,498	,628	-,021	,014	-,120	-,148	-,136	,570	1,754

a. Dependent Variable: Média Exame Com Peso

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,418 ^a	,175	-,125	,08194277	,175	,583	4	11	,682	2,242

a. Predictors: (Constant), Índice Massa Corporal, Se pratica desporto, Sexo do indivíduo, Idade do indivíduo

b. Dependent Variable: Média Exame Com Peso

– Para X1 (idade):

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

Como $pvalue = 0,771 > 0,05$ então não se rejeita H_0 , pelo que concluimos que a idade não é preditor do valor médio eletromiográfico mediante esforço físico;

– Para X2 (sexo):

$$H_0 : \beta_2 = 0$$

$$H_1 : \beta_2 \neq 0$$

Como $pvalue=0,430 > 0,05$ então não se rejeita H_0 , pelo que concluimos que o sexo não é preditor do valor médio eletromiográfico mediante esforço físico;

– Para X3 (Prática de desporto):

$$H_0 : \beta_3 = 0$$

$$H_1 : \beta_3 \neq 0$$

Como $pvalue = 0,453 > 0,05$ então não se rejeita H_0 , pelo que concluimos que a prática de desporto não é preditor do valor médio eletromiográfico mediante esforço físico;

– Para X4 (IMC):

$$H_0 : \beta_4 = 0$$

$$H_1 : \beta_4 \neq 0$$

Como $pvalue = 0,628 > 0,05$ então não rejeitamos H_0 , pelo que concluimos que também o IMC não é preditor do valor eletromiográfico mediante esforço físico;

Para aplicar esta regressão linear, tivemos em causa os seguintes pressupostos: Erro, sendo que este erro segue uma distribuição normal com media zero e variância constante, sendo este erro independente, uma vez que o valor de Durbin-Watson = 2,242 Para aplicar esta regressão linear, tivemos em causa os seguintes pressupostos: Erro, sendo que este erro segue uma distribuição normal com media zero e variância constante, sendo este erro independente, uma vez que o valor de Durbin-Watson = 1,507 é aproximadamente igual a 2. A lineariedade entre variáveis que não podemos apurar e por último a multicolineariedade entre as variáveis independentes, uma vez que todos os valores de VIF são todos inferiores a 5 não existe multicolineariedade entre as variáveis.

é aproximadamente igual a 2. A lineariedade entre variáveis que não podemos apurar e por último a multicolineariedade entre as variáveis

independentes, uma vez que todos os valores de VIF são todos inferiores a 5 não existe multicolineariedade entre as variáveis.

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Indice Massa Corporal, Se pratica desporto, Sexo do indivíduo, Idade do indivíduo ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Média Exame Sem Peso

b. All requested variables entered.

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,000	4	,000	,060	,992 ^b
	Residual	,001	11	,000		
	Total	,001	15			

a. Dependent Variable: Média Exame Sem Peso

b. Predictors: (Constant), Indice Massa Corporal, Se pratica desporto, Sexo do indivíduo, Idade do indivíduo

Regressão Linear em repouso

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1 (Constant)	,007	,015		,483	,638	-,025	,039					
Idade do indivíduo	,000	,000	-,099	-,256	,803	-,001	,001	-,051	-,077	-,076	,594	1,684
Sexo do indivíduo	,002	,005	,133	,401	,696	-,009	,012	,108	,120	,119	,812	1,232
Se pratica desporto	,001	,005	,045	,132	,898	-,010	,012	,017	,040	,039	,755	1,324
Índice Massa Corporal	,000	,001	,055	,138	,893	-,002	,002	,023	,042	,041	,570	1,754

a. Dependent Variable: Média Exame Sem Peso

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				Sig. F Change	Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2		
1	,146 ^a	,021	-,334	,00865078	,021	,060	4	11	,992	1,507

a. Predictors: (Constant), Índice Massa Corporal, Se pratica desporto, Sexo do indivíduo, Idade do indivíduo

b. Dependent Variable: Média Exame Sem Peso

– Para X1 (idade):

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

Como $pvalue = 0,803 > 0,05$ então não se rejeita H_0 , pelo que concluímos que a idade não é preditor do valor médio eletromiográfico em repouso;

