

Análise de parâmetros biomecânicos da marcha em idosos

Sónia Marisa Barreira Martins, N°29084

Trabalho de projeto apresentado à
Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Instituto Politécnico de Bragança
para obtenção do grau de Mestre em
Tecnologia Biomédica

Esta dissertação foi efetuada sob orientação de:

Professor Doutor João Rocha Silva
Professor Doutor António Miguel Monteiro

Junho 2019

Agradecimentos

Queria inicialmente começar por agradecer aos meus pais pelo apoio incondicional e por me terem ajudado a passar diversas dificuldades ao longo deste percurso, sem eles nada disto seria possível, e claro ao meu irmão e ao meu namorado pela mesma razão.

Agradeço também aos professores doutores João Rocha Silva e António Miguel Monteiro pela excelente orientação.

Não posso também deixar de dar um enorme agradecimento aos idosos do projeto “+ idade + saúde” por se terem disponibilizado a ajudar na exceção deste trabalho, eles foram fulcrais para que este trabalho tenha sido concluído, a eles um enorme obrigada.

Agradeço também ao professor Jorge Santos por todo o apoio e me ter ajudado a ultrapassar diversas dificuldades, bem como à professora Luísa por me ter ajudado com a câmara termográfica e à professora Susana.

Por fim, quero também dar um enorme agradecimento à minha colega Cristiana Matos por se voluntariar a testar comigo o equipamento para determinar a melhor forma de o utilizar e pelo seu apoio incondicional e a minha colega Sílvia Lemos, por se prontificar a me ajudar quando necessário.

Resumo

O aumento da população idosa tem vindo a ganhar grandes proporções nas últimas décadas, por esse motivo é cada vez mais importante fornecer a estes indivíduos uma melhor qualidade de vida, através da promoção de hábitos saudáveis, nomeadamente a prática de exercício físico de forma a combater o sedentarismo.

Esta dissertação possui como principal objetivo perceber quais as alterações mais frequentes a nível da marcha quando os idosos praticam exercício regular e quando deixam de praticar, ou seja, verificar qual a influência do treino e do destreino através de parâmetros biomecânicos da sua marcha. A amostra neste estudo foi constituída no total por dezasseis idosos, sendo que apenas seis destes idosos foram avaliados em ambos os ensaios, os restantes dez idosos apenas realizaram o ensaio ou no início ou no fim do ano letivo, dando um total de 11 idosos analisados em cada período letivo. As avaliações práticas realizaram-se duas vezes, a primeira no final do ano letivo após a prática de exercício físico regular e orientado, e a segunda avaliação passados três meses quando estes regressaram de férias de verão e não se encontravam a realizar qualquer prática de exercício.

Para a recolha de dados utilizaram-se três métodos, a cinemática, a termografia e a eletromiografia. Na cinemática analisou-se o movimento, onde com recurso a câmaras de filmar e a um software apropriado recolheu-se os ângulos pretendidos, sendo eles o ângulo de curvatura das costas e o ângulo da perna quando o calcanhar se encontrava em contacto com o solo e por fim foi obtido o *swing*. Utilizou-se também a termografia, com recurso a câmaras termográficas da marca FLIR com o objetivo de obter a temperatura da pele e por fim a eletromiografia que é utilizada para saber qual a atividade elétrica dos músculos.

Para cada análise, exceto para a termografia, realizou-se a média e o desvio padrão, de três resultados diferentes obtidos no início e no fim dos ensaios em ambos os períodos letivos, sendo que a média foi a variável avaliada para se chegar aos resultados pretendidos. Primeiro obtiveram-se os resultados de todos os idosos que realizaram os ensaios no fim e no início do ano letivo, chegando-se à conclusão que na cinemática relativamente ao ângulo das costas no fim do ano letivo este aumenta do início para o fim dos ensaios, isto significa que os idosos possuem uma postura mais curvada no fim do ensaio e no início do ano letivo diminui, possuindo uma postura mais próxima da vertical, já para o ângulo da perna verifica-se um aumento

em ambos os períodos letivos, isto significa que a perna no fim dos ensaios se encontra mais “reta” que no início dos ensaios, no caso do *swing* o que se verificou em ambos os períodos letivos foi um aumento deste. Na termografia chegou-se a conclusão que tanto de frente como de perfil para a câmara termográfica, na maioria dos idosos, ocorre uma diminuição da temperatura de $t=0$ min para $t=5$ min e um aumento de $t=5$ min para $t=10$ min. Por fim na eletromiografia concluiu-se que no músculo G.L. (Gastrocnémio Lateral) verifica-se uma diminuição dos valores em ambos os períodos letivos, quer no RMS (Raiz do Valor Quadrático Médio), quer na Área, no músculo T.A. (Tibial Anterior), verificou-se que no fim do ano letivo ocorre uma diminuição dos valores tanto da Área, como do RMS, já no início do ano letivo, no RMS, este diminui e na Área verifica-se um aumento. Para o músculo R.F. (Reto Femoral), no caso do RMS no fim do ano letivo os valores aumentam e no início diminuem e na Área ocorre o contrário, verificando-se que no fim do ano letivo os valores diminuem e no início aumenta.

Após analisados os resultados para todos os idosos, obtiveram-se os resultados para os idosos que realizaram ambos os ensaios, chegando-se à conclusão que relativamente à cinemática que o ângulo das costas diminui em ambos os períodos letivos, possuindo assim uma postura mais próxima da vertical e para o ângulo da perna verifica-se um aumento também em ambos os períodos letivos, encontrando-se a perna numa posição mais “reta”, como mencionado anteriormente. No caso do *swing* verifica-se um valor maior no fim do ano letivo e um valor menor no início. Na termografia conclui-se o mesmo que para todos os idosos que a temperatura diminui de $t=0$ min para $t=5$ min e aumenta de $t=5$ min para $t=10$ min. Na eletromiografia concluiu-se que para o músculo G.L., no RMS não se conseguiu chegar a nenhuma conclusão em ambos os períodos letivos, enquanto que na Área no fim do ano letivo verificou-se uma diminuição dos valores, mas no início do ano letivo não se chegou a nenhuma conclusão. No caso do músculo T.A., verificou-se o mesmo no RMS e na Área, que no fim do ano letivo, os valores diminuem, enquanto que no início foi inconclusivo. Para o músculo R.F., no RMS, verifica-se um aumento no fim do ano letivo e uma diminuição no início e na Área verifica-se um aumento tanto no fim como no início do ano letivo.

Palavras-chave: Cinemática, Termografia, Eletromiografia, Marcha, Idosos.

Abstract

Due to the increase of the elderly population over the last decades, it is important to provide this group with a better quality of life throughout the promotion of healthy habits, namely the practice of exercise, to overcome a sedentary lifestyle.

This dissertation the aims of to understand the most frequent changes in gait when elderly people practice exercise frequently versus when they stop practicing that is, to verify the influence of the training and the lack of training throughout biomechanical parameters of their gait. The sample of this study consisted of a total of sixteen elderly people. Only six people performed both trials, the other 10 people that participated in this study, only performed one of the trials, either at the beginning or at the end of the school year, in a total of 11 people per trial. The practical assessments were carried out twice, the first trial was conducted at the end of the school year, after regular and guided exercise, and the second trial after three months without performing any exercise, after they return from summer vacations.

For the collection of data were applied three methodologies: kinematics, thermography, and electromyography. In the kinematics the movement was analyzed, with the use of camcorders and with appropriate software, the chosen angles were collected, namely the angle of curvature of the back and the angle of the leg when the heel was in contact with the ground and finally the swing was obtained. Thermography was also studied using thermographic chambers, from the brand FLIR, in order to obtain the skin temperature and electromyography used to know the electrical activity of the muscles.

Each analysis was performed three times and for all the methodologies, except for thermography, was calculated the mean and standard deviation. Data were collected at the beginning and at the end of the classes for both school periods, being the mean the variable evaluated to obtain the wanted results. First, the results were obtained for the people who performed both trials, at the end and at the beginning of the school year, and we concluded that in the kinematics, the angle of the back at the end of the school year increases from the beginning to the end of the class, which means that the elderly have a more curved posture at the end of the class and at the beginning of the school year the angle of the back decreases, acquiring a posture that is closer to the vertical. For the angle of the leg there is an increase in both periods, this means

that the leg at the end of the tests is “straighter” than at the beginning of the tests. For the swing was observed an increase in both school periods. With thermography, either from the front or from the profile for the thermographic camera, we verified that in most cases there is a decrease of the temperature of $t=0$ min for $t=5$ min and an increase of $t=5$ min for $t=10$ min. Finally, with the electromyography, we concluded that in the G.L. muscle (Gastrocnemius Lateral) there is a decrease of values in both periods, both in the RMS (Root Mean Square) and in the Area, in the T.A. muscle (Tibialis Anterior) we verified that at the end of the school year there is a decrease in the values of both the Area and the RMS, but at the beginning of the school year, there's a decrease in the RMS and an increase in the Area. For the R.F. (Rectus Femoris) muscle, in the case of RMS at the end of the school year, the values increase and at the beginning, they decrease and in the Area the opposite happens, being verified that at the end of the school year the values decrease and at the beginning increases.

After analyzing the results for all the elderly, for those who carried out both tests, we concluded that in relation to the kinematics the angle of the back decreases in both periods, thus having a closer posture from the vertical and to the angle of the leg there is an increase for both periods, with the leg being in a more "straight" position, as mentioned previously. In the case of swing, a higher value is observed at the end of the school year and a lower value at the beginning. In thermography the same happened for all the elderly people that participated in our study: the temperature decreases from $t = 0$ min to $t = 5$ min and increases from $t = 5$ min to $t = 10$ min. In the electromyography, we concluded that for the GL muscle, in RMS wasn't possible to reach any conclusions in both periods, while in the Area at the end of the school year, there was a decrease in values, but at the beginning of the school year it wasn't possible to take any conclusions. In the case of the T.A., the same was observed in the RMS and in the Area, that is at the end of the school year, the values decrease, whereas, in the beginning, it was inconclusive. For the R.F. muscle, in the RMS, there is an increase at the end of the school year and a decrease at the beginning and in the Area, there is an increase both at the end and at the beginning of the school year.

Keywords: Kinematics, Thermography, Electromyography, Gait, Elderly.

Conteúdo

Agradecimentos.....	iii
Resumo	v
Abstract.....	vii
Conteúdo	ix
Lista de figuras.....	xiii
Lista de Símbolos e Abreviaturas.....	xxix
Lista de tabelas.....	xxxix
Capítulo 1.....	1
1. Introdução.....	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Motivações	3
1.3. Estrutura Organizada	3
Capítulo 2.....	5
2. Revisão Bibliográfica.....	5
2.1. Sistema Esquelético e Sistema Muscular e as suas principais funções.....	5
2.1.1. Coluna Vertebral.....	8
2.1.2. Membro Inferior Humano	11
2.3. Definição de Biomecânica.....	14
2.4. A Marcha	16
2.4.1. Ciclo da Marcha.....	16
2.5. Métodos para análise da marcha	20
2.5.1. Biomecânica no estudo da Marcha	20
2.5.1.1. Cinemática	21
2.5.1.2. Termografia.....	21

2.5.1.3. Eletromiografia	23
2.6. Envelhecimento.....	25
2.6.1. Alteração da marcha provocada pelo envelhecimento.	26
2.6.2. Atividade física e os seus benefícios no envelhecimento.	27
Capítulo 3.....	31
3. Métodos de investigação e análise.....	31
3.1. Caracterização da Amostra	31
3.2. Materiais e métodos.....	33
3.2.1. Caracterização da amostra	33
3.2.2. Cinemática	34
3.2.3. Termografia	35
3.2.4. Eletromiografia	38
3.3. Metodologia Utilizada	42
Capítulo 4.....	47
4. Apresentação e Discussão dos Resultados	47
4.1. Cinemática.....	47
4.1.1. Ângulo das costas e Perna	48
4.1.2. Swing.....	56
4.2. Termografia.....	61
4.3. Eletromiografia.....	70
Capítulo 5.....	85
5.1. Conclusão	85
5.2. Limitações	87
5.3. Trabalhos Futuros	88
6. Referências bibliográficas.....	89
7. Anexos	95

Anexo A – Cinemática.....	95
Anexo A.I – Ângulo das costas e perna.....	95
Anexo A.I – Fim do ano letivo.....	95
Anexo A.I – Início do ano letivo	105
Anexo A.II – Swing.....	115
Anexo A.II – Fim do ano letivo.....	115
Anexo A.II – Início do ano letivo	125
Anexo B – Termografia	135
Anexo B – Fim do ano letivo	135
Anexo B – Início do ano letivo.....	146
Anexo C – Eletromiografia	157
Anexo C – Fim do ano letivo	157
Anexo C – Início do ano letivo.....	161

Lista de figuras

Figura 1 - Sistema esquelético e sistema muscular (Templates & MyBLOGGERTHEMES, 2018).....	5
Figura 2 - Coluna vertebral vista do lado esquerdo (Seeley, Stephens, & Tate, 2011).....	9
Figura 3 - Coluna vertebral vista pela face anterior. 1) Coluna cervical, 2) coluna torácica, 3) Coluna Lombar, 4) Coluna Sacro, 5) Corpo ou corpo vertebral e 6) Disco intervertebral (Pina, 1999).....	9
Figura 4 - Coluna vertebral vista pela face posterior. 1) Curvatura lateral cervical, 2) Curvatura lateral dorsal, 3) Curvatura lateral lombar, 4) Crista espinhal e 5) Goteiras vertebrais (Pina, 1999).....	9
Figura 5 - Coluna vertebral vista pela face lateral. 1) Curvatura cervical, 2) Curvatura Dorsal 3) Curvatura Lombar, 4) Curvatura sacro-coccígea, 5) Corpo vertebral, 6) Pedículo, 7) Buraco de conjugação, 8) Apófise articular e 9) Apófise transversa (Pina, 1999).....	9
Figura 6 - ossos do membro inferior (adaptado de (Nelson, 2019)).	11
Figura 7 - músculos superficiais da perna direita (adaptado de (Whittle, 2007)).	13
Figura 8 - Ciclo de marcha da perna direita, com fase de apoio e de balanço e indicação das subfases e rotação dos segmentos anatómicos (Completo & Fonseca, 2011).	17
Figura 9 - Representação das subfases do ciclo da marcha (Completo & Fonseca, 2011).	18
Figura 10 - Parâmetros do ciclo da marcha (Completo & Fonseca, 2011).....	20
Figura 11 - Áreas para a completa análise biomecânica (Amadio, et al., 1998).....	21
Figura 12 - Balança utilizada para adquirir a massa do idoso.	34
Figura 13 - Fita utilizada para obter a altura dos idosos.....	34
Figura 14 -Câmara fotográfica utilizada para adquirir as imagens laterais, à esquerda e telemóvel utilizado para adquirir as gravações traseiras, à direita.	34
Figura 15 - Sensor de humidade e temperatura.....	36
Figura 16 - Câmaras Termográficas utilizadas, à esquerda a câmara FLIR modelo T365 e direita a câmara FLIR modelo C3.....	36
Figura 17 - Fotografia obtida pela câmara Termográfica T365.....	37
Figura 18 – Fotografia obtida pela câmara termográfica T365 tratada no software.	37
Figura 19 - Fotografia obtida pela câmara Termográfica C3.....	37
Figura 20 - Fotografia obtida pela câmara termográfica C3 tratada no software.	37

Figura 21 - Local de colocação dos elétrodos para o músculo Gastrocnêmio Lateral (Konrad, 2006).	38
Figura 22 - Local de colocação dos elétrodos para o músculo Tibial Anterior (Konrad, 2006).	39
Figura 23 - Local de colocação dos elétrodos para o músculo Reto Femoral (Konrad, 2006).	39
Figura 24 - Elétrodos pré-gelificados utilizados para aquisição do sinal eletromiográfico.	39
Figura 25 - Placa gráfica do BITalino (Rodrigues, 2018).	40
Figura 26 - Local onde eram captadas as fotografias termográficas.	43
Figura 27 - Local onde era realizada a Cinemática e a Eletromiografia.	44
Figura 31 - Colocação dos elétrodos 1) GL 2) TA 3) RF	45
Figura 33 - Ângulos iniciais das costas e perna do I1 no fim do ano letivo.	48
Figura 34 - Ângulos finais das costas e perna do I1 no fim do ano letivo.	49
Figura 35 - Ângulos iniciais das costas e perna do I1 no início do ano letivo.	49
Figura 36 - Ângulos finais das costas e perna do I1 no início do ano letivo.	49
Figura 37 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas no início e fim dos ensaios relativos a todos os idosos no fim do ano letivo.	50
Figura 38 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo da perna no início e fim dos ensaios relativos a todos os idosos no fim do ano letivo.	50
Figura 39 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas no início e fim dos ensaios relativos a todos os idosos no início do ano letivo.	51
Figura 40 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo da perna no início e fim dos ensaios relativos a todos os idosos no início do ano letivo.	52
Figura 41 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas no início e fim do ensaio dos idosos que realizaram ambos os estudos no fim e no início do ano letivo	54
Figura 42 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo da perna no início e fim do ensaio dos idosos que realizaram ambos os estudos no fim e no início do ano letivo.	55
Figura 43 - Análise do início do ensaio do I1 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	57
Figura 44 - Análise do final do ensaio do I1 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	57
Figura 45 - Análise do início do ensaio do I1 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	57
Figura 46 - Análise do final do ensaio do I1 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	57

Figura 47 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim dos ensaios para todos os idosos no fim do ano letivo.....	58
Figura 48 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim dos ensaios para todos os idosos no início do ano letivo.	59
Figura 49 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing no início e fim do ensaio dos idosos que realizaram ambos os estudos no fim e no início do ano letivo.	60
Figura 50 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I1 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) t=0min 2) t=5min e t=10min.	62
Figura 51 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I1 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) t=0min 2) t=5min e t=10min.	62
Figura 52 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I1 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) t=0min 2) t=5min e t=10min.	62
Figura 53 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I1 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) t=0min 2) t=5min e t=10min.	63
Figura 54 - Temperatura termográfica de todos os idosos quando estes se encontram de frente para a câmara, relativos ao fim do ano letivo.	63
Figura 55 - Temperatura termográfica de todos os idosos quando estes se encontram de perfil para a câmara, relativos ao fim do ano letivo.	64
Figura 56 - Temperatura termográfica de todos os idosos quando estes se encontram de frente para a câmara, relativos ao início do ano letivo.	65
Figura 57 - Temperatura termográfica de todos os idosos quando estes se encontram de perfil para a câmara, relativos ao início do ano letivo.	65
Figura 58 - Temperatura termográfica dos idosos que realizaram ambos os ensaios quando estes se encontram de frente para a câmara, relativos ao início e fim do ano letivo.	68
Figura 59 - Temperatura termográfica dos idosos que realizaram ambos os ensaios quando estes se encontram de perfil para a câmara, relativos ao início e fim do ano letivo.	69
Figura 60 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I1 no fim do ano letivo.....	71
Figura 61 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I1 no Início do ano letivo.	72
Figura 62 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Gastrocnémio Lateral no fim do ano letivo.	72

Figura 63 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Tibial Anterior no fim do ano letivo.....	73
Figura 64 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Reto Femoral no mês de maio.....	74
Figura 65 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Gastrocnêmio Lateral no início do ano letivo.	75
Figura 66 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Tibial Anterior no início do ano letivo.	76
Figura 67 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Reto Femoral no mês de maio.....	77
Figura 68 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Gastrocnêmio Lateral no fim e início do ano letivo dos idosos que realizaram ambos os ensaios.	79
Figura 69 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Tibial Anterior no fim e início do ano letivo dos idosos que realizaram ambos os ensaios.....	80
Figura 70 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Reto Femoral no fim e início do ano letivo dos idosos que realizaram ambos os ensaios.	81
Figura 71 - Ângulos iniciais das costas e perna do I2 no fim do ano letivo.	95
Figura 72 - Ângulos finais das costas e perna do I2 no fim do ano letivo.....	95
Figura 73 - Ângulos iniciais das costas e perna do I3 no fim do ano letivo.	95
Figura 74 - Ângulos finais das costas e perna do I3 no fim do ano letivo.....	96
Figura 75 - Ângulos iniciais das costas e perna do I4 no fim do ano letivo.	96
Figura 76 - Ângulos finais das costas e perna do I4 no fim do ano letivo.....	96
Figura 77 - Ângulos iniciais das costas e perna do I5 no fim do ano letivo.	96
Figura 78 - Ângulos finais das costas e perna do I5 no fim do ano letivo.....	96
Figura 79 - Ângulos iniciais das costas e perna do I6 no fim do ano letivo.	97
Figura 80 - Ângulos finais das costas e perna do I6 no fim do ano letivo.....	97
Figura 81 - Ângulos iniciais das costas e perna do I7 no fim do ano letivo.	97
Figura 82 - Ângulos finais das costas e perna do I7 no fim do ano letivo.....	97
Figura 83 - Ângulos iniciais das costas e perna do I8 no fim do ano letivo.	97
Figura 84 - Ângulos finais das costas e perna do I8 no fim do ano letivo.....	98

Figura 85 - Ângulos iniciais das costas e perna do I9 no fim do ano letivo.....	98
Figura 86 - Ângulos finais das costas e perna do I9 no fim do ano letivo.....	98
Figura 87 - Ângulos iniciais das costas e perna do I10 no fim do ano letivo.	98
Figura 88 - Ângulos finais das costas e perna do I10 no fim do ano letivo.....	98
Figura 89 - Ângulos iniciais das costas e perna do I11 no fim do ano letivo.	99
Figura 90 - Ângulos finais das costas e perna do I11 no fim do ano letivo.....	99
Figura 91 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I1 no fim do ano letivo.....	99
Figura 92 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I2 no fim do ano letivo.....	100
Figura 93 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I3 no fim do ano letivo.....	100
Figura 94 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I4 no fim do ano letivo.....	101
Figura 95 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I5 no fim do ano letivo.....	101
Figura 96 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I6 no fim do ano letivo.	102
Figura 97 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I7 no fim do ano letivo.....	102
Figura 98 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I8 no fim do ano letivo.....	103
Figura 99 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I9 no fim do ano letivo.....	103
Figura 100 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I10 no fim do ano letivo.....	104
Figura 101 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I11 no fim do ano letivo.....	104
Figura 102 - Ângulos iniciais das costas e perna do I2 no início do ano letivo.....	105
Figura 103 - Ângulos finais das costas e perna do I2 no início do ano letivo.	105
Figura 104 - Ângulos iniciais das costas e perna do I3 no início do ano letivo.....	105
Figura 105 - Ângulos finais das costas e perna do I3 no início do ano letivo.	105
Figura 106 - Ângulos iniciais das costas e perna do I4 no início do ano letivo.....	106

Figura 107 - Ângulos finais das costas e perna do I4 no início do ano letivo.	106
Figura 108 - Ângulos iniciais das costas e perna do I6 no início do ano letivo.....	106
Figura 109 - Ângulos finais das costas e perna do I6 no início do ano letivo.	106
Figura 110 - Ângulos iniciais das costas e perna do I9 no início do ano letivo.....	107
Figura 111 - Ângulos finais das costas e perna do I9 no início do ano letivo.	107
Figura 112 - Ângulos iniciais das costas e perna do I12 no início do ano letivo.....	107
Figura 113 - Ângulos finais das costas e perna do I12 no início do ano letivo.	107
Figura 114 - Ângulos iniciais das costas e perna do I13 no início do ano letivo.....	107
Figura 115 - Ângulos finais das costas e perna do I13 no início do ano letivo.	108
Figura 116 - Ângulos iniciais das costas e perna do I14 no início do ano letivo.....	108
Figura 117 - Ângulos finais das costas e perna do I14 no início do ano letivo.	108
Figura 118 - Ângulos iniciais das costas e perna do I15 no início do ano letivo.....	108
Figura 119 - Ângulos finais das costas e perna do I15 no início do ano letivo.	108
Figura 120 - Ângulos iniciais das costas e perna do I16 no início do ano letivo.....	109
Figura 121 - Ângulos finais das costas e perna do I16 no início do ano letivo.	109
Figura 122 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I1 no início do ano letivo.....	109
Figura 123 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I2 no início do ano letivo.....	110
Figura 124 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I3 no início do ano letivo.....	110
Figura 125 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I4 no início do ano letivo.....	111
Figura 126 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I6 no início do ano letivo.....	111
Figura 127 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I9 no início do ano letivo.....	112
Figura 128 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I12 no início do ano letivo.....	112
Figura 129 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I13 no início do ano letivo.....	113
Figura 130 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I14 no início do ano letivo.....	113

Figura 131 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I15 no início do ano letivo.....	114
Figura 132 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I16 no início do ano letivo.....	114
Figura 133 - Análise do início do ensaio do I2 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	115
Figura 134 - Análise do final do ensaio do I2 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	115
Figura 135 - Análise do início do ensaio do I3 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	115
Figura 136 - Análise do final do ensaio do I3 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	115
Figura 137 - Análise do início do ensaio do I4 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	116
Figura 138 - Análise do final do ensaio do I4 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	116
Figura 139 - Análise do início do ensaio do I5 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	116
Figura 140 - Análise do final do ensaio do I5 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	116
Figura 141 - Análise do início do ensaio do I6 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	116
Figura 142 - Análise do final do ensaio do I6 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	117
Figura 143 - Análise do início do ensaio do I7 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	117
Figura 144 - Análise do final do ensaio do I7 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	117
Figura 145 - Análise do início do ensaio do I8 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	117
Figura 146 - Análise do final do ensaio do I8 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	117

Figura 147 - Análise do início do ensaio do I9 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	118
Figura 148 - Análise do final do ensaio do I9 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	118
Figura 149 - Análise do início do ensaio do I10 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	118
Figura 150 - Análise do final do ensaio do I10 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	118
Figura 151 - Análise do início do ensaio do I11 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	118
Figura 152 - Análise do final do ensaio do I11 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.	119
Figura 153 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I1 no fim do ano letivo.	119
Figura 154 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I2 no fim do ano letivo.	119
Figura 155 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I3 no fim do ano letivo.	120
Figura 156 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I4 no fim do ano letivo.	120
Figura 157 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I5 no fim do ano letivo.	121
Figura 158 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I6 no fim do ano letivo.	121
Figura 159 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I7 no fim do ano letivo.	122
Figura 160 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I8 no fim do ano letivo.	122
Figura 161 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I9 no fim do ano letivo.	123
Figura 162 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I10 no fim do ano letivo.	123

Figura 163 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I11 no fim do ano letivo.....	124
Figura 164 - Análise do início do ensaio do I2 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	125
Figura 165 - Análise do final do ensaio do I2 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	125
Figura 166 - Análise do início do ensaio do I3 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	125
Figura 167 - Análise do final do ensaio do I3 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	125
Figura 168 - Análise do início do ensaio do I4 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	126
Figura 169 - Análise do final do ensaio do I3 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	126
Figura 170 - Análise do início do ensaio do I6 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	126
Figura 171 - Análise do final do ensaio do I6 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	126
Figura 172 - Análise do início do ensaio do I9 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	127
Figura 173 - Análise do final do ensaio do I9 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	127
Figura 174 - Análise do início do ensaio do I12 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	127
Figura 175 - Análise do final do ensaio do I12 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	127
Figura 176 - Análise do início do ensaio do I13 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	127
Figura 177 - Análise do final do ensaio do I13 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	128
Figura 178 - Análise do início do ensaio do I14 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	128

Figura 179 - Análise do final do ensaio do I14 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	128
Figura 180 - Análise do início do ensaio do I15 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	128
Figura 181 - Análise do final do ensaio do I15 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	128
Figura 182 - Análise do início do ensaio do I16 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	129
Figura 183 - Análise do final do ensaio do I16 para obtenção do Swing no início do ano letivo.	129
Figura 184 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I1 no início do ano letivo.	129
Figura 185 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I2 no início do ano letivo.	130
Figura 186 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I3 no início do ano letivo.	130
Figura 187 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I4 no início do ano letivo.	131
Figura 188 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I6 no início do ano letivo.	131
Figura 189 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I9 no início do ano letivo.	132
Figura 190 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I12 no início do ano letivo.	132
Figura 191 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I13 no início do ano letivo.	133
Figura 192 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I14 no início do ano letivo.	133
Figura 193 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I15 no início do ano letivo.	134
Figura 194 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I16 no início do ano letivo.	134

Figura 211 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I10 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	139
Figura 212 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I10 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	139
Figura 213 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I11 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	139
Figura 214 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I11 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	140
Figura 215 - Valores termográficos do I1 no fim do ano letivo.	140
Figura 216 - Valores termográficos do I2 no fim do ano letivo.	140
Figura 217 - Valores termográficos do I3 no fim do ano letivo.	141
Figura 218 - Valores termográficos do I4 no fim do ano letivo.	141
Figura 219 - Valores termográficos do I5 no fim do ano letivo.	142
Figura 220 - Valores termográficos do I6 no fim do ano letivo.	142
Figura 221 - Valores termográficos do I7 no fim do ano letivo.	143
Figura 222 - Valores termográficos do I8 no fim do ano letivo.	143
Figura 223 - Valores termográficos do I9 no fim do ano letivo.	144
Figura 224 - Valores termográficos do I10 no fim do ano letivo.....	144
Figura 225 - Valores termográficos do I11 no fim do ano letivo.....	145
Figura 226 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I2 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	146
Figura 227 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I2 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	146
Figura 228 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I3 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	146
Figura 229 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I3 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	146
Figura 230 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I4 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	147
Figura 231 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I4 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	147
Figura 232 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I6 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	147

Figura 233 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I6 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	147
Figura 234 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I9 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	148
Figura 235 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I9 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	148
Figura 236 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I12 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	148
Figura 237 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I12 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	148
Figura 238 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I13 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	149
Figura 239 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I13 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	149
Figura 240 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I14 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	149
Figura 241 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I14 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	149
Figura 242 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I15 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	150
Figura 243 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I15 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	150
Figura 244 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I16 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	150
Figura 245 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I16 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$	150
Figura 246 - Valores termográficos do I1 no início do ano letivo.	151
Figura 247 - Valores termográficos do I2 no início do ano letivo.	151
Figura 248 - Valores termográficos do I3 no início do ano letivo.	152
Figura 249 - Valores termográficos do I4 no início do ano letivo.	152
Figura 250 - Valores termográficos do I6 no início do ano letivo.	153
Figura 251 - Valores termográficos do I9 no início do ano letivo.	153
Figura 252 - Valores termográficos do I12 no início do ano letivo.	154

Figura 253 - Valores termográficos do I13 no início do ano letivo.	154
Figura 254 - Valores termográficos do I14 no início do ano letivo.	155
Figura 255 - Valores termográficos do I15 no início do ano letivo.	155
Figura 256 - Valores termográficos do I16 no início do ano letivo.	156
Figura 257 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I2 no fim do ano letivo.....	157
Figura 258 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I3 no fim do ano letivo.....	157
Figura 259 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I4 no fim do ano letivo.....	158
Figura 260 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I5 no fim do ano letivo.....	158
Figura 261 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I6 no fim do ano letivo.....	158
Figura 262 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I7 no fim do ano letivo.....	159
Figura 263 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I8 no fim do ano letivo.....	159
Figura 264 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I9 no fim do ano letivo.....	159
Figura 265 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I10 no fim do ano letivo.....	160
Figura 266 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I11 no fim do ano letivo.....	160
Figura 267 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I2 no início do ano letivo.	161
Figura 268 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I3 no início do ano letivo.	161
Figura 269 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I4 no início do ano letivo.	161
Figura 270 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I6 no início do ano letivo.	162

Figura 271 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I9 no início do ano letivo.	162
Figura 272 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I12 no início do ano letivo.	162
Figura 273 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I13 no início do ano letivo.	163
Figura 274 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I14 no início do ano letivo.	163
Figura 275 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I15 no início do ano letivo.	163
Figura 276 - Valores médios do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I16 no início do ano letivo.	164

Lista de Símbolos e Abreviaturas

EMG	Eletromiografia
GL	Gastrocnémio Lateral
RF	Reto Femoral
TA	Tibial Anterior
m	Metro
Kg	Quilograma
Kg/m²	Quilograma por metro quadrado
cm	centímetro
Km/h	Quilometro por hora
min	Minutos
Hz	Hertz
RMS	<i>Root Mean Square</i> ou Raiz do Valor Quadrático Médio
mV	milivolts
IMC	Índice de massa corporal

Lista de tabelas

Tabela 1 - Parâmetros de tempo e distância.....	19
Tabela 2 – Caracterização da Amostra no fim do ano letivo (a) e Caracterização da Amostra no início do ano letivo.	32
Tabela 3 - Caracterização da amostra dos idosos que realizaram ambos os ensaios, no fim do ano letivo (a) e no início do ano letivo (b).....	33

Capítulo 1

1. Introdução

O envelhecimento da população tem vindo a assumir, ao longo das últimas décadas, um destaque não negligenciável no âmbito da saúde pública a nível mundial. Portugal tem vindo a registar profundas alterações demográficas caracterizadas pelo aumento da população idosa. Em 2015, as pessoas com 65 anos ou mais representavam 20.5% de toda a população residente em Portugal. Em 2016 a esperança média de vida atingiu os 74.4 anos para os homens e 83.2 anos para as mulheres. O índice de envelhecimento em Portugal passou de 27.5% em 1961 para 143.9% em 2015 (Costa, et al., 2017). Portugal perderá população e o número de idosos até 2031 passará de 2.1 para 2.8 milhões. Face ao decréscimo da população jovem, a par do aumento da população idosa, o índice de envelhecimento mais do que duplicará, passando de 147 para 317 idosos, por cada 100 jovens, em 2080 (Estatística, 2017).

A idade avançada é acompanhada de alterações do sistema neuromuscular, incluindo a força muscular alterada, equilíbrio, mobilidade articular e aptidão cardiovascular. Essas mudanças podem contribuir para um declínio na mobilidade no desempenho das atividades da vida diária. A mobilidade reduzida é uma preocupação significativa em adultos mais velhos e é um fator de risco para morbidez, incapacidade e mortalidade. Espera-se que as mudanças do sistema neuromuscular contribuam para a redução da mobilidade impactando a mecânica da marcha. Embora os mecanismos precisos para mudanças do sistema neuromuscular e a diminuição da mobilidade permaneçam obscuros, geralmente é acordado que deficiências da marcha ou alterações na marcha associadas ao sistema neuromuscular de envelhecimento desempenham um papel importante nas limitações funcionais que afetam os idosos (Boyer, Johnson, Banks, & Hafer, 2017).

Os estudos biomecânicos de membros inferiores na literatura podem ser amplamente divididos em cinemática, termografia e eletromiografia. A Cinemática envolve a gravação de dados de movimento ótico para identificar e calcular posições, ângulos, velocidades e acelerações de segmentos do corpo e articulações. Isso é feito frequentemente a partir de múltiplos planos, incluindo frontal, sagital e transversal (Ogbonmwan, Kumar, & Paton, 2018). A Termografia ou termografia infravermelha, consiste numa técnica de diagnóstico por imagem, é uma técnica

segura, não invasiva e de baixo custo que permite o registo rápido e não invasivo da energia radiante libertada do corpo (Fernández-Cuevas, et al., 2015) . A Eletromiografia (EMG) é uma técnica usada para medir a atividade muscular do músculo esquelético, incluindo a duração, a amplitude e o tempo de ativação muscular. Comumente, isso envolve o uso de elétrodos ligados à superfície da pele sobre o músculo testado. Em estudos da marcha, a EMG pode ser usada para analisar diferentes músculos que são ativados durante o ciclo da marcha (Ogbonmwan, Kumar, & Paton, 2018).

Devido ao aumento contínuo da população idosa que tem vindo a ser registado nas últimas décadas, é cada vez mais importante tentar fornecer uma melhor qualidade de vida, começando pelo estudo do seu corpo, de forma a que as suas atividades diárias, como uma simples caminhada seja mais fácil de ser executada. Por esse motivo esta dissertação centra-se no estudo de perceber como a execução regular de exercício físico pode contribuir para que os idosos possam ter a sua vida mais facilitada, percebendo assim as alterações mais frequentes a nível da marcha quando os idosos praticam regularmente exercício físico e quando deixam de o praticar.

1.1. Objetivos

Esta dissertação é a continuação de um estudo realizado na cadeira de projeto do curso de Engenharia Biomédica, mas desta vez, o objetivo é realizar um estudo mais aprofundado, onde se irá avaliar as alterações verificadas na marcha quando os idosos praticam exercício físico regular e planeado e quando estes deixam de praticar exercício regular e planeado. Para tal foram feitas as avaliações no final do programa de atividade física regular e após três meses de interregno, devido às férias.

De forma a realizar um estudo mais aprofundado foi avaliada a cinemática, a termografia e a eletromiografia, onde com a cinemática se avaliou o ângulo de curvatura das costas e perna, bem como o *swing*, com a termografia obteve-se a temperatura corporal dos idosos e com a eletromiografia avaliou-se a atividade elétrica dos músculos, estas avaliações como referido anteriormente realizaram-se em dois períodos, o primeiro período após um ano de exercício regular e orientado e o segundo período depois passados três meses após as férias do verão, estes dois estudos permitem uma comparação para chegar ao objetivo principal deste trabalho,

que é perceber quais as alterações frequentes a nível da marcha dos idosos, quando estes são praticantes de exercício físico.

1.2. Motivações

A principal motivação para a realização deste trabalho foi tentar perceber como reagem o corpo dos idosos ao exercício e com isto poder melhorar a sua vida. Quanto mais estudos realizados a esta população, melhor se pode entender os benefícios do exercício, e com isso melhorar a sua qualidade de vida, tendo como vantagem a diminuição dos custos, pois se for observado que o exercício melhora em muito a vida destes indivíduos, menos ajuda eles necessitam para executarem simples tarefas da vida diária e com isso não precisam de contratar pessoas para os auxiliarem e diminuem os seus custos no sistema nacional de saúde.

1.3. Estrutura Organizada

Este trabalho encontra-se organizado através de capítulos, cada capítulo encontra-se explicado da seguinte maneira:

No **Capítulo 1** apresenta-se a introdução, os objetivos do trabalho e as motivações para a realização deste, bem como a sua estrutura organizada.

No **Capítulo 2** apresentam-se os conceitos teóricos, ou seja, é realizada uma abordagem teórica dos temas importantes utilizados para a compreensão e execução deste trabalho, como por exemplo, saber como funciona o sistema muscular, o sistema esquelético, a coluna vertebral e a parte inferior humana, que são as estruturas do corpo mais avaliadas ao longo deste trabalho, entre outras.

No **Capítulo 3** realiza-se uma descrição da amostra, bem como uma abordagem aos materiais e métodos utilizados e quais as suas finalidades para este trabalho. Neste capítulo apresenta-se também, na fase final o protocolo seguido para a execução deste estudo.

No **Capítulo 4** encontram-se os resultados obtidos com a utilização de cada método, bem como uma abordagem do que se observa através dos ensaios executados.

Por fim no **Capítulo 5** apresenta-se a conclusão do que foi observado durante a execução desta tese, bem como as dificuldades encontradas ao longo da realização da mesma e trabalhos que podem vir a ser realizados no futuro.

Em **Anexo** colocou-se todo o material obtido na realização da cinemática, termografia e eletromiografia, encontrando-se divididos da seguinte maneira:

No **Anexo A** encontram-se os dados relativos à cinemática, dividindo-se em subcapítulos, o **Anexo A.I** e o **Anexo A.II**, no **Anexo A.I** colocaram-se os dados obtidos para o ângulo das costas e da perna e no **Anexo A.II** os dados relativos ao *Swing*.

No **Anexo B** apresentam-se os dados obtidos com a realização do ensaio da termografia.

No último anexo, no **Anexo C**, observam-se os dados relativos à eletromiografia.

Capítulo 2

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Sistema Esquelético e Sistema Muscular e as suas principais funções

Segundo (Seeley, Stephens, & Tate, 2011) o sistema esquelético (Figura 1) constitui a matriz estrutural que proporciona ao corpo a sua forma e dá proteção às partes moles e órgãos internos.



Figura 1 - Sistema esquelético e sistema muscular (Templates & MyBLOGGERTHEMES, 2018).

O sistema esquelético possui quatro componentes: ossos, cartilagens, tendões e ligamentos. Este apresenta como principais funções o suporte e proteção, possibilita os movimentos do corpo, armazena minerais e gordura e é o local de produção de células sanguíneas.

- Suporte – O suporte é conseguido na sua maioria pelo osso, que sendo rígido e forte, bem como o principal componente do sistema esquelético, está bem adaptado para suportar pesos, por esse motivo é o principal tecido de suporte do organismo. A cartilagem apresenta também um papel importante no suporte, pois esta possui um suporte firme, ainda que no interior de certas estruturas se apresente flexível. Como exemplo temos a cartilagem hialina esta cartilagem associa-se mais intimamente ao osso, permitindo o

crescimento e reparação do mesmo. Por fim também importante no suporte são os ligamentos que são bandas resistentes de tecido conjuntivo fibroso que se inserem nos ossos e os mantêm unidos.

- Proteção – Devido à elevada dureza do osso, este protege os órgãos que envolve.
- Movimento – Os músculos esqueléticos inserem-se nos ossos através de tendões, estes são bandas resistentes de tecido conjuntivo. O movimento é obtido através da contração dos músculos esqueléticos provocando o movimento dos ossos e consequentemente origina o movimento do corpo. O movimento entre os ossos, ocorre devido às articulações, estas formam-se onde dois ou mais ossos se reúnem. A cartilagem e os ligamentos tal como no suporte também apresentam um importante papel no movimento, pois como a cartilagem cobre as extremidades dos ossos em algumas articulações, permite que os ossos se movam livremente, mas os ligamentos permitem apenas alguns movimentos limitando os movimentos excessivos.
- Armazenamento – O armazenamento ocorre devido a alguns minerais presentes no sangue serem captados pelos ossos e por eles armazenados. Caso o nível destes minerais diminuam no sangue, estes são libertados dos ossos para o sangue. Os principais minerais armazenados são cálcio e fósforo, bem como gordura (tecido adiposo), mas este último, caso sejam necessárias são libertadas para a corrente sanguínea e utilizadas por outros tecidos como fonte de energia.
- Produção de células sanguíneas – Muitos ossos contêm cavidades cujo o interior está preenchido por medula óssea vermelha, que dá origem a células sanguíneas e plaquetas (Seeley, Stephens, & Tate, 2011).

Em suma, o sistema esquelético serve de suporte para os tecidos moles e protege os órgãos vitais como os contidos nas caixas cranianas e torácica e no canal raquidiano. Aloja e protege a medula óssea, responsável pela formação de células sanguíneas. Proporciona apoio aos músculos esqueléticos, transformando as suas contrações em movimentos úteis, e constitui um sistema de alavancas que amplia as forças geradas na contração muscular. Além destas funções, os ossos funcionam como depósito de cálcio, fosfato, entre outros, armazenando-os ou libertando-os de forma controlada, para que as concentrações desses

iões se mantinham constantes nos líquidos corporais. Os ossos ainda são capazes de absorver toxinas e metais pesados, para que os efeitos adversos noutros tecidos sejam minimizados (Junqueira & Carneiro, 2008).

O sistema muscular apresentado na Figura 1 centra-se em células musculares que funcionam como pequenos motores que produzem as forças responsáveis pelo movimento dos membros, coração e outras partes do corpo. Os movimentos do corpo são realizados por cílios ou flagelos à superfície de algumas células, por efeito da gravidade ou por contração muscular. A maior parte dos movimentos desde o bater do coração ao correr a maratona resulta de contração muscular (Seeley, Stephens, & Tate, 2011).

Existem três tipos de tecido muscular: esquelético, liso e cardíaco. Como o músculo é o foco do sistema muscular, como o próprio nome indica, é importante saber quais as suas principais funções e em que consistem sendo elas:

- O movimento corporal – Que como a maior parte dos músculos esqueléticos se ligam aos ossos, este depende de controlo consciente, sendo responsável pela maioria dos movimentos do corpo, como por exemplo andar, correr, mastigar e manipular objetos.
- A manutenção da postura – Como os músculos esqueléticos mantêm constantemente o tônus, isto permite que um individuo fique sentado ou de pé.
- A respiração – A respiração ocorre devido aos músculos do tórax serem responsáveis pelos movimentos responsáveis à respiração.
- A comunicação – Todos os aspetos da comunicação como falar escrever, gestos ou expressões faciais envolvem os músculos esqueléticos.
- A constrição de órgãos e vasos – A contração do musculo liso nas paredes dos órgãos internos e dos vasos provoca a constrição destas estruturas. Esta constrição ajuda a deslocar, a misturar alimentos e a levar a água ao longo do tubo digestivo, expulsa as secreções orgânicas e regula o fluxo nos vasos sanguíneos.
- O batimento cardíaco – A contração do músculo cardíaco provoca o batimento cardíaco e bombeia o sangue para todas as partes do corpo (Seeley, Stephens, & Tate, 2011).

O tecido muscular é altamente especializado, permitindo a contração ou o encurtamento forçado do mesmo. O processo metabólico consegue energia a partir das moléculas de nutrientes, parte desta energia é usada na contração muscular e a restante é usada noutros processos celulares ou libertada sob a forma de calor.

O músculo possui quatro características funcionais fundamentais para o seu bom funcionamento, a contratilidade que designa a capacidade que o músculo tem de se contrair, produzindo assim uma determinada força, a excitabilidade, que corresponde à capacidade que o músculo tem para responder a um estímulo, a extensibilidade, que significa que o músculo pode ser estendido até ao seu comprimento normal em repouso ou para além desse comprimento e por fim a elasticidade, esta é responsável pelo retorno do músculo ao seu comprimento original após ser estendido (Seeley, Stephens, & Tate, 2011).

Após um breve conhecimento das principais funções do sistema músculo-esquelético, abordaram-se as zonas que irão ser analisadas para a execução desta dissertação, a coluna vertebral e o membro inferior humano.

2.1.1. Coluna Vertebral

A coluna vertebral (Figura 2), também designada por ráquis, é formada pela sobreposição das vertebbras, desde o atlas até ao cóccix, esta possui um comprimento médio de 75cm e é habitualmente constituída por 26 ossos e 33 vertebbras, que se dividem em 4 regiões ou 5 regiões, existem livros que dividem em 5 separando o sacro e cóccix e outros em 4, não separando o sacro e o cóccix, eu irei assumir que são 4 regiões, que indo de cima para baixo são a coluna cervical, constituída por sete vertebbras cervicais, a coluna torácica constituída por doze vertebbras torácicas, a coluna lombar constituída por cinco vertebbras lombares e a coluna sacro-cóccigea, formada pelo sacro, com cinco vertebbras soldadas e pelo cóccix formado por quatro ou cinco vertebbras soldadas entre si. As vertebbras cervicais são designadas por “C”, as torácicas por “T” e as lombares por “L” (Seeley, Stephens, & Tate, 2011; Pina, 1999; Drake, Vogl, & Mitchell, 2005).



Figura 2 - Coluna vertebral vista do lado esquerdo (Seeley, Stephens, & Tate, 2011).

A coluna vertebral apresenta quatro curvaturas principais, possíveis de serem observadas na Figura 2. A região cervical que é convexa para diante, a região torácica que é côncava para diante, a região lombar é convexa para diante e por fim a região sacrada e coccígea que no seu conjunto são côncavas para diante (Seeley, Stephens, & Tate, 2011).

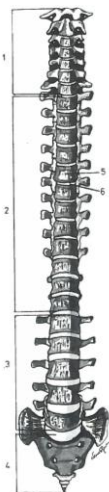


Figura 3 - Coluna vertebral vista pela face anterior. 1) Coluna cervical, 2) coluna torácica, 3) Coluna Lombar, 4) Coluna Sacro, 5) Corpo ou corpo vertebral e 6) Disco intervertebral (Pina, 1999).

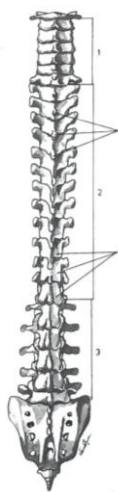


Figura 4 - Coluna vertebral vista pela face posterior. 1) Curvatura lateral cervical, 2) Curvatura lateral dorsal, 3) Curvatura lateral lombar, 4) Crista espinhal e 5) Goteiras vertebrais (Pina, 1999).



Figura 5 - Coluna vertebral vista pela face lateral. 1) Curvatura cervical, 2) Curvatura Dorsal, 3) Curvatura Lombar, 4) Curvatura sacro-coccígea, 5) Corpo vertebral, 6) Pedículo, 7) Buraco de conjugação,

A coluna vertebral possui quatro faces, a face anterior, a face posterior e duas faces laterais e no seu interior a coluna vertebral apresenta o canal vertebral ou raquidiano.

A face anterior (Figura 3) é constituída pelo corpo ou corpos vertebrais (Figura 3 zona 5) que contêm uma forma de cilindro sendo a parte com maior dimensão e entre eles encontram-se os discos intravertebrais (Figura 3 zona 6), são constituídos por fibrocartilagem, proporcionam um suporte adicional e evitam que os corpos vertebrais façam atrito uns contra os outros, estes são formados por um anel fibroso exterior periférico e por um núcleo pulposo gelatinoso interior, com a idade estes vão sendo comprimidos de tal modo que a distância entre as vértebras vão diminuindo, diminuindo assim a altura total do indivíduo. A face posterior (Figura 4), indo do interior da coluna para fora, esta apresenta a crista espinhal (Figura 4 zona 4), que é constituída pelo conjunto das apófises espinhosas, que é o local de inserção de músculos e reforça a coluna vertebral permitindo-lhe o movimento, apresenta também goteiras vertebrais (Figura 4 zona 5), que são formadas pelas lâminas vertebrais. Por fim as faces laterais (Figura 5) onde cada face apresenta indo da direita para a esquerda, os corpos vertebrais (Figura 5 zona 5), os pedículos (Figura 5 zona 6), os buracos de conjugação (Figura 5 zona 7), que são aberturas entre duas vértebras adjacentes pelo qual os nervos raquidianos saem do canal vertebral, as apófises articulares (Figura 5 zona 8), contêm facetas articulares pelas quais as vértebras se articulam umas às outras e as apófises transversas (Figura 5 zona 9) que é o local de inserção muscular.

O canal vertebral ou raquidiano encontra-se em toda a extensão da coluna vertebral, sendo prismático triangular nas colunas cervical e lombar e cilíndrica na coluna dorsal. Ao nível da coluna esta é triangular em cima, e está configurada em goteira aberta para trás e ladeado pelos “cornos” do sacro, em baixo (Seeley, Stephens, & Tate, 2011; Pina, 1999).

As funções principais da coluna vertebral são: o suporte da cabeça e do tronco, este suporte é conseguido através do conjunto dos corpos vertebrais e dos discos intravertebrais que suportam o peso da cabeça, do tronco e dos membros inferiores, transformando a coluna vertebral num órgão estático. Protege a medula espinhal, sendo que a coluna vertebral é transformada num órgão protetor não só da medula espinhal, bem como das raízes dos nervos raquidianos e

das meninges devido ao seu canal vertebral e das suas paredes. Permite o movimento quer de uma vertebra quer do ráquis em conjunto, devido ao conjunto dos arcos vertebrais, transformando a coluna vertebral num órgão cinético ou de movimento (Pina, 1999).

2.1.2. Membro Inferior Humano

O membro inferior humano apresenta como principais funções o suporte do corpo com o mínimo gasto de energia, bem como a sua movimentação através do espaço e também é responsável por manter uma postura ereta e bípede (Drake, Vogl, & Mitchell, 2005; Palastanga, Field, & Soames, 2002). Os membros inferiores são compostos por 60 ossos, cada membro inclui um fémur na coxa, a patela, a fíbula, e a tíbia na perna, o tarso, o metatarso e as falanges no pé, possíveis de ver na Figura 6 (Tortora, 2000).

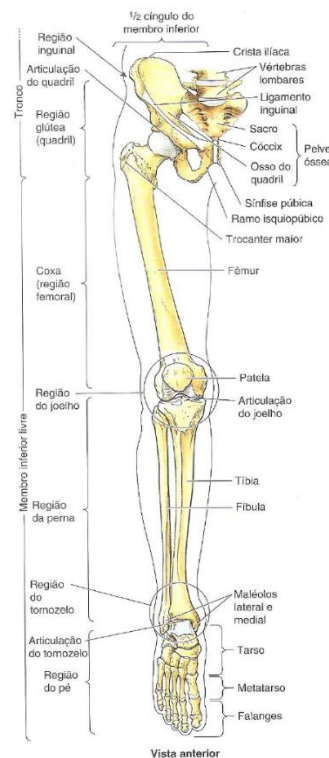


Figura 6 - ossos do membro inferior (adaptado de (Nelson, 2019)).

O fémur é o osso da coxa, é o osso mais pesado e longo do corpo humano. A sua extremidade proximal articula-se com o osso da anca e a extremidade distal articula-se com a tíbia, articulando-se também com a patela. O fémur encontra-se dividido pelo corpo ou haste, cabeça, colo e trocânter maior. O corpo ou haste curva-se medialmente de modo a que as articulações do joelho são trazidas mais próximas à linha de gravidade. O acetábulo do osso da anca articula-

se com a cabeça do fêmur o colo do fêmur é uma região abaixo da cabeça. Por fim o trocanter maior encontra-se no lado da anca e é uma projeção palpada. A extremidade distal do fêmur expande-se no côndilo medial e lateral, que se articula com a tíbia. E a patela encontra-se localizada entre estes dois côndilos, este é um osso sesamoide, o maior osso sesamoide do corpo humano e desenvolve-se no tendão dos músculos quadríceps da coxa (Drake, Vogl, & Mitchell, 2010; Tortora, 2000).