– Para X2 (sexo):

$$H_0 : \beta_2 = 0$$

$$H_1 : \beta_2 \neq 0$$

Como $pvalue=0,696 > 0,05$ então não se rejeita H_0 , pelo que concluímos que o sexo não é preditor do valor médio eletromiográfico em repouso;

– Para X3 (Prática de desporto):

$$H_0 : \beta_3 = 0$$

$$H_1 : \beta_3 \neq 0$$

Como $pvalue = 0,898 > 0,05$ então não se rejeita H_0 , pelo que concluímos que a prática de desporto não é preditor do valor médio eletromiográfico em repouso;

– Para X4 (IMC):

$$H_0 : \beta_4 = 0$$

$$H_1 : \beta_4 \neq 0$$

Como $pvalue = 0,893 > 0,05$ então não rejeitamos H_0 , pelo que concluímos que também o IMC não é preditor do valor eletromiográfico em repouso;

Para aplicar esta regressão linear, tivemos em causa os seguintes pressupostos: Erro, sendo que este erro segue uma distribuição normal com media zero e variância constante, sendo este erro independente, uma vez que o valor de Durbin-Watson = 1,507 é aproximadamente igual a 2. A lineariedade entre variáveis que não podemos apurar e por último a multicolineariedade entre as variáveis independentes, uma vez que todos os valores de VIF são todos inferiores a 5 não existe multicolineariedade entre as variáveis.

3.3 Discussão face aos resultados esperados

Depois do trabalho experimental terminado e terminado também a análise do mesmo, deparamo-nos, pois, com os resultados obtidos face aos resultados que esperávamos previamente.

Como tínhamos referido no decorrer deste trabalho, esperávamos que a eletromiografia realizada em repouso fosse quase como inativa, uma vez que em repouso o tecido muscular é praticamente inativo, ao passo que, durante o esforço físico esperávamos vários potenciais de ação agrupados de modo desordenado.

Confirmamos que todos os exames retirados de um modo geral corresponderam ao esperado, uma vez que podemos constatar que os valores médios eletromiográfico em repouso são inferiores aos valores eletromiográficos mediante esforço físico.

Desta forma respondemos à nossa hipótese principal que seria se existia diferença entre os valores eletromiográficos durante o repouso e os valores eletromiográficos durante o esforço físico. Podemos também constatar que todas as nossas variáveis recolhidas, no ato da elaboração do trabalho experimental, pelo estudo estatístico das mesmas, todas elas não influenciam diretamente os valores eletromiográficos adquiridos, quer sejam eles em repouso quer sejam mediante esforço físico.

Bibliografia e Web grafia

<http://www.xclinic.pt/exames/electromiografia-emg-9>

<http://www.boasaude.com.br/exames-de-rotina/e/175/view/eletromiografia-emg-4010412-5-.html>

Conclusão

Ao longo do trabalho, foi colocado em prática todos os conhecimentos que foram lecionados e aprendidos nas unidades curriculares, Programação II, Bioeletricidade e Bioestatística, assim sendo apesar das dificuldades que foram aparecendo no decorrer do mesmo, sentimos que de um modo geral foi cumprido tudo o que foi nomeado. Deste modo podemos afirmar que os objetivos que inicialmente definimos foram realizados.

Este projeto que incluiu a realização de um desenho experimental para um teste de hipóteses acerca de um biopotencial por nós escolhido, a eletromiografia, com relevância clínica, sendo que foi escolhido por unanimidade do grupo.

Este projeto prático, foi para nós uma maneira de demonstrar tudo o que foi lecionado nas respetivas unidades curriculares, como já foi mencionado, mas foi também um trabalho que nos fez ir em busca do desejado uma vez que passava também por ser um trabalho de pesquisa.

Depois deste trabalho, saímos com o sentimento de uma maior sabedoria, uma vez que o trabalho não se focava apenas em colocar em prática os conhecimentos obtidos, mas sim, ir em busca de mais conhecimentos.

Em suma, apesar das dificuldades encontradas e da busca incansável de soluções talvez nem sempre as melhores, este trabalho trouxe-nos um sentimento de dever cumprido e satisfeitos com os resultados obtidos, esperamos, pois, que seja uma mais-valia para um futuro que nos espera.