A perna contém dois ossos a tíbia e a fíbula, a tíbia trata-se do maior osso da perna e sustenta o peso corporal, na extremidade proximal esta articula-se com o fêmur e a fíbula e na extremidade distal com a fíbula e o osso tálus do tarso. A superfície medial da extremidade distal da tíbia forma o maléolo medial, que se articula com o osso tálus do tarso e a incisura fíbular articula-se com a fíbula. A fíbula é paralela à tíbia e consideravelmente menor, esta não faz parte da articulação do joelho e forma somente a região mais lateral do tornozelo. A extremidade proximal da fíbula articula-se com o côndilo lateral da tíbia logo abaixo da articulação do joelho e a extremidade distal tem uma projeção denominada maléolo lateral que se articula com o tálus do tarso. A porção inferior da fíbula também se articula com a tíbia na incisura fíbular. A tíbia e a fíbula são unidas ao longo do seu comprimento por uma membrana interóssea (Drake, Vogl, & Mitchell, 2010; Tortora, 2000).

Por fim temos os ossos dos pés, que se denominam por tarso, metatarso e falanges. O tarso é um termo coletivo para os seus sete ossos, que são o tálus e o calcâneo que estão localizados na parte posterior do pé, os ossos cuboides, navicular e os três ossos cuneiformes (medial, intermédio e lateral), que se localizam na parte anterior do pé. O tálus é o único osso do pé que se articula com a fíbula e a tíbia, este é circundado pelo maléolo medial da tíbia e o maléolo lateral da fíbula. O osso do calcanhar é o osso mais forte do tarso. Os ossos do tarso articulam-se com o do metatarso através de articulações tarsometatársicas. O metatarso consiste em cinco ossos numerados de I a V da posição medial para lateral, estes ossos possuem uma base proximal, um corpo médio e uma cabeça distal, tal como as falange, apenas o dedo grande possui duas falanges, proximal e distal os restantes dedos possuem três (proximal, medial e distal) (Tortora, 2000).

Os músculos do membro inferior podem ser divididos nos músculos que intervêm no movimento da coxa, da perna, do tornozelo e do pé, estes são os maiores e mais poderosos

músculos do corpo humano, uma vez que estes músculos, possuem um papel importante na estabilidade, locomoção e na manutenção da postura.

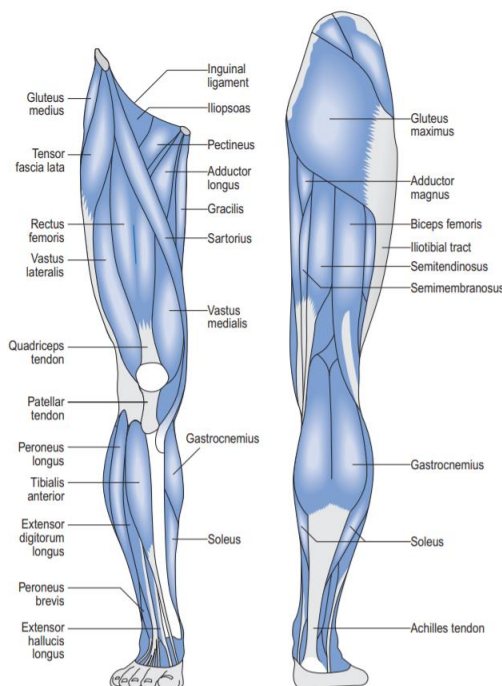


Figura 7 - músculos superficiais da perna direita (adaptado de (Whittle, 2007)).

Os músculos da coxa estão organizados por compartimentos, anterior, medial e posterior e existe também músculos situados lateralmente. Os músculos anteriores agem sobre as articulações da anca e do joelho, estes músculos são o psoas maior e o íliaco, que em conjunto, estes são referidos como iliopsoas, estes músculos são os responsáveis pela flexão da coxa, neste compartimento existem também os músculos sartório, reto femoral, que atuam sobre as articulações da coxa e do joelho e os músculos vastos (medial, intermédio e lateral), estes últimos atuam apenas sobre a articulação do joelho. No compartimento medial, existem seis músculos, o grácil, o pectíneo, os adutores (longo, curto e magno) e a obturador externo, todos estes músculos exceto o obturador externo possuem como principal função a adução da coxa, sendo que os adutores longos e magnos podem também rodar medialmente a coxa e o obturador externo roda lateralmente a coxa. Existe apenas um músculo situado lateralmente, que é o músculo da fáscia lata. Por fim no compartimento posterior existem apenas três músculos, o bíceps femoral, o semitendíneo e o semimembranáceo, todos estes músculos atravessam articulações da anca e do joelho (Drake, Vogl, & Mitchell, 2010; Seeley, Stephens, & Tate, 2011; Tortora, 2000; Whittle, 2007).

Os músculos que atuam na perna e no pé também se encontra organizado em compartimentos, o compartimento posterior (flexor) é assim denominado, pois estes músculos fletam a perna mas também estendem a coxa, este compartimento encontra-se organizado em dois grupos, superficial e profundo, no grupo superficial encontram-se três músculos, o gastrocnêmio, o plantar e o sóleo, estes músculos são grandes e poderosos, pois são os grandes responsáveis por impulsionar o corpo para a frente durante a caminhada e podem elevar o corpo sobre os dedos quando em pé, isto acontece porque estes músculos partilham o tendão de Aquiles que é o tendão mais forte do corpo. No grupo profundo, que é o responsável pela flexão plantar do pé, existem quatro músculos, o poplíteo, o flexor longo de hálux (dedo grande do pé), o flexor longo dos dedos e o tibial posterior, o músculo poplíteo age sobre o joelho, enquanto os outros três agem sobre o pé (Drake, Vogl, & Mitchell, 2010; Tortora, 2000).

O compartimento lateral contém os músculos que são responsáveis pela flexão plantar do pé e pela sua inversão (girando o calcanhar para fora) e este compartimento contém dois músculos, o fibular longo e curto (Drake, Vogl, & Mitchell, 2010; Tortora, 2000).

Por fim temos os músculos do compartimento anterior, este possui quatro músculos, o tibial anterior, o extensor longo de hálux, o extensor longo dos dedos e o fibular terceiro, estes músculos em conjunto realizam a dorsiflexão do pé, estendendo os dedos e invertendo o pé (Drake, Vogl, & Mitchell, 2010).

2.3. Definição de Biomecânica

Embora as definições de biomecânica sejam variadíssimas, pode dizer-se que a biomecânica é o estudo do comportamento de sistemas biológicos tendo por base os conceitos e as leis da Mecânica (Calhau, Pisco, Valente, & Santo, 2008).

A palavra biomecânica é uma palavra composta por bio + mecânica, esta cruza as esferas da biologia e da mecânica, ou seja, é o estudo da biologia através da física. A biomecânica é a área da biofísica que se dedica ao estudo dos seres vivos, ou sistemas biológicos, com base em princípios, leis e métodos da mecânica. A biologia centra-se no estudo da vida e a mecânica, que sendo um ramo da física que se preocupa com a descrição do movimento e com as forças

que criam esse mesmo movimento, encontra-se centrada nesse estudo (Vilas-Boas, 2016; Knudson, 2003).

A biomecânica é a área da biofísica que se dedica ao estudo dos seres vivos, ou sistemas biológicos com base em princípios, leis e métodos da mecânica.

A biomecânica fornece ferramentas matemáticas necessárias para entender como os seres vivos se movimentam (Knudson, 2003), esta é descrita como a ciência que estuda as forças internas e externas que atuam no corpo humano e, os efeitos produzidos por essas forças. Ou seja, esta definição não será mais do que uma adaptação da definição de mecânica, mas desta feita, aplicada a sistemas biológicos, neste caso o corpo humano. Nesta descrição de biomecânica observa-se a existência de dois campos de estudo distintos: o estudo das forças internas e das forças externas e, as suas repercussões. Assim, pode-se distinguir a existência da biomecânica interna e, da biomecânica externa (Barbosa, 2010).

Segundo (Amadio & Serrão, 2007), a biomecânica, pode ser dividida em dois campos de estudo distintos a biomecânica interna e a biomecânica externa, como já referido, isto acontece devido à sua grande diferença de abordagens e aplicações (Amadio & Serrão, 2007; Barbosa, 2010). A biomecânica interna preocupa-se com as forças internas, que se centra nas forças transmitidas pelas estruturas biológicas internas do corpo, tais como forças musculares, forças nos tendões, ligamentos, ossos e cartilagens articulares, entre outras. A determinação das forças internas dos músculos e das articulações representa ainda um problema metodológico não totalmente resolvido na biomecânica, mas seguramente constituem-se na base fundamental para melhor compreensão de critérios para o controlo do movimento. A biomecânica externa representa os parâmetros de determinação quantitativa e ou qualitativa referente às mudanças de lugar e posição do corpo humano em movimentos desportivos, com auxílio de medidas descritivas cinemáticas e/ou dinâmicas, portanto aquelas que se referem às características observáveis exteriormente na estrutura de movimento (Amadio & Serrão, 2007). Torna-se assim possível analisar e descrever qualquer tipo de movimento realizado pelo corpo humano, embora de forma aproximada, dada a enorme complexidade deste sistema biológico (Calhau, Pisco, Valente, & Santo, 2008).

2.4. A Marcha

A marcha é definida como a forma de deslocamento na posição bípede do ser humano, sendo também a ação através da qual o corpo se move através do espaço aquático, aéreo e terrestre. Esta é conseguida através de movimentos coordenados dos segmentos corporais aproveitando a vantagem de uma interação de forças internas e externas e é acompanhada pela ação do sistema neuro-músculo-esquelético (Sousa A. S., 2010).

A marcha humana normal, tem sido descrita como uma série de movimentos alternados e rítmicos das extremidades e do tronco e que faz com que o centro de gravidade e o corpo se movam para a frente (Ali, et al., 2017; Osorio & Valencia, 2013)

Embora existam pequenas diferenças na maneira de como a marcha é executada de um indivíduo para outro, essas diferenças caem dentro de pequenas diferenças. O ciclo da marcha começa quando o pé entra em contato com o solo e termina com o próximo contato com o chão do mesmo pé. Os dois principais componentes do ciclo da marcha são: a fase de apoio e a fase de balanço. Uma perna está na fase de apoio quando está em contato com o solo e está na fase de balanço quando não está em contato com o solo (Osorio & Valencia, 2013).

De forma a se obter uma melhor compreensão do que ocorre no ciclo da marcha explicar-se-á mais detalhadamente.

2.4.1. Ciclo da Marcha

O ciclo da marcha é a sequência de movimento que ocorre entre dois contactos sucessivos do mesmo pé com o solo, esta está representada na Figura 8 e começa quando um dos calcanhares, neste caso o calcanhar do pé direito atinge o solo, suportado pela perna direita, o peso corporal desloca-se para a frente à medida que a perna esquerda flete na anca e nos joelhos e se inclina para a frente, atingindo eventualmente o calcanhar do pé esquerdo no chão. O peso então desloca-se para a frente na perna esquerda, enquanto a perna direita se inclina para a frente e atinge novamente o solo. Assim, enquanto uma perna está em fase de apoio, a perna oposta encontra-se em fase de balanço. Estas são as duas principais fases do ciclo de marcha, a fase de apoio em que o pé está em contacto com a superfície de apoio, e a fase de balanço, que corresponde ao período em que o pé não está em contacto com a superfície de apoio, esta fase

apenas termina quando o calcanhar contacta novamente com o solo. Existem também períodos de suporte duplo, durante os quais ambas as pernas fazem contacto com o solo, normalmente este período compreende aproximadamente 10% do ciclo da marcha, mas aumentam como compensação pela instabilidade em muitas marchas anormais (Baker & MD, 2017).

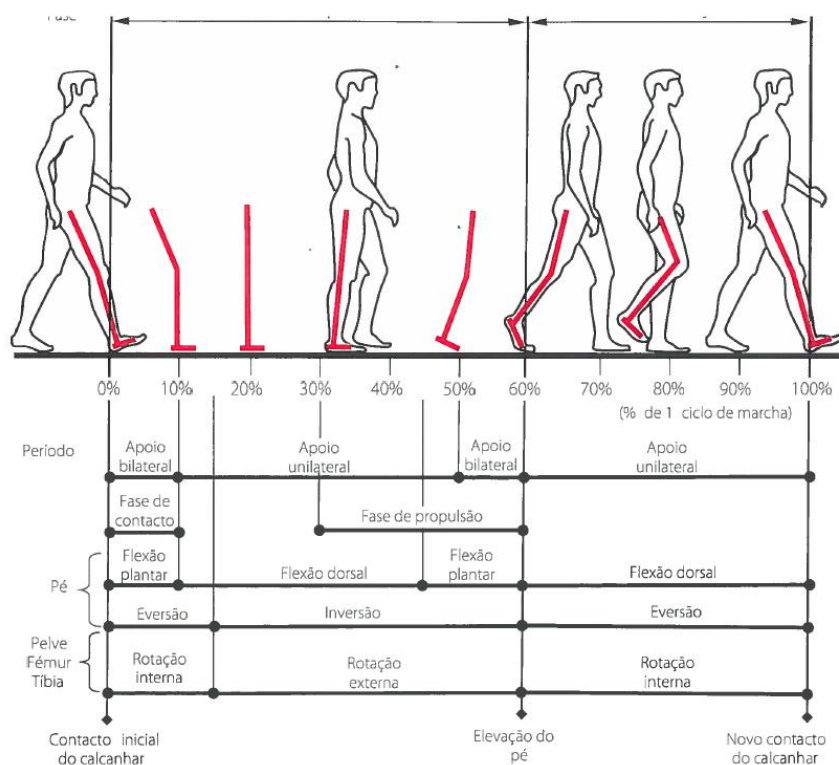


Figura 8 - Ciclo de marcha da perna direita, com fase de apoio e de balanço e indicação das subfases e rotação dos segmentos anatómicos (Completo & Fonseca, 2011).

O ciclo da marcha, dura aproximadamente um segundo, sendo que a fase de apoio ocupa entre 51 a 60% do ciclo e a fase de balanço entre 38 e 40% do ciclo. Cada uma destas fases pode ainda ser dividida em subfases (Figura 9). No caso da fase de apoio, esta pode ser dividida em diferentes períodos, sendo eles: o contacto inicial, apoio bilateral, apoio unilateral e propulsão. O início do período de contacto acontece quando o calcanhar atinge o solo, como já referido, e termina aquando da subida do pé contralateral. Este período também é denominado de apoio duplo e receção de carga, este ocupa cerca de 10% do ciclo de marcha e 18% da fase de apoio. As funções essenciais deste período são a dissipação das forças resultantes do contacto do calcanhar com o solo e a adaptação às suas irregularidades. No momento em que o calcanhar contacta com o solo, a ação da força de reação deste provoca a rotação interna de todo o membro

inferior simultaneamente com o movimento de flexão plantar e eversão do pé. O período de apoio unilateral inicia-se logo após a elevação do pé contralateral e termina com o início da elevação do calcanhar do pé, designando-se esta fase por fase média de apoio, Figura 9. Este período, ocupa cerca de 20% do ciclo de marcha e 30% da fase de apoio, o peso do indivíduo recai sobre um dos membros, enquanto o outro está em fase de balanço. O período propulsivo inicia-se na elevação do calcanhar do pé apoiado e termina com a elevação da zona digital do mesmo pé, esta fase ocupa cerca de 30% do ciclo de marcha e 50% da fase de apoio e engloba a fase de apoio final e a fase de pré-balanço. Neste período, todo o membro inferior a executar a propulsão está em extensão e realiza uma ligeira flexão. A fase inicial do balanço inicia-se aquando da elevação do pé de apoio e termina com ambos os pés em posição contígua. Já a fase média de balanço termina com a tíbia do pé de apoio na posição vertical, sendo que a fase final de balanço termina com o contacto do calcanhar do pé. Durante a fase de balanço, o avanço do membro é facilitado pela posição fletida da articulação do joelho (Completo & Fonseca, 2011).

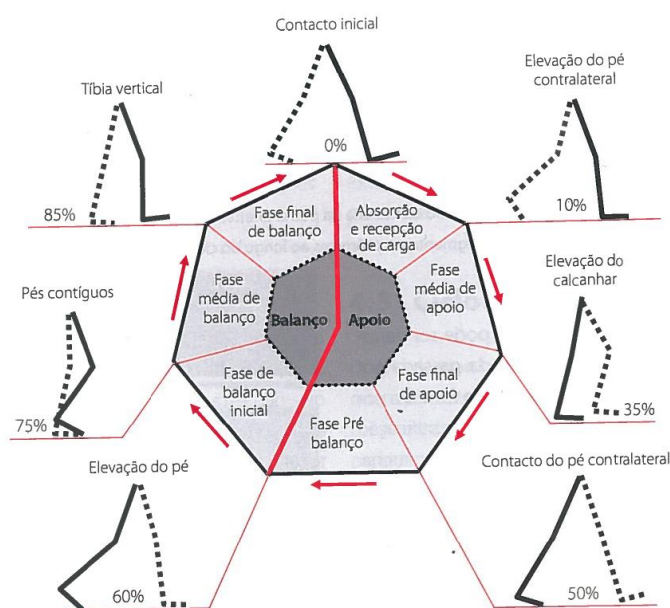


Figura 9 - Representação das subfases do ciclo da marcha (Completo & Fonseca, 2011).

Existem diversos parâmetros importantes relacionados com o ciclo da marcha, dentro desses parâmetros encontra-se o tempo e a distância, esses serão apresentados na Tabela 1, estes são afetados por diversos fatores, como a idade, género e o peso (Sousa A. S., 2010). Nos diversos parâmetros existem variáveis que devem ser consideradas para o estudo do ciclo da marcha, como por exemplo no parâmetro do tempo deve se ter em atenção o tempo de apoio simples

e duplo, o tempo de balanço entre outros, em relação ao parâmetro da distância deve-se se ter em atenção o comprimento do passo, da passada, entre outros. Todos estes parâmetros estão apresentados na Tabela 1 (Sousa A. S., 2010; Silva J. R., 2015):

Tabela 1 - Parâmetros de tempo e distância.

Parâmetros de Tempo		Parâmetros de Distância	
Variáveis	Definição	Variáveis	Definição
Tempo de apoio Simples	Período em que apenas um pé se encontra apoiado no solo. Esta aumenta com a idade e diminui com o aumento da velocidade da marcha.	Cumprimento do passo	Distância linear entre dois contactos sucessivos de pés opostos, ou seja, distância entre o contacto inicial do calcanhar de um pé até ao contacto do calcanhar do pé oposto.
Tempo de apoio duplo	Período em que os dois pés se encontram em contacto com o solo.	Cumprimento da passada	Distância entre dois eventos sucessivos acompanhados pelas mesmas extremidades, isto é, é a distância que ocorre entre o contacto inicial do calcanhar de um pé, até ao próximo contacto do mesmo calcanhar.
Tempo de Balanço	Período de tempo em que o pé se encontra no ar, começa no momento em que os dedos começam a deixar o solo até o início do contato do calcanhar com o solo.	Grau de deslocamento dos dedos	Ângulo formado pela colocação do pé.
Tempo do passo	Tempo percorrido num único passo	Largura do passo	Distância paralela do ponto de contato do calcanhar de um pé com o solo até a linha de progressão à frente do ponto de contato do outro pé.
Tempo da passada	Quantidade de tempo decorrido na		

	distância linear entre dois eventos sucessivos que são realizados pelo mesmo membro, ou seja, o tempo entre o contacto inicial do calcanhar no chão e quando esse calcanhar volta a tocar no chão novamente.		
Cadência	Número de passos realizados por unidade de tempo.		
Velocidade	Deslocamento realizado por unidade de tempo.		

Na Figura 10 é apresentado uma imagem onde explica a diferença entre o comprimento do passo e o comprimento da passada e a largura do passo.

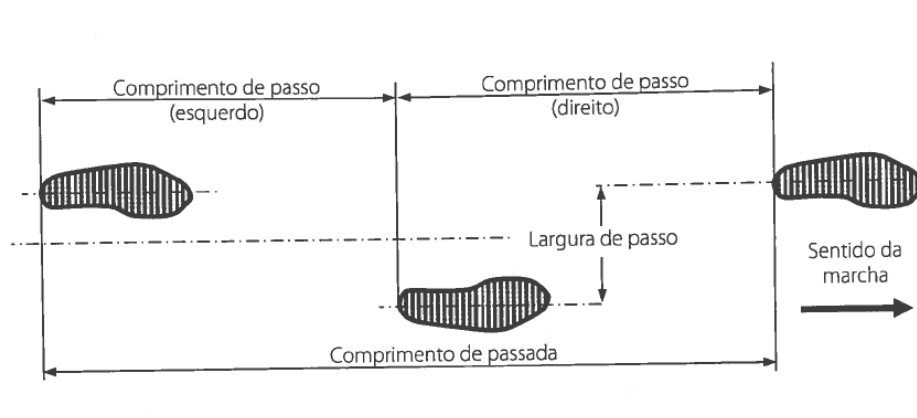


Figura 10 - Parâmetros do ciclo da marcha (Completo & Fonseca, 2011).

2.5. Métodos para análise da marcha

2.5.1. Biomecânica no estudo da Marcha

A principal dedicação da biomecânica é o estudo do movimento humano, possuindo alguns aspetos indispensáveis para o estudo da marcha, Segundo (Amadio, et al., 1998) os métodos utilizados pela biomecânica para abordar as diversas formas de movimento são: cinemática, a dinamometria, a eletromiografia e a antropometria, na Figura 11 apresentam-se os métodos de medição utilizados a nível da biomecânica.

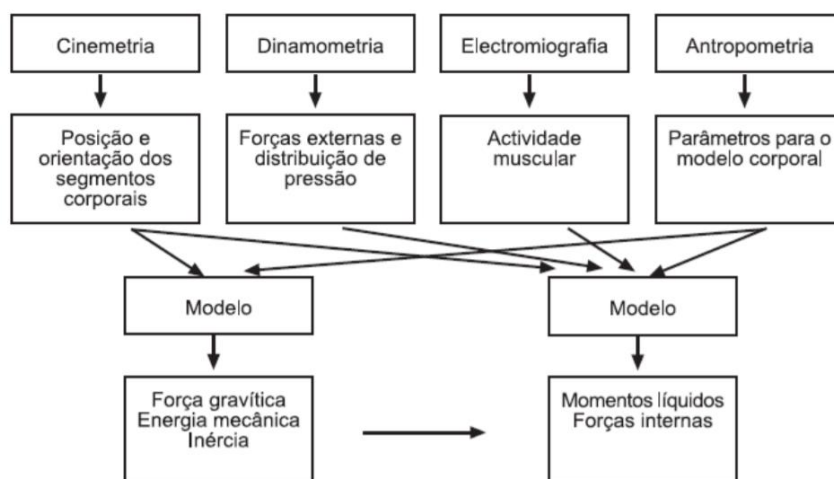


Figura 11 - Áreas para a completa análise biomecânica (Amadio, et al., 1998).

Para a execução desta dissertação de mestrado foi utilizada a Cinemática, a Termografia e a Eletromiografia (EMG), serão então abordados apenas os métodos utilizados e em que consistem.

2.5.1.1. Cinemática

A cinemática consiste na avaliação do movimento sem considerar as forças envolvidas. Na análise da marcha a cinemática é usada para o cálculo dos deslocamentos, das velocidades e das acelerações lineares e angulares presentes no movimento. O instrumento básico para medidas cinemáticas é baseado em câmaras de vídeo que registam a imagem do movimento e que através de *softwares* específicos procuram as variáveis de interesse (Completo & Fonseca, 2011; Amadio, et al., 1998).

Existem diversos processos de análise cinemática, como a cinematografia, a cronociclografia, cineradiografia e a estroboscopia, mas o processo mais frequente na análise cinemática e o mais utilizado é videografia. Existem dois tipos distintos de análises cinemáticas: as análises bidimensionais e as tridimensionais (Barbosa, 2010).

2.5.1.2. Termografia

A termografia por infravermelhos foi proposta como uma ferramenta para ser utilizada, com aplicações interessantes tanto na medicina do desporto quanto na fisioterapia, entre outras áreas (Marins, et al., 2013). A primeira aplicação médica de imagem térmica por infravermelhos foi em 1956. Desde então, a tecnologia evoluiu, tornando-se mais acessível e mais fácil de usar,

o que levou a um uso generalizado. Além disso, a resolução, o tamanho da imagem e a portabilidade tem vindo a melhorar constantemente e, conseqüentemente, é agora uma ferramenta reconhecida e útil na prática clínica (Sousa, et al., 2017).

Devido a todas as vantagens mencionadas, a utilização da termografia passa a ter um enorme interesse na análise da marcha (Rocha, Queijo, & Santos, 2015).

A termografia é uma técnica que grava o calor radiante de um corpo através da emissão de infravermelhos, que se encontra numa gama do espectro que o olho humano não consegue ver. Esta técnica permite a visualização da temperatura da superfície do corpo em tempo real com sensibilidade até 0,025 ° C e atinge uma precisão de 1% de forma não invasiva e sem contato físico com o individuo a ser analisado. Outras vantagens que esta técnica possui é que é rápida e inofensiva, altamente reprodutível e não envolve a emissão de radiação. Essas características permitem que os investigadores obtenham o perfil térmico local do individuo podendo ser realizada várias vezes sem que seja prejudicial para o paciente (Marins, et al., 2013).

No campo médico, a termografia por infravermelhos tem sido usada para identificar uma série de problemas relacionados a diferentes tipos de síndromes de dor, alterações na pele, defeitos vasculares, defeitos neurológicos, lesões musculares e tendinosas. Assim, a termografia pode ser uma ferramenta importante na prevenção de lesões quando diferenças térmicas são identificadas (Marins, et al., 2013).

Os mecanismos de vasoconstrição e vasodilatação são essenciais para coordenar a redistribuição do débito cardíaco para os músculos esqueléticos ativos durante o exercício. O excesso de calor produzido pela contração muscular aumenta a temperatura interna e estimula a transferência de calor para a superfície corporal e sudorese. A evaporação do suor reduz a temperatura da pele e aumenta o gradiente térmico entre o core e a pele, sendo este o principal mecanismo de dissipação de calor para o ambiente durante o exercício. Tendo em vista o importante papel da pele no processo de regulação da temperatura corporal, o monitoramento térmico da pele durante o exercício pode fornecer informações interessantes sobre o sistema termorregulatório humano. A temperatura da pele é determinada pela atividade metabólica de tecidos sobrejacentes à pele, fluxo sanguíneo local e intensidade de eliminação do suor. Portanto, espera-se que a ação de mecanismos termorregulatórios e hemodinâmicos durante o exercício induzam a alterações na temperatura da pele (Silva, et al., 2017).

2.5.1.3. Eletromiografia

O sinal elétrico que se encontra associado à contração do músculo é designado de eletromiografia (EMG). A EMG tem sido bastante importante para compreensão do comportamento e funcionamento biomecânico do sistema músculo-esquelético. A contração dos músculos esqueléticos é o resultado da variação química induzida pelo sistema nervoso na condutividade da membrana da fibra muscular. Estas variações que se propagam desde o ponto de excitação ao longo da fibra muscular são muitas vezes medidas através do recurso à EMG. O sinal elétrico pode ser medido através da utilização de elétrodos de profundidade, que são colocados no interior do músculo, ou por elétrodos de superfície, colocados sobre a pele (Completo & Fonseca, 2011).

Os músculos que movimentam o membro inferior, são na sua maioria, músculos superficiais, por esse motivo, a sua atividade pode ser adquirida através da eletromiografia de superfície (Completo & Fonseca, 2011).

A eletromiografia de superfície é uma técnica para medir o início da ativação muscular, a duração da ativação muscular e o nível de esforço muscular (Peres, Verona, Nisar, & Ritchey, 2016), esta é largamente utilizada nas diversas áreas da saúde para vários fins, como verificar o comportamento neuromuscular em algumas doenças ou lesões que afetam esse sistema, o efeito do desuso no nível de ativação muscular e também os efeitos e especificidades do exercício físico na função neuromuscular (Correa, Costa, & Pinto, 2012).

A utilização da eletromiografia na análise da marcha é uma atividade complexa, pois existem bastantes variáveis que influenciam a EMG e existem ainda, dificuldades em compreender a relação entre o sinal eletromiográfico e os processos fisiológicos (Completo & Fonseca, 2011).

Muitos fatores podem influenciar na recolha do sinal da eletromiografia. Os fatores que podem influenciar essa recolha divide-se em dois grandes grupos: fatores extrínsecos, que são aqueles que podem ser modificados e fatores intrínsecos, que não podem ser modificados. Na categoria dos extrínsecos encontram-se questões metodológicas importantes, como o modelo dos elétrodos, a posição dos elétrodos, a orientação dos mesmos, a pele, entre outros. Nos fatores intrínsecos, como a EMG capta o somatório dos potenciais de ação muscular (e muitas vezes não apenas de um músculo, mas também dos seus músculos vizinhos), as características das

Unidades Motoras, bem como dos tecidos dos sujeitos avaliados (gordura corporal, temperatura corporal, fluxo sanguíneo muscular) influenciam de maneira importante na recolha do sinal eletromiográfico (Correa, Costa, & Pinto, 2012).

Os elétrodo são dispositivos de entrada e saída de corrente num sistema elétrico. O elétrodo é o local de conexão entre o sistema de aquisição e o corpo, este deve ser colocado o mais próximo possível do músculo a ser analisado para que este capte a corrente iónica desse músculo. A área da interface elétrodo-tecido é chamada de superfície de deteção e esta comporta-se como um filtro passa-baixo e as características dependem do tipo de elétrodo e eletrólito utilizado (Marchetti & Duarte, 2006).

Os elétrodo de superfície, devido ao seu caráter não invasivo, na maioria dos casos são os mais utilizados. Além de possuir o benefício de se manusearem facilmente, a sua principal limitação é que apenas os músculos da superfície podem ser detetados (Konrad, 2006).

Estes elétrodo são ainda subdivididos em passivos, estes não possuem amplificação no próprio elétrodo detetando apenas o sinal eletromiográfico e enviando-o ao condicionador (amplificador associado ao filtro analógico) e ativos que realizam a amplificação do sinal detetado antes de ser enviado ao condicionador, estes possuem um pré-amplificador diferencial que subtrai e amplifica o sinal eletromiográfico tornando, desta forma o movimento dos cabos menos significativo (Marchetti & Duarte, 2006).

Os elétrodo mais utilizados e recomendados na eletromiografia de superfície, são os pré-gelificados de prata / cloreto de prata (Ag-AgCl). Além de se manusearem de uma forma fácil e rápida, os aspetos higiénicos não são um problema ao usar este tipo de elétrodo descartáveis (Konrad, 2006).

Os elétrodo descartáveis são fabricados como elétrodo húmidos ou elétrodo adesivos de gel, elétrodo associados a um gel condutor (pré-gelificados). Geralmente, os elétrodo húmidos têm melhores condições de condução e impedância (possuem uma impedância menor) do que os elétrodo adesivos de gel. Este último tem a vantagem de poder ser reposicionado em caso de erros (Konrad, 2006).

2.6. Envelhecimento

O envelhecimento da população constitui uma das mais relevantes transformações a nível mundial e Portugal não é exceção na medida em que tem assistido ao crescimento da população idosa nas últimas décadas. Sendo que Portugal é um dos Países da União Europeia onde o envelhecimento tem sido mais acelerado (Mateus & Alves, 2018).

O envelhecimento é descrito como um processo, ou um conjunto de processos, próprio de todos os seres vivos e que se manifesta pela perda da capacidade de adaptação e pela diminuição da funcionalidade, logo, está relacionado com alterações físicas e fisiológicas (Faria & Marinho, 2004). Segundo (Mazzeo, et al., 1998) o envelhecimento é um processo complexo que envolve muitas variáveis (por exemplo, genética, fatores de estilo de vida, doenças crónicas) que interagem entre si, influenciando muito a maneira como se envelhece, este processo é comum a todos os membros de uma determinada espécie, sendo um processo progressivo que envolve mecanismos destruidores que afetam a capacidade de desempenhar um grande número de tarefas (Franchi & Junior, 2005).

De acordo (Mateus & Alves, 2018) fazem parte do processo de envelhecimento alterações estruturais e funcionais. As estruturais surgem essencialmente a nível metabólico e celular traduzindo-se em mudanças na imagem corporal (células e tecidos, composição global do corpo e peso, músculos, ossos e articulações, pele e tecido subcutâneo etc.) As alterações funcionais ocorrem ao nível dos sistemas do organismo cardiovascular, respiratório, renal e urinário, gastrointestinal, nervoso e sensorial, endócrino e metabólico, reprodutor e imunitário. Nos casos em que o declínio é muito expressivo pode ocorrer a diminuição da reserva funcional, colocando o idoso numa situação de vulnerabilidade, designadamente o aparecimento de doenças crónicas que podem causar perda de autonomia.

Dito de modo breve, podemos afirmar que o processo de envelhecimento está relacionado com inúmeras transformações com implicações na funcionalidade, na mobilidade, na autonomia, na saúde e, claro, na qualidade de vida da população idosa. Contudo, enquanto fenómeno irreversível que faz parte do destino histórico do homem, o envelhecimento tem causas ainda desconhecidas (Faria & Marinho, 2004).

De um modo geral, as definições de envelhecimento apontam no sentido de alterações físicas, psicológicas e sociais com a passagem dos anos, com repercussão na qualidade de vida

dos idosos. Após a conceptualização do envelhecimento, passou-se de seguida a analisar as alterações que são observadas na marcha provocadas pelo envelhecimento e no conceito de atividade física e seus benefícios no envelhecimento.

2.6.1. Alteração da marcha provocada pelo envelhecimento.

O processo de envelhecimento é um fenómeno multifatorial que leva à redução da eficácia de um conjunto de processos fisiológicos, essas reduções podem levar a uma perda de independência funcional, interferindo na qualidade de vida desses idosos. A associação dessas alterações com doenças crônicas degenerativas muito prevalentes nos idosos, torna esta população vulnerável à deteriorização físico-funcional. O controle do equilíbrio e da marcha é visto, tradicionalmente como um processo automático que requer baixos níveis de processamento cognitivo. Porém, estudos realizados mostram que a marcha é uma tarefa motora extremamente complexa, composta por uma sequência de movimentos cíclicos dos membros inferiores que proporcionam o deslocamento do corpo e que para a sua execução de maneira adequada, funções cognitivas e complexas são exigidas (Hallal, et al., 2013).

As alterações na marcha podem ser causadas por causas neurológicas e não neurológicas, estas podem ser parte do processo normal de envelhecimento ou podem ser causadas por patologias subjacentes. Com o avanço da idade, observa-se uma diminuição da massa muscular e da força, observa-se também que a artrite e deformidades articulares tornam-se mais comuns. Como resultado dessas e de outras mudanças biomecânicas no envelhecimento, a passada encurta e a velocidade diminui, mesmo em pessoas mais velhas que se encontrem robustas e saudáveis (Cohen & Zwerling, 2016).

As diferenças na cinemática e cinética entre estudos realizados a adultos jovens e idosos têm fornecido informações sobre como a marcha muda de acordo com mudanças fisiológicas relacionadas à idade, sendo bastante investigadas nos últimos 30 anos. A hipótese predominante sugere que há uma mudança na contribuição relativa das articulações das extremidades inferiores, ocorrendo um menor papel dos flexores plantares do tornozelo na marcha dos idosos (Franz, 2016).

É importante entender se o envelhecimento normal altera a marcha, ou seja, começando por entender se uma marcha é ou anormal (Virmani, Gupta, Shah, & Larson-Prior, 2018; Salzman, 2010).

Para entender se uma marcha é anormal pode ser bastante desafiador, porque não existem padrões claramente aceitos para definir uma marcha normal em idosos. Estudos que comparam pessoas saudáveis nos seus 70 anos com pessoas saudáveis na faixa etária dos 20 anos demonstram uma redução de 10 a 20% na velocidade da marcha e do comprimento da passada em população idosa. Outras características da marcha que também alteram com o envelhecimento é um maior tempo de apoio, ocorrendo maior tempo gasto na fase de apoio duplo (ou seja, quando os dois pés se encontram em contacto com o solo), ocorre também uma alteração da postura, apresentando uma postura mais curvada e ocorre um desenvolvimento de forças menos vigorosas no momento do impulso. Essas alterações podem representar adaptações às alterações nos sistemas sensoriais ou motores para produzir um padrão de marcha mais seguro e estável (Salzman, 2010).

Ultimamente tem sido utilizado o termo “distúrbio senil da marcha” para descrever distúrbios na marcha em idosos quando uma doença subjacente não pode ser identificada, sendo este distúrbio acompanhado por um padrão de caminhada lento, amplo arrastado e cauteloso. No entanto a compreensão atual dos distúrbios da marcha desafia este termo porque a maioria das mudanças importantes na marcha e no equilíbrio são atribuíveis a uma ou mais condições subjacentes. Até 20% os adultos mais velhos mantêm padrões normais de marcha em idade muito avançada, reforçando que o envelhecimento não é inevitavelmente acompanhado por uma marcha desordenada. Os padrões senis podem representar uma manifestação precoce de doença subclínica, porque a sua ocorrência correlaciona-se com o risco aumentado de doenças, como doenças cardiovasculares, de demência, entre outras (Salzman, 2010). As alterações patológicas em quase qualquer ponto do neuro-eixo podem causar disfunção da marcha, e quase todas aumentam a frequência com a idade (Cohen, Verghese, & Zwerling, 2016).

2.6.2. Atividade física e os seus benefícios no envelhecimento.

Segundo a DGS, o aumento do número de pessoas idosas é um sinal positivo do desenvolvimento. No entanto, acarreta um acréscimo significativo nos custos para os serviços de

saúde e sociais, dependendo da saúde e capacidade funcional da população idosa. O exercício físico é importante para as pessoas idosas saudáveis, aumentando e mantendo a qualidade de vida e independência dos idosos (DGS). Atualmente, está comprovado que quanto mais ativa é uma pessoa menos limitações físicas ela tem (Franchi & Junior, 2005).

A atividade física, definida como qualquer movimento corporal produzido em consequência da contração muscular que resulte em gasto energético, é amplamente reconhecida como um dos principais comportamentos de saúde para manter a saúde e melhorar a qualidade de vida de todas as faixas etárias (Chen & Lee, 2013; Matsudo, Matsudo, & Neto, 2000). No caso dos idosos, a atividade física melhora a força, o equilíbrio, a coordenação, a flexibilidade, a resistência, a saúde mental, o controle motor e a função cognitiva, ajudando a prevenir as quedas (a maior causa de incapacidade entre a população idosa) (DGS).

O envelhecimento é acompanhado pelo marcado declínio das capacidades funcionais. Sendo um processo complexo, o envelhecimento resulta da interação de diversos fatores (fatores genéticos, estilo de vida, doenças crônicas) determinando o declínio da capacidade funcional. No entanto, a manutenção de um estilo de vida ativo através da realização regular de exercício físico contribui para um envelhecimento mais saudável, que se caracteriza entre outros aspectos por níveis de aptidão que se relacionam com menor risco de morbidade e mortalidade. O declínio da capacidade funcional resulta, em parte, de alterações neuromusculares tais como a deservação muscular, a atrofia e perda seletiva de fibras musculares com redução da massa muscular total e a diminuição da força e da potência muscular. Estas alterações repercutem-se negativamente no equilíbrio e na mobilidade funcional dos sujeitos idosos pela redução da eficácia dos mecanismos de ajustamento postural e do controle motor, contribuindo para o aumento do risco de quedas e fraturas na população idosa (Ribeiro, Gomes, Teixeira, Brochado, & Oliveira, 2010).

Um dos mais importantes caminhos para o envelhecimento saudável é o exercício físico. Há evidências de que altos níveis de exercício físico são fundamentalmente importantes para um envelhecimento saudável, e a participação no exercício é um forte preditor de um bom envelhecimento. O exercício pode atuar como um fator de proteção à saúde dos idosos. A participação regular no exercício pode diminuir a ocorrência de doenças, quedas e incapacidades, bem como melhorar a independência. Além disso, o exercício regular não só traz muitos benefícios físicos, como também contribui para o bem-estar psicológico entre os idosos (Gutérrez,

Calatayud, & Tomas, 2018). O exercício físico pode retardar, melhorar ou prevenir as atividades da vida diária, como o simples equilíbrio e marcha (Figliolino, Moraes, Berbel, & Corso, 2009).

Dentre os inúmeros benefícios que a prática de exercícios físicos promove, um dos principais é a proteção da capacidade funcional em todas as idades, principalmente nos idosos. Por capacidade funcional entende-se o desempenho para a realização das atividades do cotidiano ou atividades da vida diária. As atividades da vida diária podem ser classificadas por vários índices como atividades da vida diária que se referem a: tomar banho, vestir-se, levantar-se e sentar-se, caminhar a uma pequena distância, ou seja, atividades de cuidados pessoais básicos e existem também as atividades instrumentais da vida diária como: cozinhar, limpar a casa, fazer compras, jardinagem, ou seja, atividades mais complexas da vida quotidiana. Um estilo de vida fisicamente inativo pode ser causa primária da incapacidade para realizar as atividades da vida diária, porém de acordo com vários estudos, um programa de exercício físico regular pode promover mais mudanças qualitativas do que quantitativas, como por exemplo alteração na forma de realização do movimento, aumento na velocidade de execução da tarefa e adoção de medidas de segurança para realizar a tarefa (Franchi & Junior, 2005).

Além de beneficiar a capacidade funcional, o exercício físico promove melhorias na aptidão física. No idoso os componentes da aptidão física sofrem um declínio que pode comprometer a sua saúde. A aptidão física relacionada à saúde pode ser definida como a capacidade de realizar as atividades do cotidiano com vigor e energia e demonstrar menor risco de desenvolver doenças ou condições crônicas degenerativas, associadas a baixos níveis de atividade física. Os componentes da aptidão física relacionados à saúde e que podem ser mais influenciados pelas atividades físicas habituais são a aptidão cardiorrespiratória, a força e resistência muscular e a flexibilidade, por isso são os mais avaliados, sendo preditores da condição da saúde. A prática de atividade física também promove a melhorada composição corporal, a diminuição de dores articulares, o aumento da densidade mineral óssea, a melhoria da utilização de glicose, a melhoria do perfil lipídico, o aumento da capacidade aeróbia, a melhoria de força e de flexibilidade, a diminuição da resistência vascular. E, como benefícios psicossociais encontram-se o alívio da depressão, o aumento da autoconfiança e a melhoria da autoestima (Franchi & Junior, 2005).

Em suma, a principal razão para que os idosos iniciem e mantenham uma prática de exercício regular são as inúmeras melhorias da saúde, o aumento da oportunidade de contacto social e os ganhos na função cerebral. Mas para além destes existem também muitos outros benefícios conhecidos com a prática regular de exercício, tais como, o aumento da massa muscular, a melhoria no controlo de glicemia e pressão arterial, a melhoria de equilíbrio e marcha, entre outros, estas melhorias traduzem-se numa melhoria na qualidade de vida dos idosos fazendo com que estes assumam também um papel mais ativo na sociedade. A atividade física reduz também a mortalidade relacionada com o Parkinson, esclerose múltipla e alzheimer (Amorim & Abreu, 2010).

Capítulo 3

3. Métodos de investigação e análise

3.1. Caracterização da Amostra

Para este estudo recorreu-se a idosos que frequentam um projeto desenvolvido na Escola Superior de Educação de Bragança, neste projeto os idosos têm aulas recorrentes de educação física três vezes por semana, tendo uma duração igual a um ano letivo, iniciando-se as aulas em outubro e terminando em junho. Para se adquirir os resultados utilizaram-se duas amostras, uma no final do ano letivo e outra no início do ano letivo, foram utilizadas duas amostras diferentes porque a ideia inicial era realizar o estudo aos mesmos idosos no final e no início do ano letivo, mas como muitos idosos deixaram de frequentar as aulas, recorreu-se a idosos diferentes. A dimensão da amostra foi a possível dadas as limitações a seguir apresentadas. Sendo assim, selecionaram-se aleatoriamente 11 idosos, 4 do sexo masculino (todos os que se disponibilizaram para o estudo) e 7 do sexo feminino, isto nos ensaios realizados no fim do ano letivo, nos ensaios realizados no início do ano letivo selecionaram-se também 11 idosos mas passando a ser 3 do sexo masculino (igualmente todos os que se disponibilizaram para o estudo) e 8 do sexo feminino, o motivo pela qual existe menor número de idosos do sexo masculino neste estudo, é porque o número de homens a frequentarem estas aulas é muito mais reduzido do que o de mulheres, sendo que houve homens a recusarem fazer o estudo o que dificultou ainda mais adquirir dados de elementos do sexo masculino traduzindo-se numa amostra desequilibrada.

De forma a se realizar a caracterização da amostra, antes de qualquer ensaio o idoso foi pesado de forma a se obter a sua massa corporal e medido, para se obter a sua altura, sendo também anotada a sua idade. Após adquiridos os dados foi obtida a média e o desvio padrão para todos os parâmetros analisados, utilizando-se na folha de cálculo do *Excel*, as funções da MÉDIA e do DESVPAD.P. Com o auxílio dos dados adquiridos, calculou-se o índice de massa corporal (IMC), onde se utilizou a equação 1, posteriormente calculou-se a média e o desvio padrão do índice de massa corporal, recorrendo-se novamente ao *Excel*. A equação utilizada para o cálculo do IMC foi a seguinte:

$$IMC = \frac{Peso}{Altura^2} \quad (1)$$

Os resultados relativos à média e ao desvio padrão da idade, da massa corporal, da altura e do IMC apresentam-se na Tabela 2, quer os resultados obtidos no fim do ano letivo (**a**) como os resultados obtidos no início do ano letivo (**b**).

Tabela 2 – Caracterização da Amostra no fim do ano letivo (a) e Caracterização da Amostra no início do ano letivo.

Amostra	Estatísticas	Idade [anos]	Massa Corporal [Kg]	Altura[m]	IMC [Kg/m²]
a	Média e Desvio Padrão	69.64±8.23	68.78±8.14	1.63±0.06	26.00±3.11
b	Média e Desvio Padrão	72.73±5.12	70.33±8.98	1.62±0.07	26.86±2.77

Com a realização da Tabela 2 é possível saber as alterações condicionadas pelas férias nos diferentes parâmetros analisados.

De uma forma geral, comparando-se os dados obtidos no final do ano letivo (**a**) com os dados obtidos no início do ano letivo (**b**), pode-se afirmar que a média da idade, da massa corporal e do IMC aumenta do fim para o início do ano letivo, diminuindo apenas a da altura, uma boa justificação é porque os idosos com uma menor prática de exercício tendem a aumentar o seu peso. Quanto ao desvio padrão apenas diminui na idade, isto acontece porque no final do ano letivo foi realizado um estudo a um idoso que possuía uma idade de 49 anos, que como deixou de frequentar as aulas não foi possível repetir o estudo ao mesmo idoso no início do ano letivo, esta diferença de dados também se deve a se terem utilizado idosos diferentes nos diferentes períodos.

De forma a saber se essas alterações também se verificam nos idosos que realizaram ambos os ensaios, a amostra destes idosos é de seis, sendo três do género masculino e três do género feminino, realizou-se a média e o desvio padrão da idade, massa corporal, altura e IMC apenas desses idosos, encontrando-se os valores na Tabela 3.

Tabela 3 - Caracterização da amostra dos idosos que realizaram ambos os ensaios, no fim do ano letivo (a) e no início do ano letivo (b).

Amostra	Estatísticas	Idade [anos]	Massa Corporal [Kg]	Altura	IMC [Kg/m ²]
a	Média e Desvio Padrão	73±6.24	71.22±6.88	1.63±0.06	26.97±3.41
b	Média e Desvio Padrão	73.33±6.07	71.45±6.74	1.63±0.07	27.13±2.97

Relativamente aos dados dos idosos que realizaram ambos os estudos, observa-se que a média da idade, da massa corporal e do IMC aumenta do fim do ano letivo (a) para o início (b), mantendo-se apenas a altura, sendo assim, verifica-se praticamente o mesmo que foi observada nos idosos todos, que a sua massa corporal aumenta, aumentando consequentemente o seu IMC, suspeitando-se que seja devido a falta de exercício regular. A idade aumenta devido ao passar do tempo, um processo natural. O único que se encontra alterações é na altura que nos idosos que repetiram ambos os testes se mantém e nos idosos todos diminui.

3.2. Materiais e métodos

De seguida serão apresentados os materiais bem como os métodos a que se recorreu para a execução desta dissertação.

3.2.1. Material Utilizado Para a Caracterização da amostra

De forma a se obter a caracterização da amostra recorreu-se a uma balança da marca AEG (Figura 12), para se saber a massa corporal do idoso, bem como a uma fita métrica, da marca STANLEY TYLON para se adquirir a sua altura (Figura 13).



Figura 12 - Balança utilizada para adquirir a massa do idoso.



Figura 13 - Fita utilizada para obter a altura dos idosos

3.2.2. Cinemática

Para o estudo cinemático utilizou-se uma passadeira da marca DOMFIT e duas câmaras, uma colocada na lateral da passadeira, uma câmara fotográfica da marca CANON, modelo PC1732 de origem da China possível de se observar na Figura 14 à esquerda esta câmara foi utilizada para posteriormente serem adquiridos os ângulos relativos à perna e às costas e uma câmara colocada na traseira da passadeira, esta não era uma câmara de vídeo, nem fotográfica, pois não possuindo mais recursos, foi utilizado um telemóvel da marca HUAWEI, modelo P10LITE (Figura 14 à direita), de origem da China, tal como a câmara anterior. Esta câmara foi utilizada para se obter os dados do *Swing* dos idosos.



Figura 14 -Câmara fotográfica utilizada para adquirir as imagens laterais, à esquerda e telemóvel utilizado para adquirir as gravações traseiras, à direita.

Para o estudo cinemático, optou-se por se adquirir os ângulos das costas e perna, quando o calcanhar esquerdo do idoso entrava em contacto com o solo, porque no projeto anterior se

verificou alterações ao nível destas articulações e porque na avaliação clínica dos pacientes, a análise dos ângulos articulares é um dos parâmetros cinemáticos mais utilizado (Rebelo & Martins, 2017). O *Swing* foi também um dos parâmetros medidos, porque consiste no deslocamento/balanço da anca, onde se situa o centro de gravidade aquando da execução da marcha. Realizou-se uma pesquisa para entender melhor em que consiste o *Swing*, utilizando maioritariamente o sciencedirect e o b-on, onde se colocou como palavras-chaves, *Swing*, *Swing gait* e *Swing elderly people* ambas as fontes de pesquisa se centravam maioritariamente no *Swing* dos braços no golf e mesmo na marcha o que era mais avaliado era o *Swing* dos braços e não do centro de massa, para além disso muitos artigos também se centravam nas fases de balanço e pré-balanço da marcha.

As imagens adquiridas durante os ensaios, foram tratadas no *software Kinovea*, neste *software*, para se obterem os ângulos pretendidos era selecionada a zona a ser analisada sendo depois “arrastado” para se saber o ângulo. Para se obter o *Swing*, era selecionada uma linha na vertical ao centro de massa do idoso, no início, quando este se encontrava com o calcanhar apoiado no chão e depois outra linha quando se encontrava com o calcanhar do outro pé no chão, por fim era calculada a diferença.

O *kinovea* é um programa com inúmeras características e muito utilizado em estudos da biomecânica, é um *software* de análise de vídeo especializado em gestos desportivos, destina-se principalmente a treinadores, atletas e profissionais de saúde (Kinovea, 2018).

3.2.3. Termografia

Para se adquirirem as fotografias termográficas utilizou-se uma câmara termográfica, mas antes da realização de qualquer ensaio calibrou-se a câmara termográfica com recurso a um sensor de humidade e temperatura (Figura 15) da marca J. Roma, modelo LASCAR EL-USB-CO, mas para além da colocação da humidade e temperatura do local colocou-se também a distância a que a câmara se ia encontrar do idoso sendo de 1,50m, bem como a emissividade do corpo humano que apresenta um valor de 0,98 e a temperatura refletida no local.



Figura 15 - Sensor de humidade e temperatura.

A câmara termográfica utilizada (Figura 16 à esquerda) era da marca FLIR, modelo T365 e de origem nos Estados Unidos da América, houve uma altura em que esta câmara avariou e teve que se recorrer a uma câmara termográfica de mais baixa qualidade, também essa da marca FLIR mas modelo C3, na Figura 16 à direita, no cenário montado para se obterem as fotografias termográficas colocou-se um tripé para facilitar a captura das fotografias, bem como um pano preto para que este absorve-se alguma radiação presente.



Figura 16 - Câmaras Termográficas utilizadas, à esquerda a câmara FLIR modelo T365 e direita a câmara FLIR modelo C3.

As fotografias termográficas eram adquiridas às pernas dos idosos, a ideia inicial era serem captadas ao corpo todo, mas devido a estarem num local onde se encontrava muita gente, principalmente as idosas não se sentiram muito bem a tirar a camisola, logo optou-se por se realizar apenas às pernas, sendo também esta a zona de maior esforço.

Após o registo, as fotografias termográficas foram tratadas num *software*, o FLIR Tools, este *software* é produzido pela empresa responsável pela criação da máquina termográfica e é dedicado ao tratamento das imagens obtidas nas máquinas. Neste *software* seleccionou-se a zona que se pretendia analisar e o *software* forneceu o valor da temperatura da superfície corporal

do idoso. Na Figura 17, observa-se a imagem adquirida pela câmara termográfica T365 e na Figura 18 é a mesma imagem após o seu tratamento no *software*, com a zona onde se pretendia adquirir a temperatura selecionada, na Figura 19 observa-se também uma imagem obtida pela câmara termográfica, mas desta vez pela C3 e na Figura 20 a mesma imagem após ser tratada.



Figura 17 - Fotografia obtida pela câmara Termográfica T365.

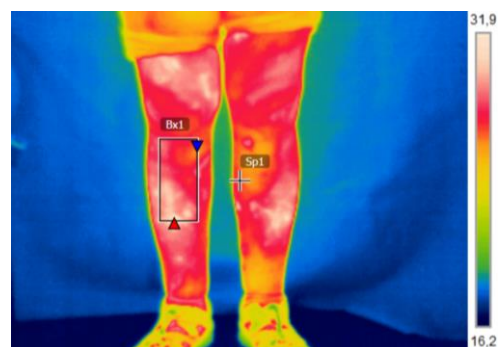


Figura 18 – Fotografia obtida pela câmara termográfica T365 tratada no *software*.

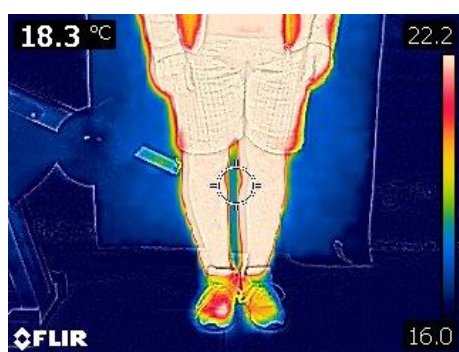


Figura 19 - Fotografia obtida pela câmara Termográfica C3.

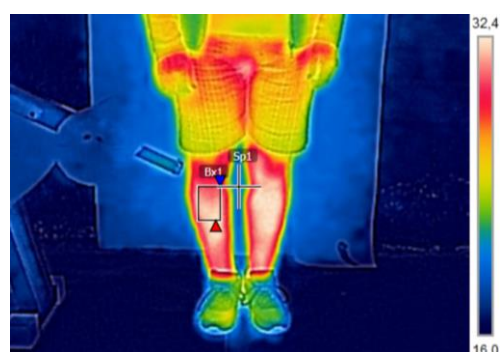


Figura 20 - Fotografia obtida pela câmara termográfica C3 tratada no *software*.

Após observadas as imagens é nítido que a qualidade da câmara T365 é muito superior à da C3.

3.2.4. Eletromiografia

Antes de qualquer recolha, realizou-se uma pesquisa prática para se conseguir apurar quais os músculos a utilizar para a execução dos ensaios referentes à eletromiografia, essa pesquisa centrou-se em estudos realizados a idosos, segundo essa encontraram-se diversos músculos, pois diferentes autores utilizam diferentes músculos para os seus estudos, sendo eles o Gastrocnémio Lateral utilizado no estudo de (Silva, Pedroni, & Scheicher, 2014; Lo, et al., 2017), o Gastrocnémio Medial utilizado por (Silva, Pedroni, & Scheicher, 2014; Kirkwood, Trede, Moreira, Kirkwood, & MáximoPereira, 2011; Langeard, Bigot, & Gauthier, 2017; Roetenberg, Buurke, Veltink, & Hermens, 2003) , o Vastos Lateral utilizado por (Silva, Pedroni, & Scheicher, 2014; Azadian, Majlesi, & Jafarnezhadgero, 2017), o Tibial Anterior utilizado por (Silva, Pedroni, & Scheicher, 2014; Kirkwood, Trede, Moreira, Kirkwood, & MáximoPereira, 2011; Langeard, Bigot, & Gauthier, 2017; Lo, et al., 2017; Kim & Yong, 2014), o sóleo utilizado por (Kirkwood, Trede, Moreira, Kirkwood, & MáximoPereira, 2011; Kim & Yong, 2014), o Reto Femoral (Langeard, Bigot, & Gauthier, 2017; Kim & Yong, 2014) e por fim o Isquiotibial utilizado no estudo de (Kim & Yong, 2014), após essa pesquisa foram realizados testes aos diferentes músculos de forma a permitir saber quais os que eram mais propícios a serem utilizados na realização deste estudo, onde pedi a uma colega para se posicionar no tapete rolante e fazer o mesmo ensaio dos idosos e foi-se analisando os músculos para saber o que se obteve melhor sinal, sendo selecionados os músculos gastrocnémio lateral (GL), tibial anterior (TA) e reto femoral (RF), correspondendo a um músculo da coxa e dois da perna, apenas foram selecionados três músculos devido à instrumentação utilizada, pois não se encontravam as quatro entradas a funcionar, apenas três. Para se saber o local para a colocação dos eléttodos foi consultado o livro (Konrad, 2006), na Figura 21 encontra-se o local para a colocação dos eléttodos do músculo G.L, na Figura 22 do músculo T.A e na Figura 23 do R.F (Konrad, 2006).

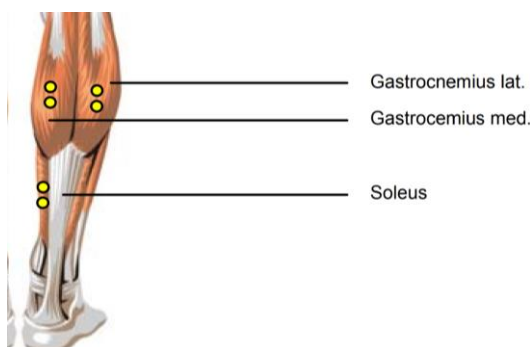


Figura 21 - Local de colocação dos eléttodos para o músculo Gastrocnémio Lateral (Konrad, 2006).

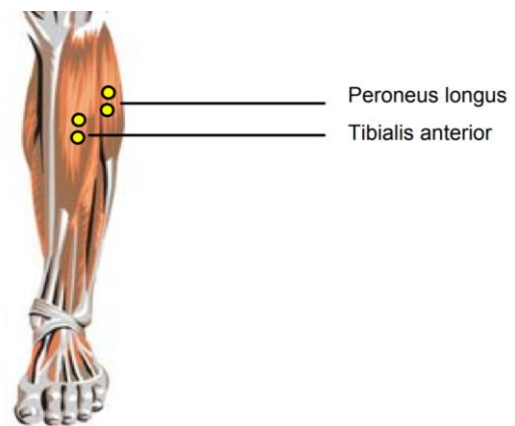


Figura 22 - Local de colocação dos eléttodos para o músculo Tibial Anterior (Konrad, 2006).

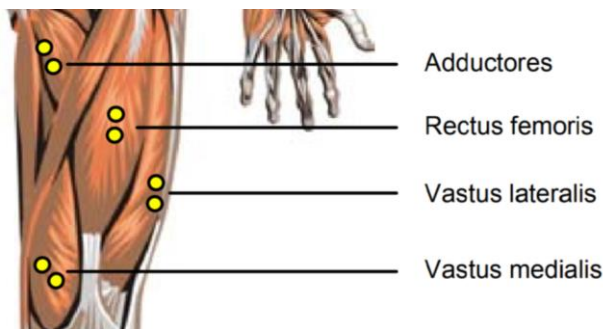


Figura 23 - Local de colocação dos eléttodos para o músculo Reto Femoral (Konrad, 2006).

Os eléttodos utilizados para este estudo foram eléttodos descartáveis pré-gelificados (Figura 24), estes eléttodos eram os que vinham com o sistema utilizado, o BITalino.



Figura 24 - Eléttodos pré-gelificados utilizados para aquisição do sinal eletromiográfico.

O BITalino nasceu em 2012, no Instituto de Telecomunicações (IT) em parceria com a empresa Plux. Em 2013 o BITalino foi licenciado à Plux e colocado no mercado.

O BITalino consiste numa placa gráfica, com cerca de 30 gramas e 10 cm de comprimento (Figura 25), é um Kit eletrónico que disponibiliza sensores fisiológicos com aplicações

em diversas áreas, como a eletrocardiografia, a eletromiografia, a atividade eletrodermal ou o desporto (Rodrigues, 2018).



Figura 25 - Placa gráfica do BITalino (Rodrigues, 2018).

A primeira abordagem ao BITalino teve como alvo a integração de um Arduino, juntamente com uma série de outros componentes e um único sensor Eletrocardiográfico num sistema, que permitiu a aquisição em tempo real. Mais tarde foi ampliada a primeira abordagem ao BITalino, onde foi apresentada uma plataforma de aquisição mais genérica que permite a aquisição de vários sinais fisiológicos, tais como, eletrocardiografia, eletromiografia, atividade eletrodérmica e acelerometria. Além disso, também fornece um sensor de luz e um díodo emissor de luz (Guerreiro, Martins, Silva, Lourenço, & Fred, 2012).

O BITalino contém uma taxa de amostragem de 1, 10, 100 ou 1000 Hz, contém 8 portas analógicas, 4 entradas de 10 bits, mais 2 de 6 bits, 8 portas digitais, 4 de entrada de 1 bit mais 4 de saída de 1 bit, os dados são adquiridos através de Bluetooth com um alcance de até 10m, possui também um LED vermelho e branco que dá a informação da bateria e uma bateria de lítio de 3.7 volts (Silva, Guerreiro, Lourenço, Fred, & Martins, 2014; Guerreiro, Martins, Silva, Lourenço, & Fred, 2012).

Para a aquisição do sinal utilizou-se um *software* desenvolvido pelos fabricantes do BITalino o OpenSignls (r)evolution. A conexão entre o BITalino e o computador era realizada através de Bluetooth e os sinais obtidos eram visualizados neste *software*.

O OpenSignals (r)evolution trata-se de um software para aquisição, visualização e processamento de dados, para a aquisição deste *software* é necessário realizar o download na página do BITalino (PLUX), após a sua instalação pode-se ligar a placa e conectar a um computador, posto isto os sinais obtidos são observados em tempo real.

O próprio software trata do próprio sinal bruto, procedendo à apresentação dos dados finais, passando pela filtragem digital, retificação, suavização, filtragem passa-baixo e por fim raiz média quadrada (RMS).

- Filtragem digital:

A filtragem é utilizada para atenuar variações específicas de frequência. Esta possui duas utilidades importantes, a separação e a restauração do sinal. A separação é necessária quando o sinal possui algum tipo de interferência, como ruído ou outro sinal. A restauração é utilizada quando o sinal é distorcido (Marchetti & Duarte, 2006).

- Retificação:

A retificação consiste em obter os valores absolutos do sinal, passando todas as amplitudes negativas a positivas, ou seja, todos os picos negativos são “movidos” para positivos ou refletidos pela linha de base (Konrad, 2006).

- Suavização:

A suavização consiste em eliminar as variações muito bruscas dos valores de amplitude do sinal em bruto. Recorrendo a valores médios de pequenos intervalos de tempo, são removidas as oscilações mais bruscas do sinal, quanto menor for esse intervalo de tempo, menos suavizada e mais parecida com a curva em bruto fica a curva resultante (Silva J. R., 2015).

- Filtragem passa-baixo:

O sinal retificado pode ser analisado por um filtro passa-baixo para suprimir altas frequências, permitindo uma avaliação clara da amplitude do sinal eletromiográfico.

Esta filtragem indica a magnitude do sinal da EMG. A exata seleção das frequências de corte são arbitrárias e dependem da sua aplicação, embora existam recomendações entre 3 a 50

Hz. Em atividades de curta duração, geralmente usam-se frequências à volta dos 10 Hz (Marchetti & Duarte, 2006).

- Raiz do valor quadrático médio (RMS):

A raiz do valor quadrático médio (RMS) avalia o nível do sinal da EMG e esta forma de processamento não requer retificação prévia (Marchetti & Duarte, 2006).

O RMS é calculado através de uma janela móvel. Para cada período de tempo selecionado (Silva J. R., 2015), possuindo a seguinte formula de cálculo (equação 2):

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} |x_i|^2} \quad (2)$$

Onde:

RMS – Raiz do valor quadrático médio;

n – Tamanho da janela temporal;

x_i – Valor da função.

3.3. Metodologia Utilizada

Os ensaios executados para esta dissertação realizaram-se no ginásio da Escola Superior de Educação de Bragança, onde decorria o programa de atividade física regular + idade + saúde.

Enquanto se realizavam os ensaios para esta dissertação este programa encontrava-se a decorrer, e este continha sessões de cerca de 50 a 60 minutos constituídas por cinco partes fundamentais: A primeira parte possuía uma duração de 5 a 8 minutos de aquecimento geral, incluindo caminhada lenta e exercícios de alongamento; A segunda parte era constituída por uma caminhada envolvendo exercícios aeróbios, *jogging*, ginástica aeróbica e dança (15-20 min), com o mínimo de 8 a 10 min por episódio, sendo que a intensidade foi mantida em 12 a 14 na escala de percepção subjetiva de esforço Borg (1998); A terceira parte era constituída por 1 a 3 séries de exercícios de resistência muscular com elásticos e pesos livres realizados em circuito (período de descanso de 40-60-s entre séries), envolvendo os principais grupos muscu-

lares, tais como flexores/extensores do joelho, abdutores e adutores do ombro, flexores/extensores do cotovelo, peitorais, abdominais, etc. De modo a permitir uma familiarização adequada com os exercícios e a execução correta das técnicas de respiração, a intensidade de treino foi menor no início do mês. Os participantes realizaram, inicialmente, 8 repetições numa só série e foram progredindo gradualmente para as 12 a 15 repetições e 3 séries; A quarta parte consiste num treino do equilíbrio estático e dinâmico utilizando bastões, bolas e balões durante 5 a 8 min; Na quinta e última parte, no final de cada sessão, houve um período de retorno à calma de cerca de 5 min envolvendo exercícios respiratórios e alongamentos.

A metodologia aplicada iniciou-se aquando da chegada à escola, começando-se por se calibrar a câmara termográfica com recurso a um sensor de humidade e temperatura, após a câmara se encontrar calibrada, procedeu-se à montagem do cenário termográfico onde se colocou a câmara num tripé a uma distância de 1.50m do local onde se situava o idoso e um pano preto na parede oposta a onde se encontrava a câmara, é possível observar todo o cenário montado para os ensaios termográficos na Figura 26, este foi o escolhido devido a possuir pouca luminosidade, mas as condições do ginásio não permitiam desligar completamente as luzes, devido a estar a decorrer o programa no espaço durante a execução dos ensaios.



Figura 26 - Local onde eram captadas as fotografias termográficas.

Após montado todo o cenário para os ensaios termográficos procedeu-se à montagem do cenário onde se realizou a cinemática e a eletromiografia. Como a passadeira se encontrava no mesmo local diariamente colocava-se um banco do lado esquerdo da passadeira a 1.90m, onde este auxiliava a câmara utilizada para as gravações que iriam fornecer os ângulos pretendidos, e um banco na traseira da passadeira a 1.70m, este auxiliava a câmara para as gravações que iriam fornecer o *swing*. A distância de ambas as câmaras foi ditado pelo espaço disponível, sendo que a câmara traseira nem sempre podia possuir a mesma distância devido a estar a decorrer o programa dos idosos. Todo o cenário para os ensaios cinemáticos e eletromiográficos encontra-se na Figura 27.



Figura 27 - Local onde era realizada a Cinemática e a Eletromiografia.

Após montados todos os cenários colocaram-se os elétrodo na eletromiografia e conectava-se com o computador. Por fim a balança foi colocada no chão ao lado da passadeira. Este procedimento realizava-se cada vez que ocorria um ensaio. Posto isto era aguardada a chegada do idoso.

No início do ensaio, quando o idoso se dirigia ao local, inicialmente este era pesado e medido de forma a se obterem os dados para se realizar a caracterização da amostra, para tal utilizou-se uma balança e uma fita métrica que se encontram na Figura 12 e Figura 13.

Após adquirido o seu peso e altura, o idoso era encaminhado para o local onde se encontrava a câmara termográfica onde se captavam as primeiras fotografias termográficas

Após obtidas as fotografias termográficas preparou-se a pele para a colocação dos elétrodos, os músculos utilizados para o efeito, foi o Gastrocnémio Lateral (GL), o Tibial Anterior (TA) e o Reto Femoral (RF). A pele era preparada com a passagem de álcool no local onde se iriam colocar os elétrodos, para que estes aderissem melhor à pele e assim fornecerem um melhor sinal, após a preparação da pele colocaram-se os elétrodos, e pediu-se ao idoso para realizar força na perna de forma a se saber se o sinal pretendido era obtido, de forma a minimizar o ruído, muitas vezes colavam-se os fios da eletromiografia à perna do idoso com recurso a uma fita-cola própria, este método fazia com que os fios não se deslocassem tanto quando o idoso caminhava na passadeira. Na Figura 28 observam-se os elétrodos e o respetivo local onde foram colocados.

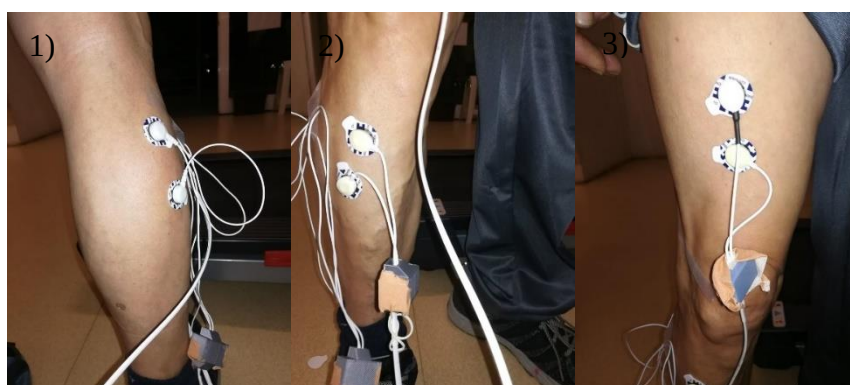


Figura 28 - Colocação dos elétrodos 1) GL 2) TA 3) RF

Após a colocação dos elétrodos o idoso era encaminhado para a passadeira (Figura 27), onde nesta o idoso teria de percorrer 4 km/h durante cinco minutos, este tempo foi ditado pelo estudo já realizado na cadeira de projeto que devido a testes realizados aos mesmos idosos verificou-se o tempo e velocidade que em média eles aguentariam (Rebelo & Martins, 2017). As câmaras e a eletromiografia ativavam-se assim que o idoso começava o exercício.

Passado o tempo na passadeira paravam-se as câmaras e a eletromiografia e retiravam-se os elétrodos e o idoso era novamente encaminhado para o local onde se encontrava a câmara termográfica (Figura 26) onde eram novamente tiradas as fotografias termográficas, depois de

obtidas estas fotografias era pedido ao idoso que aguarda-se cinco minutos e por fim foram tiradas as últimas fotografias termográficas.

Este procedimento foi realizado tanto no fim do ano letivo, no final das aulas do idoso, como novamente no início do ano letivo quando os idosos voltaram a frequentar o programa.

Capítulo 4

4. Apresentação e Discussão dos Resultados

Numa fase inicial apresentar-se-á os resultados relativos ao final do ano letivo e posteriormente os resultados do início do ano letivo, sendo depois realizada uma comparação de ambos os dados de forma a observar as alterações que se verificam com maior frequência, isto para cada análise, cinemática, termográfica e eletromiográfica.

Relativamente ao fim e ao início dos anos letivos os valores obtidos foram analisados globalmente em cada período, ou seja, observou-se o que é mais frequente acontecer em todos os idosos no fim do ano letivo e o que é mais frequente acontecer em todos os idosos no início do mesmo, por fim realizou-se uma comparação entre o fim e o início do ano letivo, como já referido, sendo esse o ponto fulcral desta dissertação entender o que acontece quando os idosos possuem aulas regulares de educação física e quando se encontram sem a frequência dessas aulas. Mas como não foi possível realizar os ensaios aos mesmos idosos, para além das análises de todos os idosos no global, foram também analisados apenas os idosos que frequentaram ambos os ensaios.

Os dados foram tratados individualmente para todos os elementos da amostra. Posteriormente a amostra foi analisada como um todo obtendo-se os valores médios. Nos **Anexo A, B e C** apresentar-se-ão todos os passos efetuados para o cálculo dos valores relativo a cada elemento da amostra.

4.1. Cinemática

Neste trabalho recorreu-se à cinemática para a determinação de três parâmetros, a saber o ângulo de curvatura das costas, o ângulo da perna e qual o balanço do centro de gravidade (*swing*), que o idoso realiza quando em marcha. Para obtenção dos ângulos relativos às costas e perna isolaram-se três imagens (frames) no início e três no fim do ensaio. Foi utilizado o

software Kinovea para esse efeito, como já referido, após obtidas essas imagens eram registados os valores dos ângulos em análise, posteriormente foi realizada a análise estatística.

Para obtenção do *swing* do idoso, foram isoladas três imagens do plano frontal, no início e no fim dos ensaios, no mesmo *software*. Posteriormente foi calculada a diferença que ocorria entre o momento em que o elemento em análise colocava o calcanhar esquerdo no chão e o calcanhar oposto, para cada uma das imagens, ao todo para as seis imagens, posteriormente foi efetuada a análise estatística.

4.1.1. Ângulo das costas e Perna

Para este estudo recorreu-se a uma câmara de filmar, posicionada no lado esquerdo do idoso, posteriormente analisaram-se as imagens obtidas no *software kinovea*, neste era possível parar as imagens e obter os ângulos pretendidos. As imagens selecionadas através do uso do *software* era quando o idoso colocava o calcanhar esquerdo no chão, selecionaram-se três imagens no início do ensaio, realizando-se a média e o desvio padrão dessas três imagens, e voltou-se a repetir o processo no fim do ensaio, este processo foi realizado com os dados obtidos no fim e no início do ano letivo.

Na Figura 29 e Figura 30, apresenta-se um exemplo do que foi realizado no *software Kinovea*, neste caso para o idoso 1 (I1), no final do ano letivo. Na Figura 31 e Figura 32, encontra-se os dados do mesmo idoso, mas neste caso para o início do ano letivo.



Figura 29 - Ângulos iniciais das costas e perna do I1 no fim do ano letivo.



Figura 30 - Ângulos finais das costas e perna do I1 no fim do ano letivo.



Figura 31 - Ângulos iniciais das costas e perna do I1 no início do ano letivo.



Figura 32 - Ângulos finais das costas e perna do I1 no início do ano letivo.

Depois de obtidos todos os ângulos pretendidos através do *software* (**Anexo A.I**) recorreu-se ao *Excel*, onde neste se colocaram os valores obtidos do ângulo das costas e da perna, dos três dados recolhidos no início e no fim do ensaio de cada idoso, tanto no fim como no início do ano letivo. Através do *Excel* conseguiu-se obter a média e o desvio padrão desses valores. Com os valores da média e do desvio padrão foram elaborados gráfico para cada idoso, possível de ver no **Anexo A.I** e posteriormente foram elaborados gráficos da média do ângulo das costas para todos os idosos (Figura 33 e Figura 35) e do ângulo da perna (Figura 34 e Figura 36) para o fim do ano letivo, bem como para o início do mesmo, permitindo assim fazer uma melhor avaliação do que acontece com os idosos.

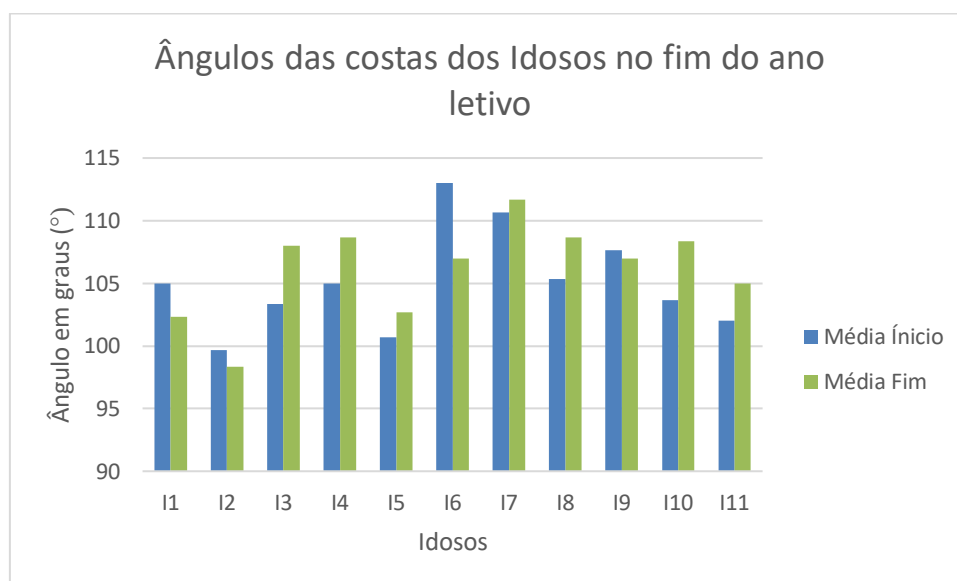


Figura 33 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas no início e fim dos ensaios relativos a todos os idosos no fim do ano letivo.

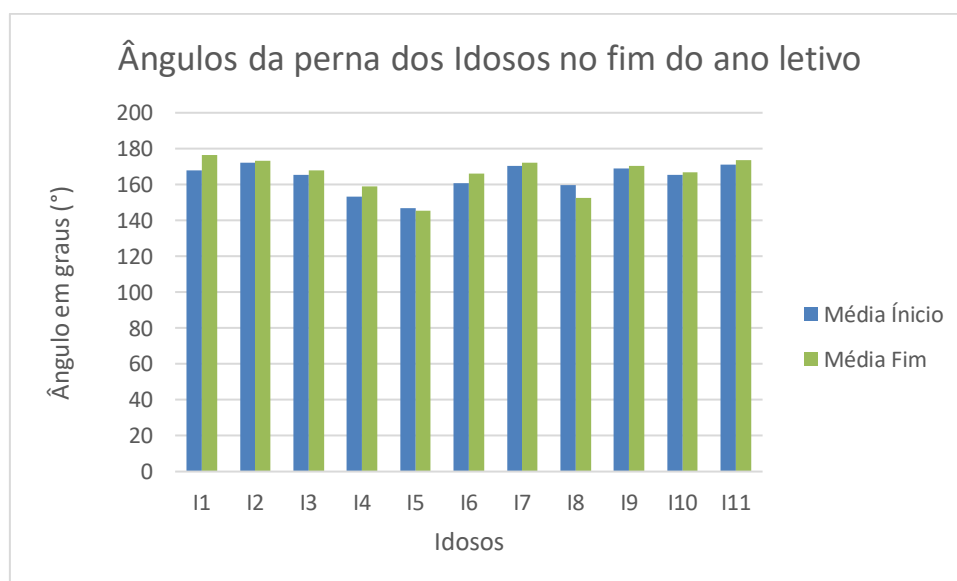


Figura 34 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo da perna no início e fim dos ensaios relativos a todos os idosos no fim do ano letivo.

Numa fase inicial analisaram-se os resultados obtidos apenas para o fim do ano letivo, observando o que acontece com maior frequência quando os idosos praticam regularmente exercício físico.

Analisando-se os valores médios obtidos individualmente, de idoso a idoso, existem diversos casos, onde ocorre o aumento de ambos os ângulos, das costas e da perna, possíveis de serem observados em diferentes idosos, como é o caso do I3, I4, I7, I10 e I11. Observa-se também aumento do ângulo das costas e diminuição do ângulo das pernas, no caso do I5 e I8 e

por fim obtiveram-se dados onde ocorre um aumento do ângulo da perna e uma diminuição do ângulo das costas, possíveis de observar nos casos I1, I2, I6 e I9.

De um modo geral, quando observados os dados da Figura 33, onde só se analisa os dados relativos ao ângulo das costas, chega-se ao resultado que o ângulo das costas aumenta na maioria dos idosos do início para o fim do ensaio, este pode dever-se ao seu cansaço, pois com o cansaço o idoso tem mais tendência a curvar-se e por isso a possuir uma postura não tão direita como inicialmente.

Relativamente à Figura 34 pode-se afirmar que ocorre um aumento do ângulo das pernas do início para o fim do ensaio em quase todos os idosos, pois isto pode dever-se ao facto de os idosos começarem a ficar mais cansados e consequentemente aumentarem a sua passada levando a darem menos passos.

Após analisados os dados relativos ao fim do ano letivo, quando os idosos tinham hábitos regulares de exercício passou-se à análise do início do ano letivo depois de eles regressarem das férias. Os dados obtidos para os ângulos das costas de todos os idosos que realizaram o ensaio no início do ano letivo encontram-se na Figura 35 e os dados obtidos para os ângulos da perna para esses idosos apresentam-se na Figura 36.

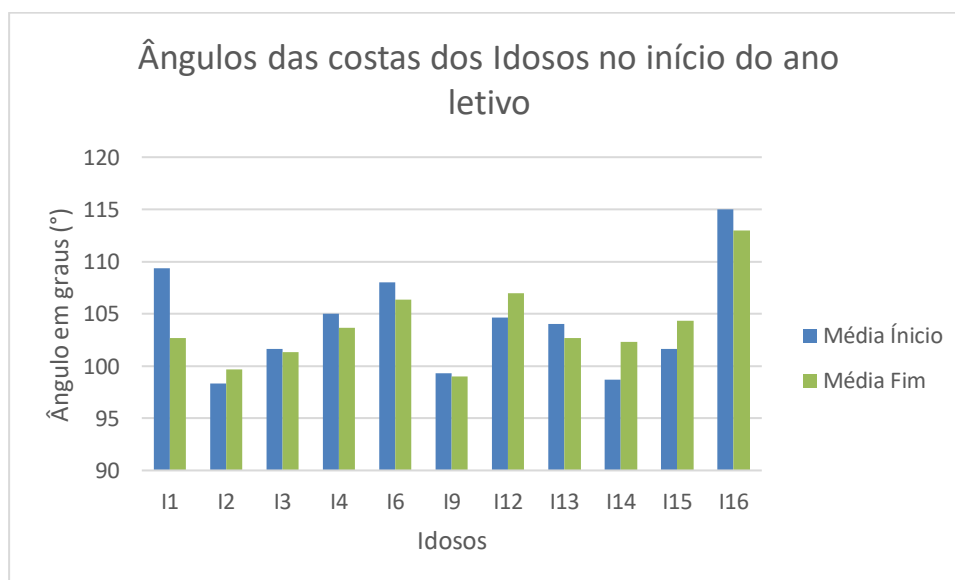


Figura 35 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas no início e fim dos ensaios relativos a todos os idosos no início do ano letivo.

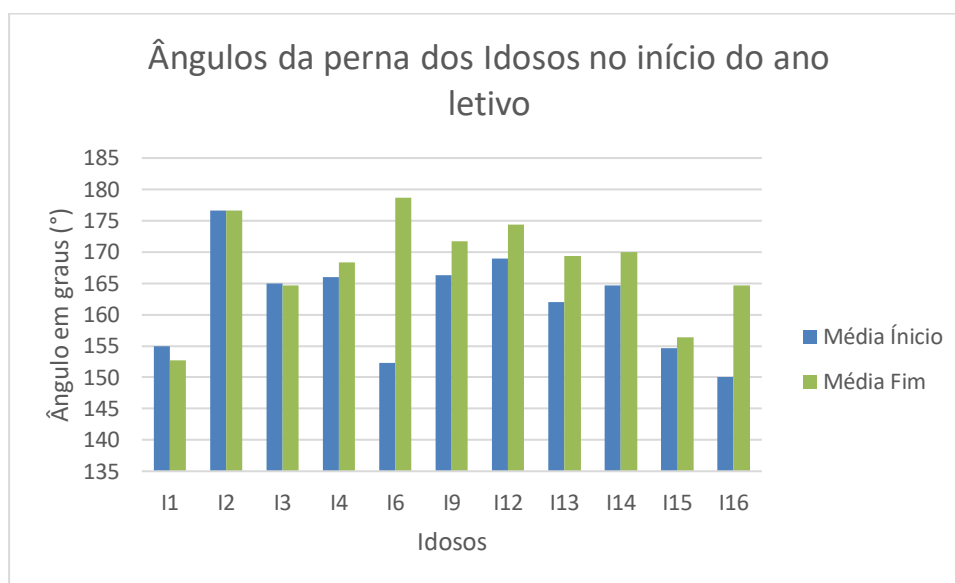


Figura 36 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo da perna no início e fim dos ensaios relativos a todos os idosos no início do ano letivo.

Analisando-se os valores obtidos no início do ano letivo para cada idoso, no início e fim desse ensaio, pode-se afirmar que são verificados diferentes casos, tal como no fim do ano letivo. Ocorrendo desde um aumento do ângulo das costas e da perna, que acontece no I12, I14 e I15, uma diminuição do ângulo das costas e perna que se verifica no I1 e I3, uma diminuição do ângulo das costas e aumento do ângulo da perna que ocorre no I4, I6, I9, I13 e I16 e por fim verifica-se apenas num idoso o aumento do ângulo das costas, enquanto que o ângulo da perna se mantém, isto acontece no I2. Comparando com o ensaio realizado no fim do ano letivo, verifica-se que neste ensaio ocorre um ângulo que se mantém, o que não acontece no ensaio realizado no fim do ano letivo e no fim do ano letivo verifica-se um aumento do ângulo das costas e uma diminuição do ângulo da perna que neste ensaio não acontece.

Analisando apenas a Figura 35, relativa ao ângulo das costas dos idosos que realizaram o ensaio no início do ano letivo, pode-se afirmar, de um modo geral, que ocorre uma diminuição do ângulo das costas do início para o fim dos ensaios na maioria dos idosos, isto pode dever-se a estes se cansarem mais rapidamente e tentarem colocar uma posição mais ereta para diminuir a dor nas costas.

Relativamente a Figura 36, pode-se afirmar que na maioria dos idosos se verifica um aumento do ângulo das pernas do início para o fim do ensaio, mantendo a mesma teoria anterior,

que devido ao cansaço o idoso tende a aumentar a sua passada e consequentemente a dar menos passos.

Comparando os dados obtidos no fim e no início do ano letivo, que é o ponto fulcral desta dissertação, para o ângulo das costas (Figura 33 e Figura 35), pode-se afirmar que há alterações de um modo geral nos idosos, pois enquanto que no fim do ano letivo ocorre, na maioria dos idosos, um aumento do ângulo das costas, no início do ano letivo isso não é verificado, ocorrendo uma diminuição do mesmo ângulo. Deve-se salientar, que devido a os idosos se encontrarem apoiados na passadeira isto leva a que os dados sejam alterados. Esta diferença de ângulos, tal como referi anteriormente, pode dever-se a os idosos se cansarem mais facilmente, devido a enquanto se encontram de férias não realizarem tanto exercício físico, levando a dores nas costas e por esse motivo eles tentarem manter uma posição mais ereta.

Relativamente ao ângulo da perna (Figura 34 e Figura 36), verifica-se o mesmo em ambos os estudos, no início e fim do ano letivo, que ocorre um aumento do ângulo do início para o fim do ensaio, levando por esse motivo a reforçar a teoria que devido ao cansaço o idoso tende a aumentar a sua passada consequentemente a dar menos passos.

Após analisados os resultados de todos os idosos que realizaram o estudo no fim e no início do ano letivo, passou-se à análise apenas dos idosos que realizaram ambos os estudos, encontrando-se na Figura 37 os dados do ângulo das costas e na Figura 38 os dados do ângulo da perna.

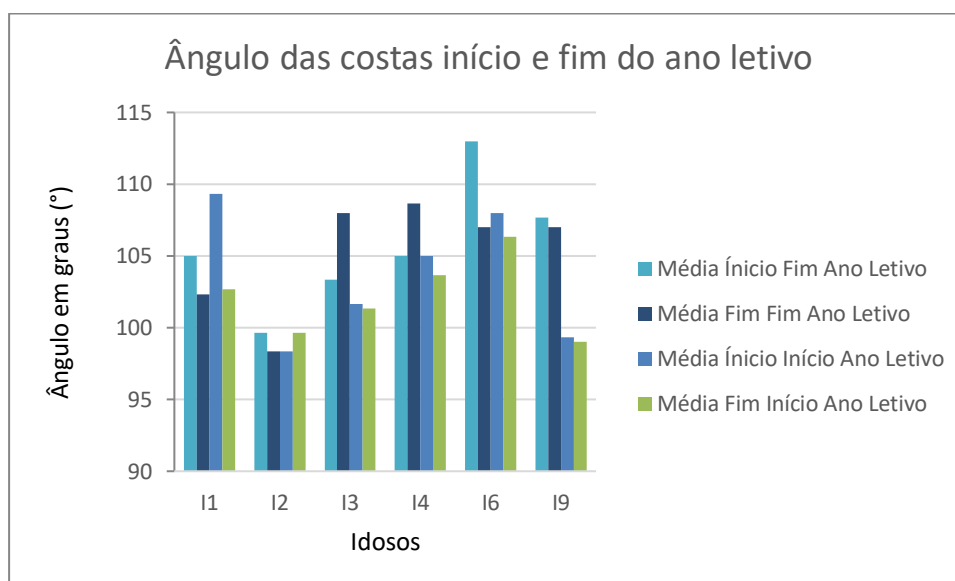


Figura 37 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas no início e fim do ensaio dos idosos que realizaram ambos os estudos no fim e no início do ano letivo

Analisando-se a Figura 37, pode-se afirmar que na maioria dos idosos ocorre uma diminuição do ângulo das costas, tanto no final do ano letivo, como no início. No fim do ano letivo o ângulo das costas diminui do início para o fim do ensaio no I1, I2, I6 e no I9, aumentando no I3 e I4. No início do ano letivo, ocorre uma diminuição do início para o fim do ensaio no I1, I3, I4, I6 e no I9, aumentando apenas no I2. Com esta análise observa-se que há uma alteração nos idosos 3, 4 e 2, no fim do ano letivo e depois quando regressam de férias, pois no caso do I3 e I4 no fim do ano letivo estes aumentam o ângulo das costas do início para o fim do ensaio, diminuindo depois no início do ano letivo. Enquanto que no I2 acontece o oposto, este no estudo realizado no fim do ano letivo diminui o ângulo das costas e no início do mesmo o seu ângulo das costas aumenta.

Nos idosos que realizaram ambos os estudos, relativamente ao ângulo das costas verifica-se que o ângulo diminui do início para o fim dos ensaios, na sua maioria, em ambos os

períodos letivos, algo que não se verifica nos idosos em geral, pois nestes só se verifica o mesmo no início do ano letivo, verificando-se o contrário no fim do mesmo.

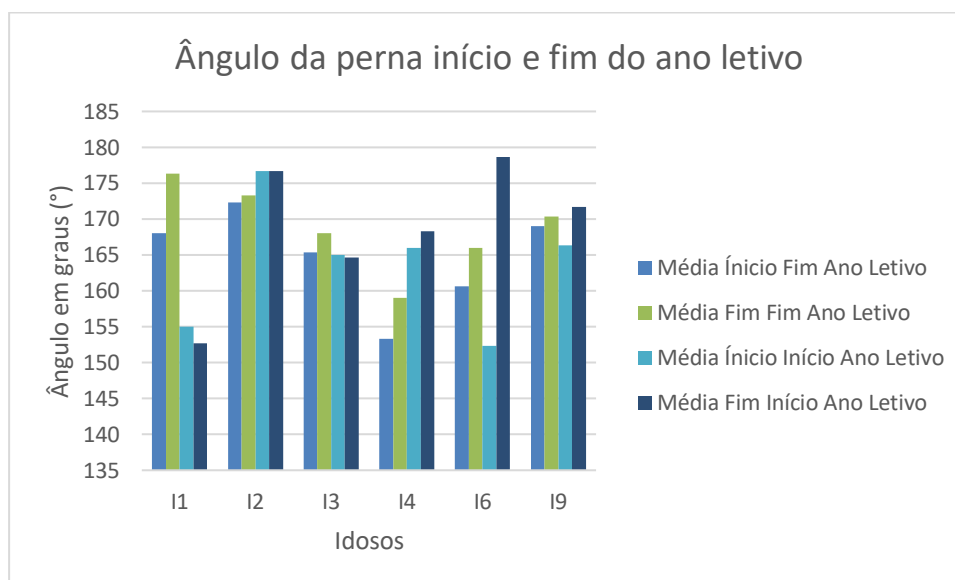


Figura 38 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo da perna no início e fim do ensaio dos idosos que realizaram ambos os estudos no fim e no início do ano letivo.

Relativamente à Figura 38 no fim do ano letivo é nítido que em todos os idosos ocorre um aumento no ângulo da perna, enquanto que no início do ano letivo ocorre mais oscilações, diminuindo o ângulo do início para o fim do ensaio no I1 e I3, existe um caso em que o ângulo se mantém, no I2, e depois verifica-se um aumento do ângulo no caso do I4, I6 e I9. Mesmo ocorrendo maiores oscilações no início do ano letivo pode-se afirmar que o mais comum de acontecer é um aumento do ângulo da perna. O motivo para que haja maior variedade de dados no início do ano letivo pode dever-se a os idosos não praticarem tanto exercício durante as férias.

Sendo assim pode-se afirmar que o mais comum de acontecer quer os idosos pratiquem ou não exercício físico regular é um aumento do ângulo das pernas, devido ao cansaço o idoso tende a aumentar a sua passada, ainda que haja maiores oscilações de dados quando eles regres-sam de férias.

4.1.2. Swing

Para se obterem os resultados relativamente ao *Swing*, tal como para obter o ângulo das costas e das pernas foi utilizado o *software Kinovea*, para tal foi colocada uma câmara na traseira dos idosos e enquanto eles executavam os ensaios eram gravadas imagens, sendo apenas avaliado o que acontecia no início e no fim do ensaio.

No *software*, de forma a saber qual a medida da passadeira, visto que durante os ensaios estavam a decorrer as aulas de educação física e nem sempre a câmara era colocada na mesma zona, tendo que limitar a diferentes espaços de aula para aula, era feita a medida de uma zona da passadeira, onde não se encontrava tapete rolante (Figura 39 e Figura 40, entre outras possíveis de ver no **Anexo A.II**), esta medida facilitava a realização dos cálculos para obter qual o balanço do idoso. Após obtida a medida da passadeira realizou-se a primeira linha na vertical no idoso relativamente ao seu centro de massa, esta linha apenas se realizou quando o idoso se encontrava com o calcanhar do pé esquerdo apoiado na passadeira. A segunda linha obteve-se quando o idoso se encontrava com o calcanhar direito apoiado na passadeira, tal como quando estava apoiado com o calcanhar esquerdo, desenhou-se uma linha vertical ao seu centro de massa. Depois de desenhadas as duas linhas estas eram unidas e era calculada a diferença em centímetros, esta diferença era calculada através de uma regra três simples, pois como foi medida a zona da passadeira, esta apresentava aproximadamente 10 cm, no *software*, foi medida a mesma zona, obtendo os pixéis daquela zona, por fim depois de obter a medida da ligação das duas linhas verticais era calculada em centímetros essa diferença, obtendo-se assim o *Swing*. Este processo foi repetido três vezes no início do ensaio e outras três vezes no fim do ensaio, para cada idoso, para posteriormente ser realizada a média e se observar o que acontecia aos idosos com maior frequência.

O *Swing* apenas era visualizado quando o calcanhar esquerdo e direito estavam apoiados, ou seja, meio passo de forma a ver a maior diferença no balanço, pois num passo completo, ou seja, calcanhar esquerdo e calcanhar esquerdo novamente como os idosos estavam apoiados na passadeira voltavam à mesma zona inicial, não se observando o *Swing*.

Na Figura 39 e Figura 40 apresentam-se as imagens do procedimento realizado no *software* para o Idoso 1, no fim do ano letivo e na Figura 41 e Figura 42, o mesmo procedimento, mas desta vez para o início do ano letivo, os restantes idosos encontrar-se-ão no **Anexo A.II**,

bem como os valores médios obtidos para cada idoso individualmente. Posteriormente apresentar-se-á um exemplo do cálculo efetuado para se obter o *swing* em centímetros.

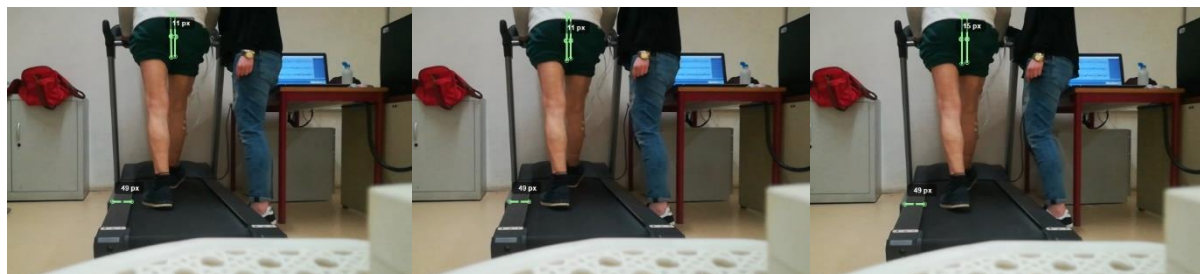


Figura 39 - Análise do início do ensaio do I1 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.

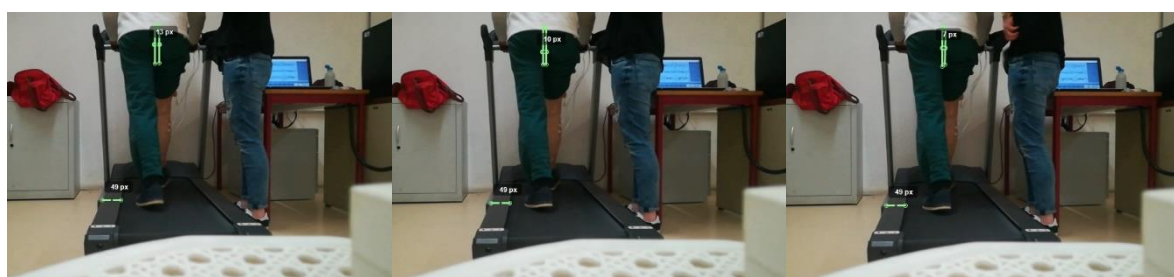


Figura 40 - Análise do final do ensaio do I1 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 41 - Análise do início do ensaio do I1 para obtenção do Swing no início do ano letivo.



Figura 42 - Análise do final do ensaio do I1 para obtenção do Swing no início do ano letivo.

Depois de realizada a análise procedeu-se ao seu cálculo, sendo apresentada a equação 3.

$$\begin{aligned} & \text{Medida da passada em px} - \text{Medida da passada em cm} \\ & \text{Swing em px} - x \text{ (Swing em cm)} \\ & x = \text{Swing cm} \end{aligned} \quad (3)$$

Os cálculos apresentados na equação 3 realizaram-se para todos os diferentes idosos, para cada diferente imagem adquirida.

Após obtidos todos os dados, utilizou-se o *Excel*, neste foram colocados todos os valores obtidos e realizada a média e o desvio padrão, inicialmente realizaram-se os gráficos para cada idoso (**Anexo A.II**) e para se conseguir fazer uma melhor análise dos resultados obtidos foi elaborado um gráfico com os valores médios de todos os idosos no fim e no início do ensaio, para cada período letivo.

Na Figura 43 é possível observar os valores médios do *Swing*, para todos os idosos no fim do ano letivo e na Figura 44, no início do ano letivo.

Inicialmente irá ser analisado o que se verifica nos idosos com mais regularidade no fim do ano letivo, depois no início do ano letivo, e por último será feita uma avaliação das alterações mais frequentes de ambos os períodos letivos, posteriormente analisar-se-á o mesmo mas apenas para os idosos que realizaram ambos os ensaios.

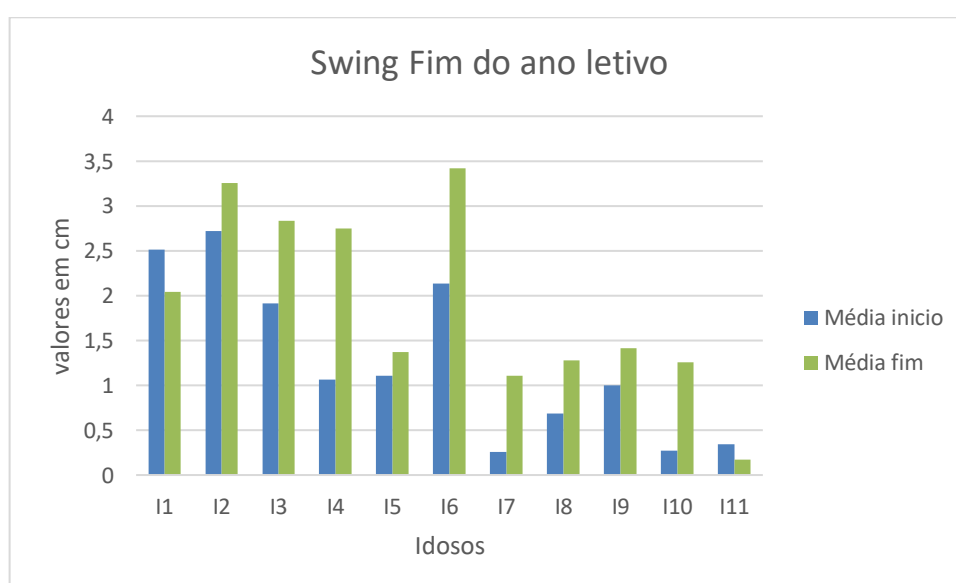


Figura 43 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do *Swing* do início e fim dos ensaios para todos os idosos no fim do ano letivo.

Observando individualmente os resultados obtidos, observa-se um aumento dos valores do início para o fim do ensaio nos idosos I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I9 e I10, verificando-se apenas uma diminuição do *Swing*, no I1 e I11.

Analisando os valores médios relativos ao fim do ano letivo para todos os idosos, conclui-se que na maioria dos idosos ocorre um aumento do *Swing*, do início do ensaio para o fim do mesmo. Ou seja, é possível afirmar que se verifica maior *Swing* no fim do ensaio, isto pode dever-se a o idoso estar mais cansado e por isso deslocar-se mais de um lado para o outro e não conseguir realizar uma caminhada uniforme.

Depois de analisados os dados relativos ao fim do ano letivo, quando os idosos tinham hábitos regulares de exercício passou-se à análise do início do ano letivo depois de eles regressarem das férias, Figura 44.

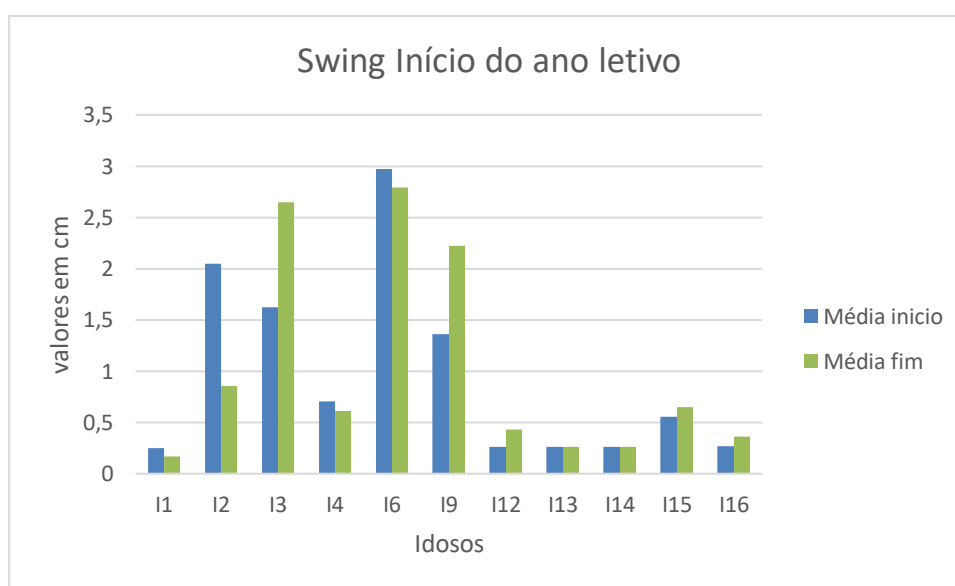


Figura 44 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do *Swing* do início e fim dos ensaios para todos os idosos no início do ano letivo.

Analisando-se os dados do início do ano letivo (Figura 44), idoso a idoso, observa-se que existem diferentes dados. Ocorrendo um aumento do *Swing* do início para o fim do ensaio no I3, I9, I12, I16 e I17, ocorre também uma diminuição no I1, I2, I4 e I6 e por fim verifica-se também no I13 e I14 que o *Swing* se mantém.

Observando os dados no geral é possível afirmar que o mais comum de acontecer é um aumento do *Swing*, durante o ensaio, pois mesmo havendo uma grande oscilação de dados o

que se verifica em maior número é o aumento do *swing*, reforçando que devido ao cansaço o idoso tende a aumentar o seu deslocamento de um lado para o outro.

Comparando-se os dados obtidos na Figura 44, com os dados obtidos na Figura 43, o que salta logo à vista é que existe maior discrepância de dados no início do ano letivo, do que no fim do ano letivo, enquanto que no fim do ano letivo existe um aumento do *Swing* em 9 idosos, ocorrendo uma diminuição em apenas 2 idosos, no início do ano letivo ocorre um aumento do *Swing* do início para o fim do ensaio em apenas 5 idosos, aumentando por isso o número de idosos em que o *Swing* diminui para 4 idosos, verificando-se também 2 idosos em que se mantém. O que pode levar a estes últimos dados é que devido a os idosos se encontrarem mais receosos devido a ainda não estarem habituados às aulas de desporto tendem a ser mais cautelosos nos passos que dão e a agarrarem-se mais fortemente, diminuindo por isso o seu *swing*. Algo que também altera em muito os dados é os idosos encontrarem-se agarrados à passadeira.

Após observados os dados de todos os idosos que realizaram os estudos, na Figura 45 apresentam-se os valores dos idosos que realizaram ambos os estudos, no fim e no início do ano letivo.

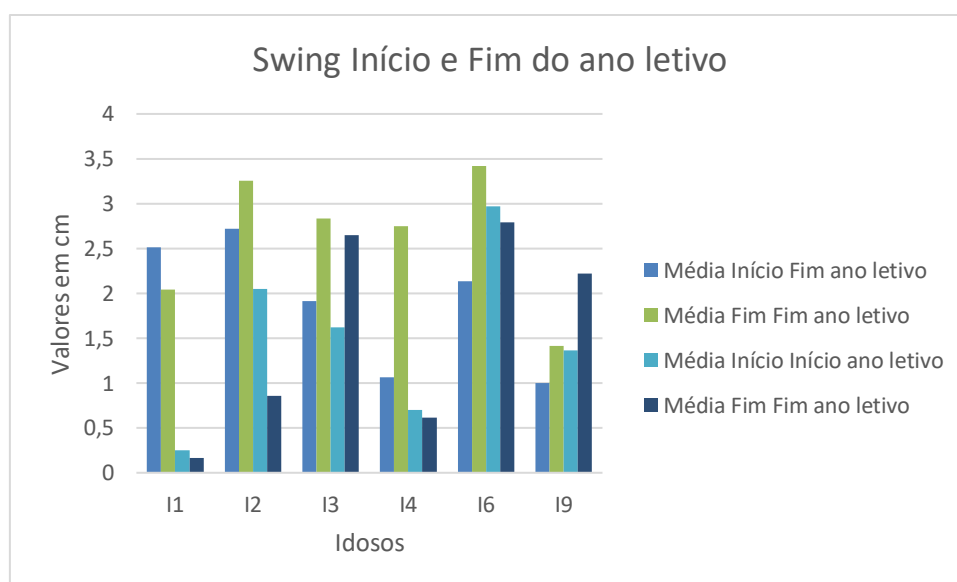


Figura 45 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do *Swing* no início e fim do ensaio dos idosos que realizaram ambos os estudos no fim e no início do ano letivo.

Analisando-se os dados da Figura 45 observa-se que no final do ano letivo ocorre um aumento do *Swing* do início para o fim do ensaio no I2, I3, I4, I6 e I9 e uma diminuição apenas

no I1, enquanto que no início do ano letivo apenas se verifica um aumento no I3 e I9, diminuindo no I1, I2, I4 e I6. Enquanto que nos dados adquiridos aos vários idosos se verifica um aumento do *Swing* quer no fim do ano letivo, quer no início do mesmo, nos idosos que realizaram ambos os ensaios verifica-se um aumento do *Swing* no fim do ano letivo e uma diminuição no início do ano letivo. Isto pode acontecer devido a os idosos se encontrarem mais receosos no início do ano letivo e a darem passos mais cautelosos, o que vem reforçar esta teoria é que observando com atenção os valores é de notar que os valores do *Swing* do início para o fim do ensaio no fim do ano letivo são muito maiores que os do início do ano letivo.

Também é de salientar como os idosos se encontravam agarrados à passadeira os dados podem não ser os mais corretos, provocando alterações nos mesmos.

4.2. Termografia

De forma a se obterem os resultados termográficos recorreu-se a uma câmara termográfica, as fotografias eram obtidas antes do ensaio na passadeira que correspondia a $t=0\text{min}$, depois do ensaio da passadeira, que era o instante $t=5\text{min}$, pois o ensaio na passadeira tinha uma duração de 5min e passados 5 minutos de repouso, instante $t=10\text{min}$, este tempo foi o ditado porque os corpos em média demoram 5 minutos até que o corpo comece a arrefecer. Para análise das imagens era utilizado um *software*, o *FLIR Tools*, neste *software* selecionou-se a zona a ser avaliada, neste caso a perna direita, onde os elétrodo foram colocados, para se obter os resultados termográficos. A ideia inicial era serem analisadas as alterações da temperatura no corpo todo, mas devido a o local não ser o mais apropriado para pedir às idosas que tirassem a camisola optou-se por se analisar apenas a perna onde se colocaram os elétrodo.

Os resultados termográficos, tal como os cinemáticos foram analisados de forma individual, ou seja observou-se o que ocorria com cada idoso, quais as alterações mais frequentes de idoso para idoso e posteriormente analisaram-se os dados gerais de todos os idosos e o que ocorre mais frequentemente nos idosos aquando do ensaio, para cada período, fim e início do ano letivo, no final são comparados os resultados obtidos no fim do ano letivo com os do início, de forma a compreender melhor o que ocorre quando um idoso pratica regularmente exercício e depois quando vem de férias que não se encontra a praticar regularmente exercício físico. Devido a os idosos não serem todos os mesmos a realizarem os ensaios no início e fim do ano

letivo, só tendo possibilidade de analisar alguns, posteriormente realizou-se uma comparação apenas dos idosos que realizaram ambos os ensaios.

Na Figura 46 e Figura 47 observam-se as imagens termográficas obtidas para o idoso 1 (I1) no fim do ano letivo, para os instantes de $t=0\text{min}$, $t=5\text{min}$ e $t=10\text{min}$, a Figura 46 é obtida quando o idoso se encontra de frente para a câmara e a Figura 47 é obtida quando este se encontra de perfil. Na Figura 48 e Figura 49 encontram-se as imagens termográficas obtidas para o I1, tal como anteriormente, mas desta vez para o início do ano letivo.

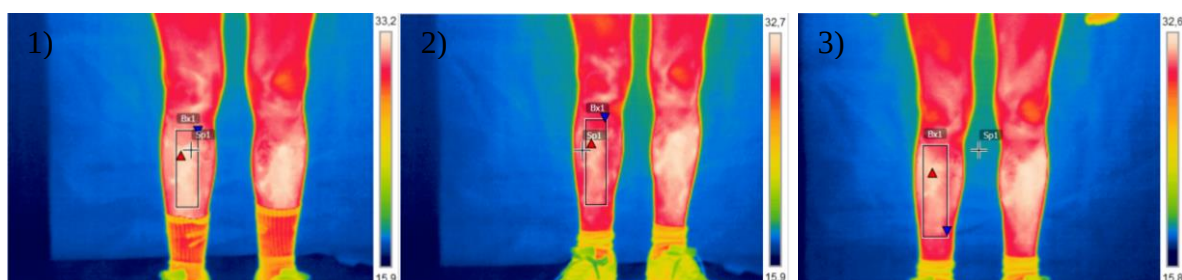


Figura 46 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I1 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e $t=10\text{min}$.

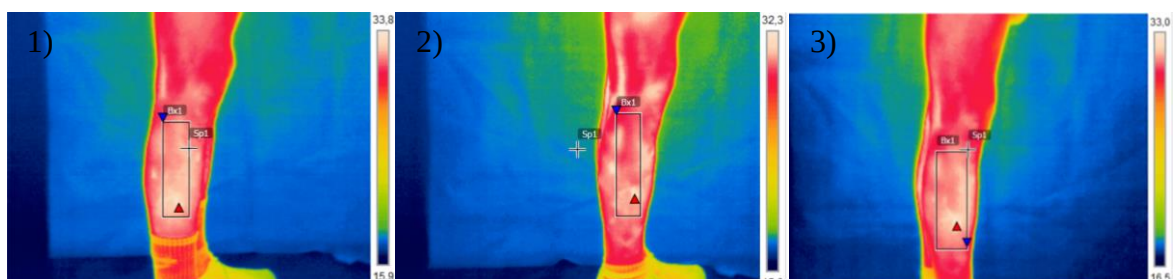


Figura 47 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I1 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e $t=10\text{min}$.

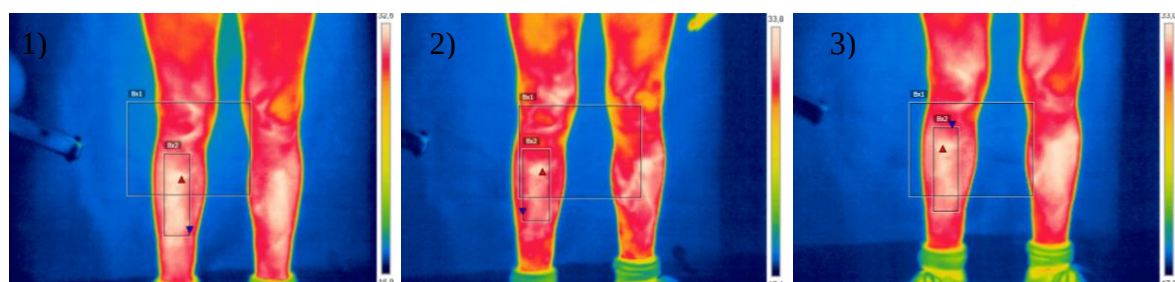


Figura 48 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I1 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e $t=10\text{min}$.

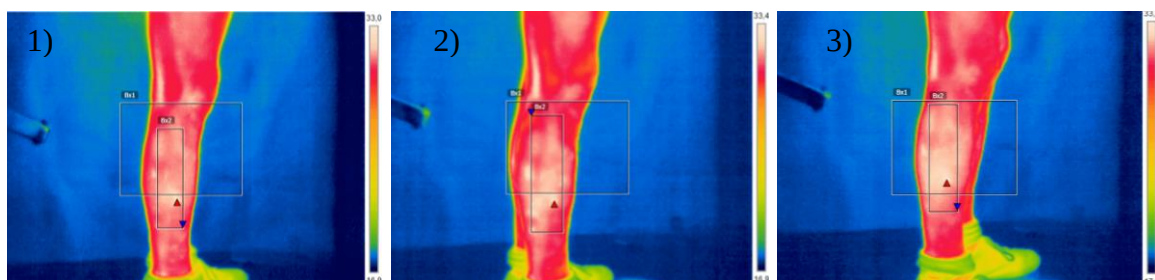


Figura 49 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I1 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

As restantes imagens termográficas encontram-se no **Anexo B**. Com recurso ao *Excel*, colocaram-se todas as temperaturas obtidas para os diferentes idosos e para os diferentes instantes de tempo, elaborando-se gráficos. Inicialmente foram elaborados gráficos de cada idoso (**Anexo B**), depois de obtidos todos os dados elaborou-se o gráfico quando os idosos se encontram de frente para a câmara (Figura 50 e Figura 52) e quando se encontram de perfil (Figura 51 e Figura 53), para o fim e início do ano letivo.

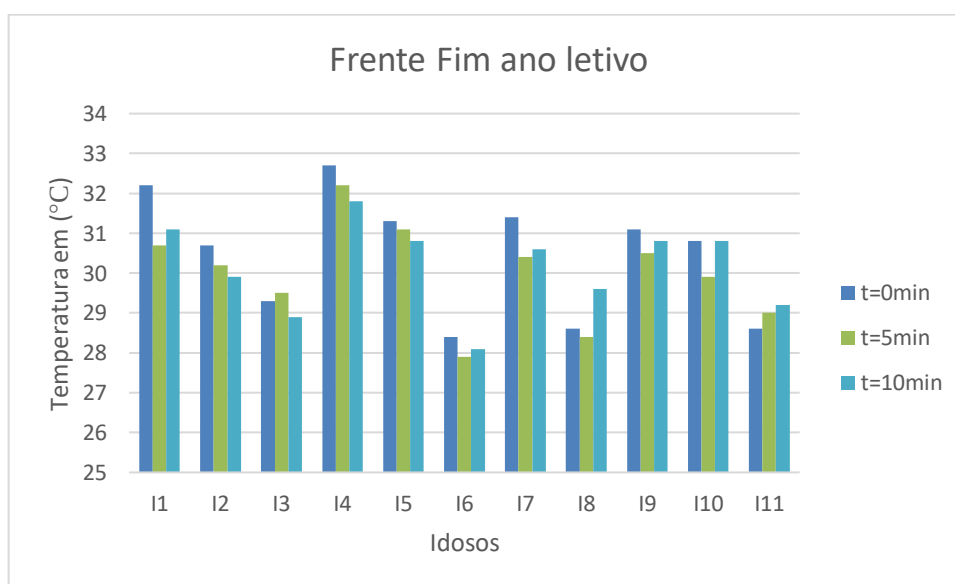


Figura 50 - Temperatura termográfica de todos os idosos quando estes se encontram de frente para a câmara, relativos ao fim do ano letivo.

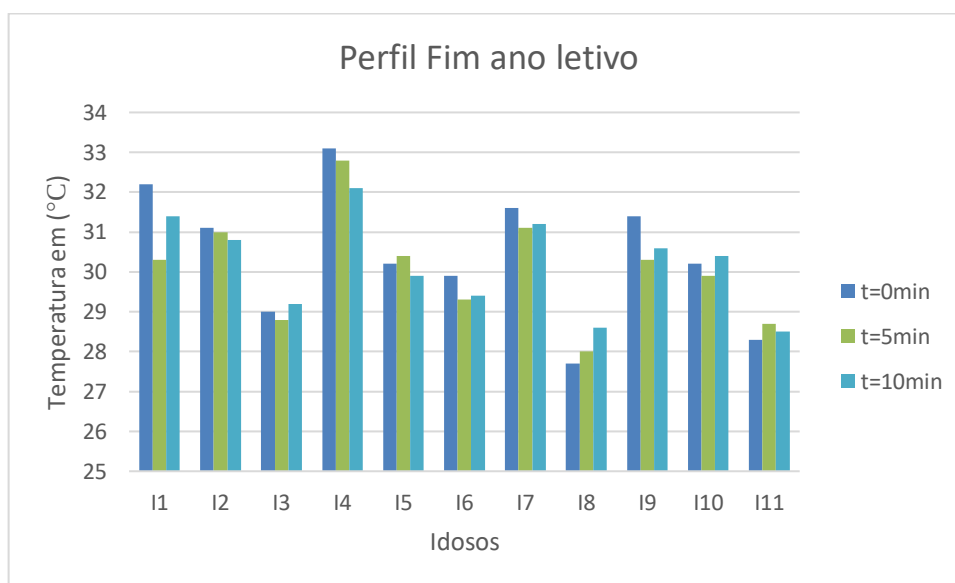


Figura 51 - Temperatura termográfica de todos os idosos quando estes se encontram de perfil para a câmara, relativos ao fim do ano letivo.

Analisando-se os dados termográficos do fim do ano letivo individualmente é possível afirmar que se obtiveram diversos resultados, no caso de I1, I6, I7, I9 e I10 verifica-se, tanto na temperatura de perfil como de frente para a câmara termográfica, uma diminuição da mesma de t=0min para t=5min e um aumento de t=5min para t=10min. No caso do I2 e I4 verifica-se uma diminuição constante de temperatura, ou seja, a temperatura diminui de t=0min para t=5min e de t=5min para t=10min, tanto de frente como de perfil para a câmara. Mas existem casos em que se verificam oscilações diferentes de temperatura quando o idoso se encontra de frente para a câmara e de perfil, como é o caso do I3, do I5, do I8 e do I11. No caso do I3 verifica-se que quando este se encontra de frente para a câmara ocorre um aumento da temperatura de t=0min, para t=5min e uma diminuição de t=5min para t=10min, enquanto que quando se encontra de perfil ocorre uma diminuição de t=0min para t=5min e um aumento de temperatura de t=5min para t=10min. No caso do I5 quando o idoso se encontra de frente a temperatura diminui de t=0min, para t=5min e continua a diminuir de t=5min para t=10min, enquanto que quando o idoso se encontra de perfil a temperatura aumenta de t=0min para t=5min e diminui de t=5min para t=10min. Em relação ao I8 observa-se uma diminuição de temperatura de t=0min, para t=5min e um aumento de t=5min para t=10min, quando este se encontra de frente, quando se encontra de perfil ocorre um aumento contante de t=0min para t=10min. Por fim no idoso 11 quando este se encontra de frente verifica-se um aumento constante de t=0min para t=10min enquanto que de perfil aumenta de t=0min para t=5min e diminui de t=5min para t=10min.

Realizando-se uma análise geral, verificou-se que o que ocorre na maioria dos dados tanto quando o idoso se encontra de frente como de perfil para a câmara é uma diminuição da temperatura de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ seguido de um aumento de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$.

Após analisados os dados obtidos para o fim do ano letivo, procedeu-se à análise dos dados no início do ano letivo (Figura 52 e Figura 53) e o que se verifica quando comparados os dados do fim, com os do início do ano.

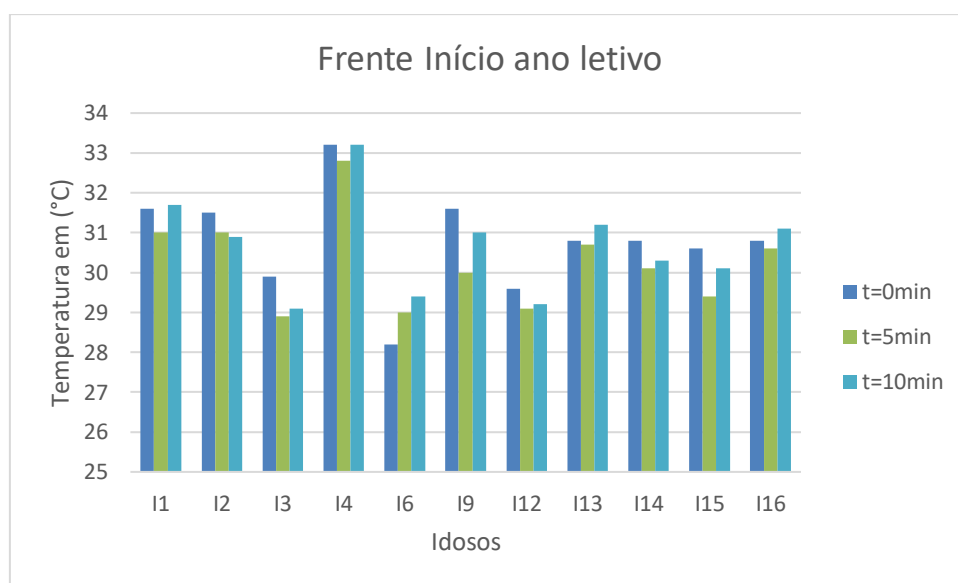


Figura 52 - Temperatura termográfica de todos os idosos quando estes se encontram de frente para a câmara, relativos ao início do ano letivo.

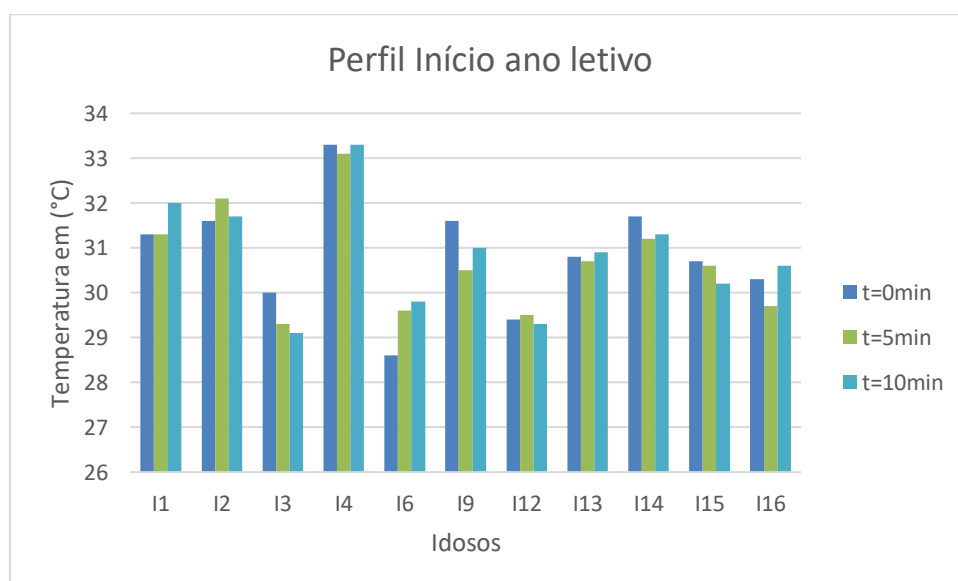


Figura 53 - Temperatura termográfica de todos os idosos quando estes se encontram de perfil para a câmara, relativos ao início do ano letivo.

Observando-se os dados obtidos no início do ano letivo idoso a idoso é possível observar que quando o idoso se encontra de frente para a câmara termográfica ou de perfil para a mesma os dados nem sempre coincidem, tal como no fim do ano letivo, apenas se verificam os mesmos dados para o I4, I9, I13, I14 e I16, que existe uma diminuição dos valores da temperatura de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e um aumento de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$ tanto quando o idoso se encontra de frente como de perfil para a câmara e voltam-se a verificar os mesmos dados de frente e perfil no I6, que ocorre um aumento gradual da temperatura, ou seja, aumenta de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e continua a aumentar de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$. Nos restantes idosos são verificados diferentes dados para quando o idoso se encontra de frente para a câmara ou de perfil, no I2 verifica-se uma diminuição gradual de temperatura, diminuindo de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e continuando a diminuir de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$ quando o idoso se encontra de frente para a câmara, quando se encontra de perfil verifica-se que a temperatura aumenta de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e diminui de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$. No caso do I3 e I15 quando o idoso se encontra de frente para a câmara a temperatura diminui de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e aumenta de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$, enquanto que, quando o idoso se encontra de perfil a temperatura diminui gradualmente, diminuindo de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e continuando a diminuir de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$. No caso do I1 quando este se encontra de frente para a câmara verifica-se que a temperatura diminui de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e aumenta de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$, e de perfil a temperatura mantém-se de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e aumenta de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$, por fim no I12 verifica-se o contrario quando o idoso se encontra de frente ou de perfil, ou seja, quando o idoso se encontra de frente para a câmara a temperatura diminui de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e aumenta de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$ e quando se encontra de perfil a temperatura aumenta de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e diminui de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$.

No geral, observando os dados que se verificam maioritariamente quando os idosos se encontram de frente ou de perfil para a câmara no início do ano letivo, o que acontece na maioria dos casos é uma diminuição da temperatura dos idosos de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e um aumento de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$, tanto quando se encontram de frente como de perfil para a câmara.

Comparando os dados obtidos no fim do ano letivo com os dados do início do ano letivo, verifica-se que na maioria dos idosos, quando estes se encontram de frente para a câmara termográfica ocorre uma diminuição da temperatura de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e um aumento de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$, verificando-se mais idosos onde ocorre este caso no início do ano letivo

do que no fim, enquanto que no início do ano letivo existem 9 idosos onde a temperatura diminui e aumenta, no fim do ano letivo existem apenas 6 idosos onde o mesmo acontece, ocorrendo por isso maior variações de dados nos restantes idosos no fim do ano letivo.

Quando os idosos se encontram de perfil para a câmara, tal como quando se encontram de frente, o que se verifica que ocorre com maior frequência é uma diminuição da temperatura seguida de um aumento. Também se observa que quando os idosos se encontram de perfil, nos dados todos, início e fim do ano letivo, não existem tantos dados onde se observe uma diminuição de $t=0m$ para $t=5min$ e um aumento de $t=5min$ para $t=10min$, chegando-se por isso à conclusão que quando os idosos se encontra de perfil para a câmara verificam-se maiores diferenças de dados do que quando os idosos se encontram de frente. O que se verifica também, é que enquanto que no fim do ano letivo, no geral, existem 6 idosos onde ocorre uma diminuição de temperatura seguida de um aumento, isto acontece tanto de frente como de perfil para a câmara, ocorrendo apenas 5 idosos onde os dados variam, no início do ano letivo, de frente para a câmara verifica-se 9 idosos onde a temperatura diminui e depois aumenta enquanto que de perfil apenas 5 idosos apresentam esses dados, sendo por isso uma diferença bastante elevada e por esse motivo no global se verificarem maiores variações de dados quando os idosos se encontram de perfil. Devido aos diferentes dados observados o que se pode afirmar é que quando os idosos se encontram de frente para a câmara verificam-se maiores variações de temperatura no fim do ano letivo, mas quando se encontram de perfil verificam-se maiores diferenças no início do ano letivo. Isto pode ocorrer devido a serem utilizados idosos diferentes, por esse motivo, mais à frente, serão analisados apenas os idosos que realizaram ambos os ensaios, para ver se é possível chegar a mais alguma conclusão.

A diminuição de temperatura no instante de $t=5min$, verificada na maioria dos casos tanto no fim como no início do ano letivo, pode dever-se a ser o instante em que os idosos finalizam o ensaio ocorrendo a evaporação do suor e por esse motivo a evaporação do suor diminuir a temperatura corporal, também se verificou que não existe uma resposta homogênea na temperatura da pele entre as diferentes regiões corporais, neste caso quando é medida de frente ou de perfil, pensa-se que a temperatura tendeu a aumentar nas regiões musculares ativas do exercício segundo (Silva J. R., 2015; Fernandes, et al., Revista Andaluza de Medicina del Deporte, 2012).

Após analisados os dados de todos os idosos que executaram os ensaios, passou-se a análise dos idosos que executaram ambos os ensaios no início e no fim do ano letivo, encontrando-se na Figura 54 - Temperatura termográfica dos idosos que realizaram ambos os ensaios quando estes se encontram de frente para a câmara, relativos ao início e fim do ano letivo., os dados do início e fim do ano letivo quando os idosos se encontram de frente para a câmara e na Figura 55 quando os idosos se encontram de perfil.

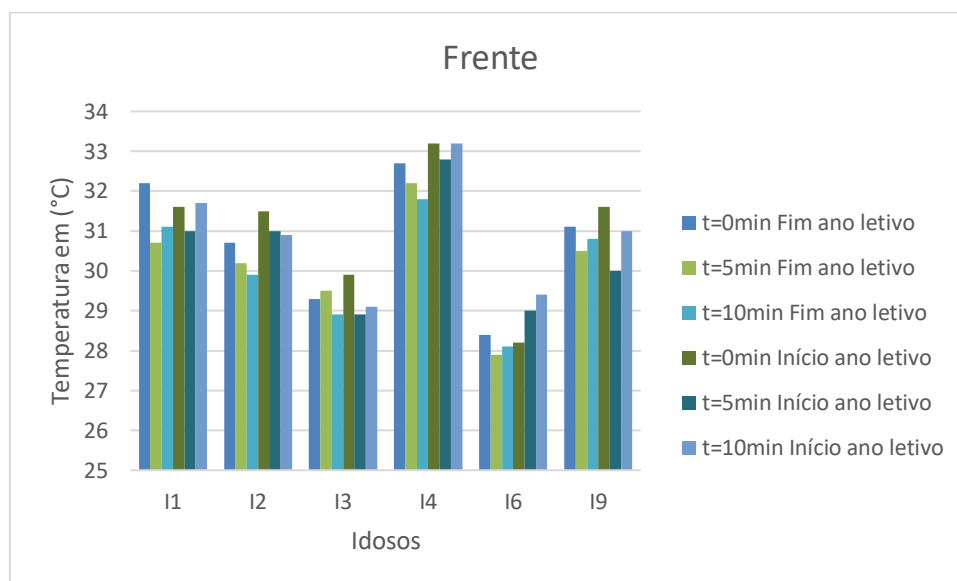


Figura 54 - Temperatura termográfica dos idosos que realizaram ambos os ensaios quando estes se encontram de frente para a câmara, relativos ao início e fim do ano letivo.

Numa primeira fase analisaram-se os dados da Figura 54 de quando os idosos se encontram de frente para a câmara termográfica, no fim e início do ano letivo. É possível afirmar que quando os idosos se encontram de frente apenas se observam os mesmos dados no I1, I2 e I9, tanto no início como no fim do ano letivo, onde no I1 e I9 ocorre uma diminuição de t=0min para t=5min seguido de um aumento de t=5min para t=10min e no I2 se verifica uma diminuição gradual de temperatura de t=0min para t=10min. Nos restantes idosos I3, I4 e I6 verificam-se diferentes dados do fim para o início do ano letivo. Sendo que no I3 enquanto que no fim do ano letivo se verifica um aumento de temperatura de t=0min para t=5min e uma diminuição de t=5min para t=10min no início do ano verifica-se o contrário uma diminuição de t=0min para t=5min e um aumento de t=5min para t=10min. No caso do I4 no fim ao ano verifica-se uma diminuição gradual de temperatura de t=0min para t=10min e no início do ano letivo uma diminuição de t=0min para t=5min seguido de um aumento nos restantes minutos. Por último no I6 no fim do ano verifica-se uma diminuição de t=0min para t=5min seguido de um aumento e

no início verifica-se um aumento gradual de $t=0\text{min}$ para $t=10\text{min}$. Posto isto no geral quando os idosos se encontram de frente para a câmara o que acontece maioritariamente é uma diminuição da temperatura seguida de um aumento tanto no fim como no início do ano letivo, mas verificam-se maiores variações de dados no fim do ano letivo, quando os idosos possuem aulas recorrentes de educação física, encontrando-se três idosos onde a temperatura diminui, aumentando posteriormente, dois onde a temperatura diminui gradualmente e um idoso onde a temperatura aumenta e diminui posteriormente, enquanto que no início do ano letivo se encontram quatro idosos onde a temperatura diminui e aumenta, um idoso onde a temperatura diminui gradualmente e um onde a temperatura aumenta gradualmente.

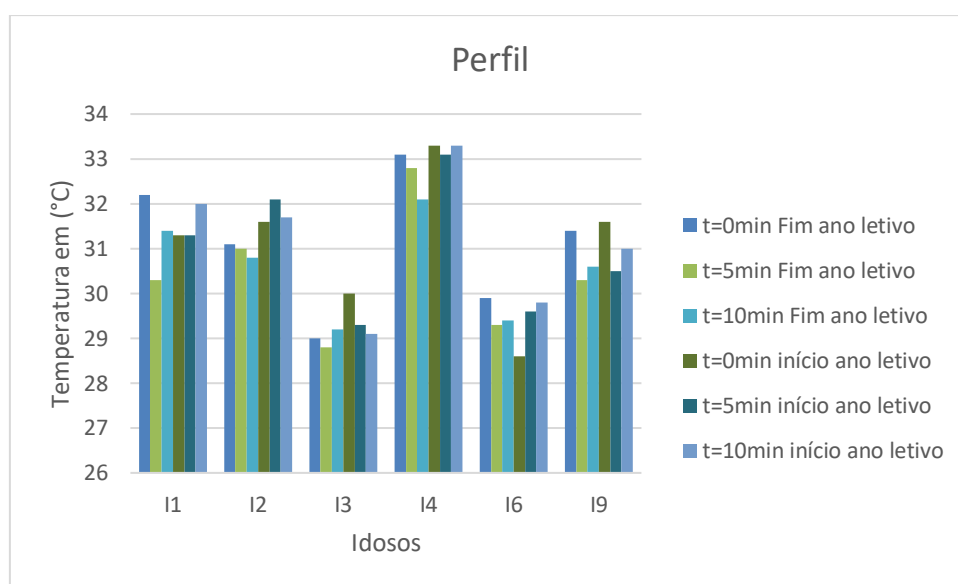


Figura 55 - Temperatura termográfica dos idosos que realizaram ambos os ensaios quando estes se encontram de perfil para a câmara, relativos ao início e fim do ano letivo.

Posteriormente analisaram-se os dados da Figura 55, quando os idosos que realizaram ambos os ensaios se encontram de perfil para a câmara termográfica, no fim e início do ano letivo. Nos dados obtidos de perfil, apenas o I9 possui os mesmos dados no fim e no início do ano letivo, em que a sua temperatura diminui de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e aumenta de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$, nos restantes idosos nenhum apresenta os mesmos dados em ambos os períodos letivos, relativamente ao I1, este, no fim do ano letivo a sua temperatura diminui de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e aumenta de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$ enquanto que no início do ano a sua temperatura mantém de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e aumenta de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$, no caso do I2 no fim do ano letivo observa-se que a temperatura diminui gradualmente de $t=0\text{min}$ para $t=10\text{min}$ e no início do ano a temperatura aumenta de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e diminui de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$,

no I3 verifica-se que no fim do ano letivo a temperatura diminui de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e aumenta nos restantes instantes de tempo e no início do ano a temperatura diminui gradualmente de $t=0\text{min}$ para $t=10\text{min}$, quanto ao I4 acontece o contrário do que foi observado no I3, a temperatura diminui gradualmente no fim do ano letivo e diminui nos primeiros instantes de tempo e aumenta de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$ no início do ano, por último no I6 verifica-se uma diminuição de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ seguido de um aumento nos restantes instantes de tempo, isto no fim do ano letivo, no início do mesmo a temperatura aumenta gradualmente em cada instante de tempo. O que se verifica maioritariamente tanto no início como no fim do ano letivo quando os idosos se encontram de perfil é uma diminuição de temperatura ($t=0\text{min}/t=5\text{min}$) seguido de um aumento ($t=5\text{min}/t=10\text{min}$), mas no início do ano letivo observa-se uma alteração de dados muito mais significativa do que no fim do ano letivo, sendo que no fim do ano letivo apenas existem dois idosos onde a temperatura diminui e depois aumenta, um idoso onde a temperatura mantém e depois aumenta, um onde a temperatura aumenta nos primeiros instantes de tempo e depois diminui, um idoso onde a temperatura diminui gradualmente e outro onde a temperatura aumenta gradualmente, enquanto que no fim do ano letivo se verificam quatro idosos onde a temperatura diminui nos primeiros instantes aumentando nos últimos instantes de tempo e dois idosos onde a temperatura diminui gradualmente.

Posto isto, apenas é possível afirmar que o comum de acontecer tanto no fim como no início do ano letivo, quer os idosos possuam ou não aulas recorrentes de educação física é uma diminuição de temperatura nos instantes de $t=0\text{min}$ para $t=5\text{min}$ e um aumento de $t=5\text{min}$ para $t=10\text{min}$, sendo que os dados de frente e de perfil se contradizem, enquanto que nos dados obtidos de frente para a câmara se obteve maiores diferenças no fim do ano letivo, de perfil para a câmara foram obtidas maiores diferenças de dados no início do ano letivo.

4.3. Eletromiografia

A eletromiografia realizou-se enquanto os idosos se encontravam a executar o ensaio na passeadeira, como referido anteriormente. O instrumento que se utilizou para a obtenção dos sinais foi o *BITalino* para se observar o sinal recorreu-se ao *software OpenSignals (r)evolution*, o processo utilizado para que se conseguisse obter os dados da eletromiografia foram explicados detalhadamente anteriormente, em que músculos foram colocados os elétrodos e qual o procedimento realizado para a colocação destes.

De forma a permitir uma melhor análise dos dados obtidos na eletromiografia, sendo eles o RMS (mV) e a Área(mV²), foram retirados os valores destes no início e no fim do ensaio eletromiográfico, para cada músculo analisado, para tal no *OpenSignals (r)evolution* foram processados filtros (filtro passa-baixo 10Hz, filtro passa-alto 100Hz) e após a processação desses filtros selecionaram-se três janelas em cada músculo no início e fim do ensaio, para posteriormente ser realizada a sua média. Inicialmente analisou-se os dados de idoso a idoso e por fim compararam-se os dados do RMS e da Área para todos os idosos, permitindo saber o que acontece com maior frequência aos músculos dos idosos no fim do ano letivo, quando estes têm aulas regulares de educação física e no início do ano letivo, quando regressão de férias. Como nem todos os idosos que realizaram o ensaio no fim do ano letivo foram os mesmos que realizaram o ensaio no início, analisaram-se também os valores dos idosos que realizaram ambos os estudos.

Para facilitar a interpretação dos resultados obtidos, recorreu-se ao *Excel*, onde foram elaborados gráficos. Para tal foram obtidos três valores diferentes do RMS e da Área no início e no fim do ensaio, como já referido, foi realizada a média e o desvio padrão desses valores, sendo esses os valores utilizados para a elaboração dos seguintes gráficos, este processo foi executado para cada músculo analisado.

Na Figura 56, apresentam-se os gráficos dos valores médios do início e do fim dos ensaios do RMS e da Área e o seu respetivo desvio padrão para o I1 no fim do ano letivo e na Figura 57, para o início do ano letivo, os dados dos restantes idosos serão apresentados no **Anexo C**.

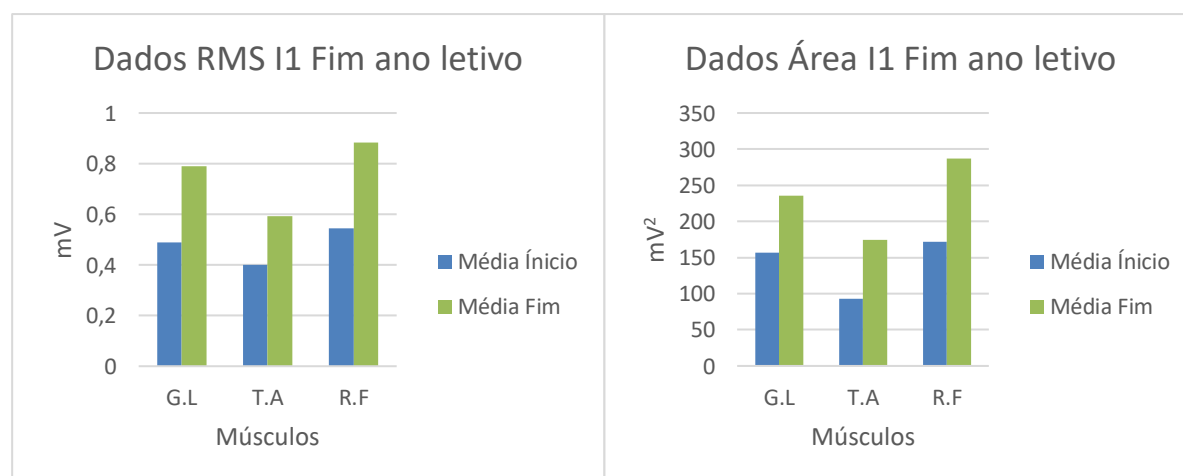


Figura 56 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I1 no fim do ano letivo.

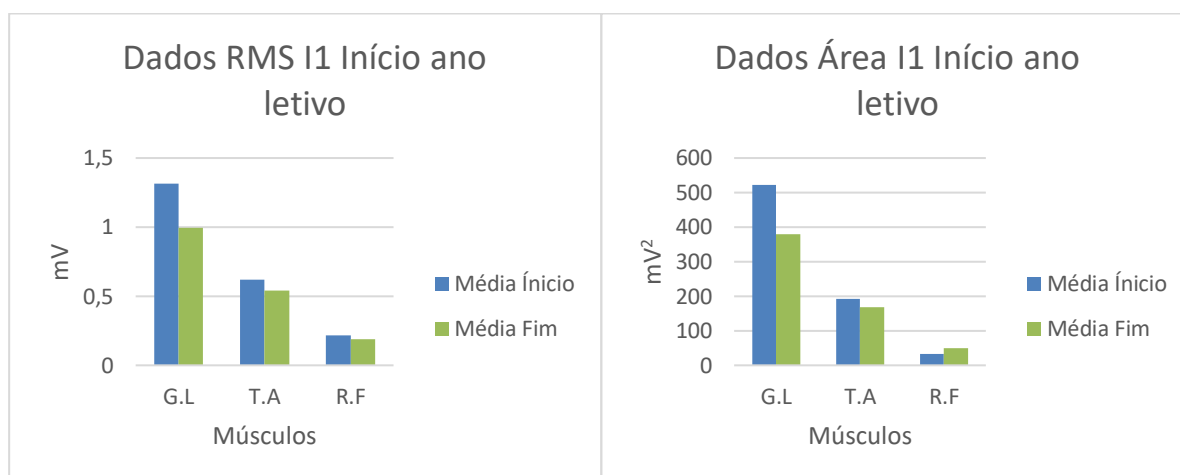


Figura 57 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I1 no Início do ano letivo.

Na Figura 58, Figura 59 e Figura 60 apresentam-se os valores de todos os idosos relativos a cada músculo testado, o G.L., o T.A. e o R.F., respetivamente, assim irá permitir observar o que acontece ao RMS e à Área mais regularmente em cada músculo no fim do período letivo, posteriormente serão apresentados os valores do início do ano letivo e comparados com os do fim.

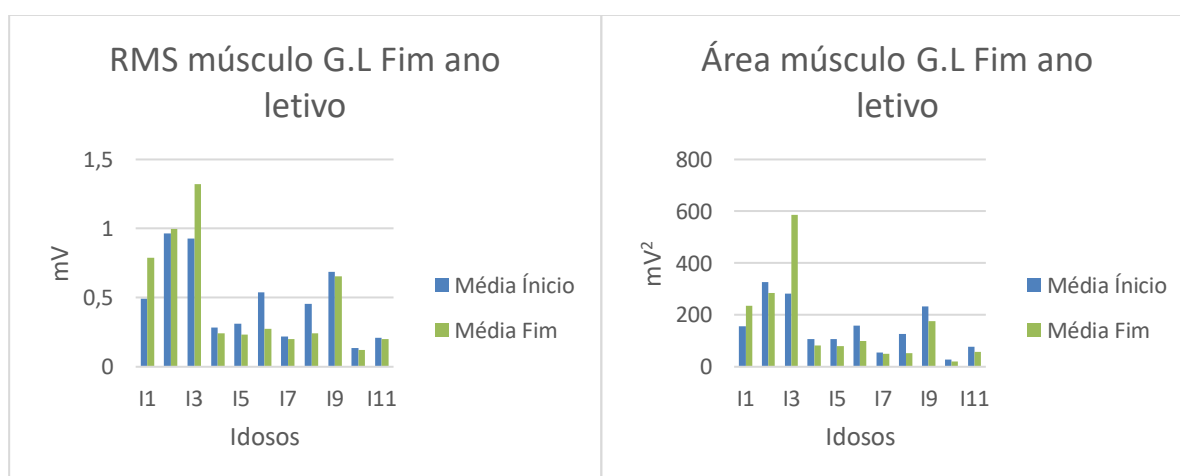


Figura 58 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Gastrocnémio Lateral no fim do ano letivo.

Através da análise da Figura 58, conclui-se que no fim do ano letivo para o músculo G.L., na maioria dos idosos, ocorre uma diminuição dos valores, do RMS e da Área, do início para o fim do ensaio, pois os únicos casos em que há um aumento dos valores do início para o fim do ensaio, no caso do RMS é no I1, I2 e I3 e da Área é no I1 e I3, nos restantes idosos verifica-se uma diminuição dos valores neste músculo, o único idoso que possui uma maior

diferença é o I2, pois enquanto que nos valores do RMS este aumenta do início para o fim do ensaio, nos valores da Área diminui.

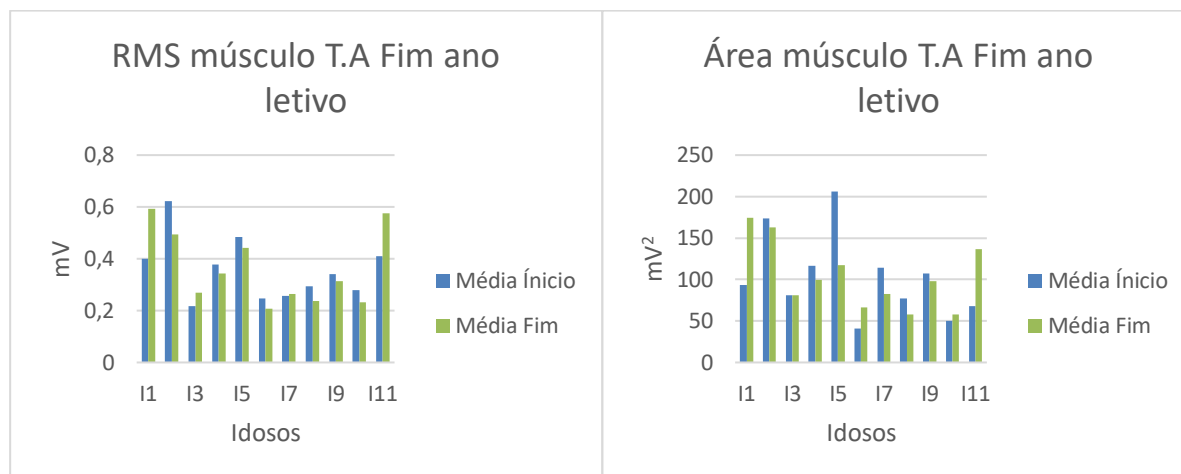


Figura 59 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Tibial Anterior no fim do ano letivo.

Analisando-se a Figura 59 pode-se afirmar que na maioria dos idosos ocorre uma diminuição dos valores tanto do RMS, como da Área para o músculo T.A., sendo que ocorre essa diminuição em sete idosos dos onze estudados, mas nem sempre quando ocorre uma diminuição no valor do RMS, ocorre no da Área ou ao contrário, pode-se chegar à conclusão observando apenas os poucos idosos onde há um aumento dos valores do início para o fim do ensaio, no RMS, os idosos que apresentam um aumentam são o I1, I3, I7 e I11, enquanto que na Área os idosos que apresentam um aumento dos valores é o I1, I6, I10 e I11, ou seja apenas o I1 e o I11 apresentam em ambos os resultados um aumento, os que apresentam em ambos uma diminuição são o I2, I4, I5, I8 e I9, restando o I3, I6, I7 e I10 que apresentam diferentes dados no RMS e na Área, que quanto ao I6 e I10 no RMS diminui, na Área aumenta e o contrário acontece no I3 e no I7, que no RMS aumenta e na Área diminui.

De seguida serão apresentados os valores do RMS e da Área do músculo Reto Femoral no fim do ano letivo.

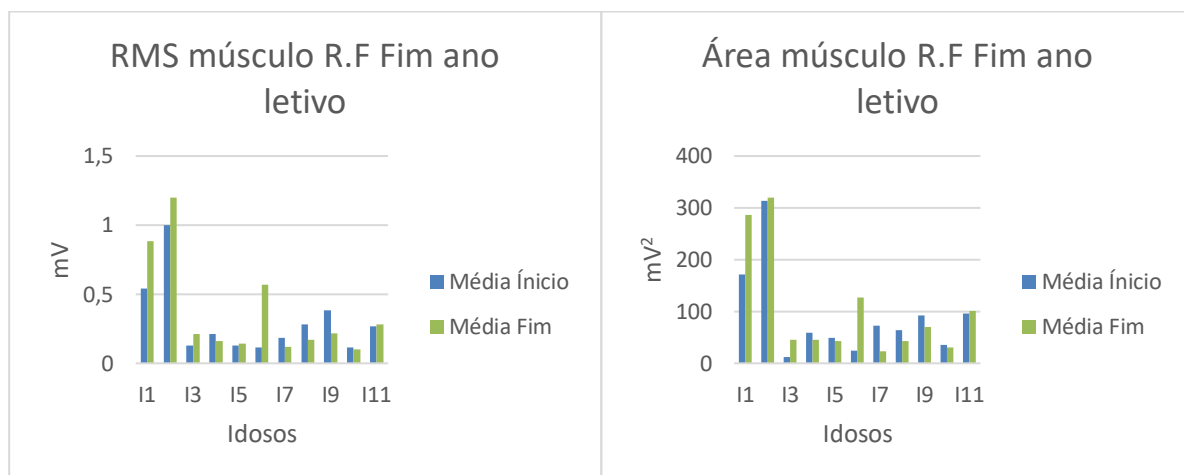


Figura 60 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Reto Femoral no mês de maio.

Analisando-se a Figura 60 é possível afirmar que os dados do RMS e da Área não coincidem, ou seja, enquanto que no RMS se verifica na maioria dos idosos um aumento dos valores do início do ensaio para o fim, ainda que a diferença seja pequena, apenas de um idoso, o que não nos permite tirar uma conclusão, pois existem 6 idosos em que os valores do RMS aumentam e 5 em que diminuem, no caso da Área verifica-se que na maioria dos idosos o valor da Área diminui, mas tal como no RMS não é possível tirar nenhuma conclusão porque a diferença é de apenas de um idoso, sendo ele o I5, que enquanto que no RMS o seu valor aumenta do início para o fim do ensaio, na Área diminui.

Posto isto relativamente ao músculo R.F. não é possível tirar nenhuma conclusão quanto ao fim do ano letivo.

Para saber qual o músculo que era mais ativado durante a execução dos ensaios, foram comparados todos os valores de todos os idosos para os três músculos apenas do RMS, porque devido a este avaliar o nível de sinal da eletromiografia é o que melhor descreve o músculo mais ativado, sendo que o G.L. era o mais ativado no I3, no início do ensaio no I6, no I8 e no I9, o T.A. foi o mais ativado no I4, I5, I7, I10 e I11 e por último o R.F. nos idosos 1, 2 e no fim do ensaio no 6. Sendo assim é possível afirmar que no fim do ano letivo durante a execução dos ensaios o músculo mais ativado na marcha é o Tibial Anterior.

Depois de analisados os dados do fim do ano letivo passou-se à análise dos dados obtidos no início do ano letivo.

Começou-se pela análise do músculo G.L. que se encontra na Figura 61, realizando-se uma comparação do que acontece no RMS e na Área no início do ano letivo e entre os dois períodos letivos, posteriormente analisaram-se os músculos T.A. (Figura 62) e R.F. (Figura 63).

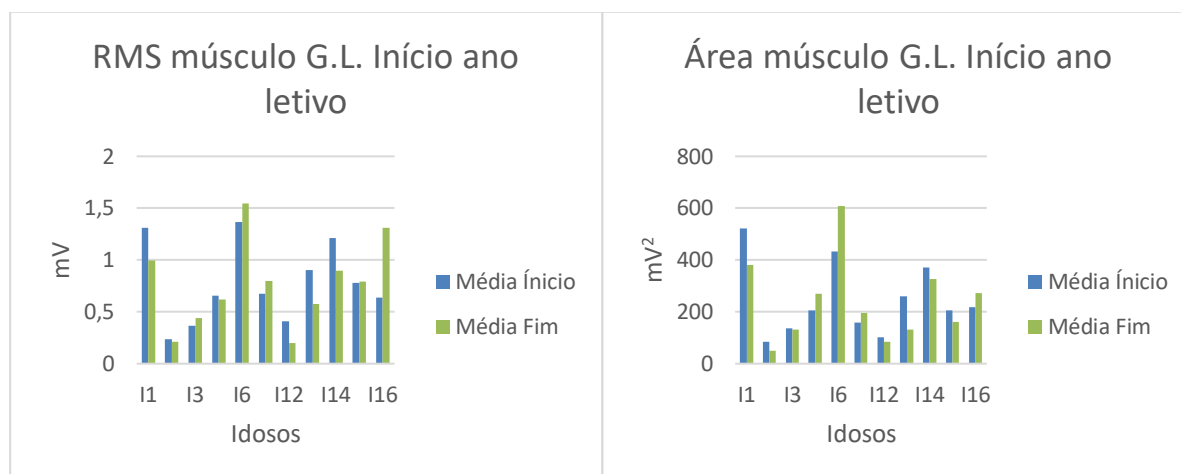


Figura 61 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Gastrocnêmio Lateral no início do ano letivo.

Observando o dados obtidos para o músculo G.L., o que acontece maioritariamente é uma diminuição dos valores do RMS, que se verifica no I1, I2, I4, I12, I13 e I14 e da Área, ocorrendo nos idosos I1, I2, I3, I12, I13, I14 e I15, é possível observar que ocorre maior diminuição de dados na Área do que no RMS, sendo a diferença de apenas um idoso. Os dados nem sempre coincidem no RMS e na área, ou seja, nem sempre um idoso em que os valores diminuem no RMS também diminuem na Área e isso acontece nos idosos 3, 4 e 15. Quando comparados os resultados do fim do ano letivo com os do início, que é o ponto fulcral desta dissertação, é possível afirmar que os dados do início do ano letivo oscilam mais que os dados do fim do ano letivo, ou seja, enquanto que no fim do ano letivo se encontram oito idosos em onze onde os valores do RMS diminui, no início do ano letivo apenas se verifica em seis idosos em onze e o mesmo acontece na Área, que enquanto no fim do ano letivo se verificam nove idosos em onze onde os valores diminuem do início para o fim do ensaio, no início do ano letivo apenas se verificam sete em onze. Isto pode acontecer devido a ainda haver idosos que praticam exercício físico durante as férias, como caminhadas entre outros e idosos que não pratiquem tanto, por isso é que podem existir idosos que possuam os mesmos dados no início e fim do ano letivo e outros não, mas de forma a comprovar esta teoria mais à frente vai ser analisado este músculo apenas para os idosos que puderam comparecer em ambos os ensaios.

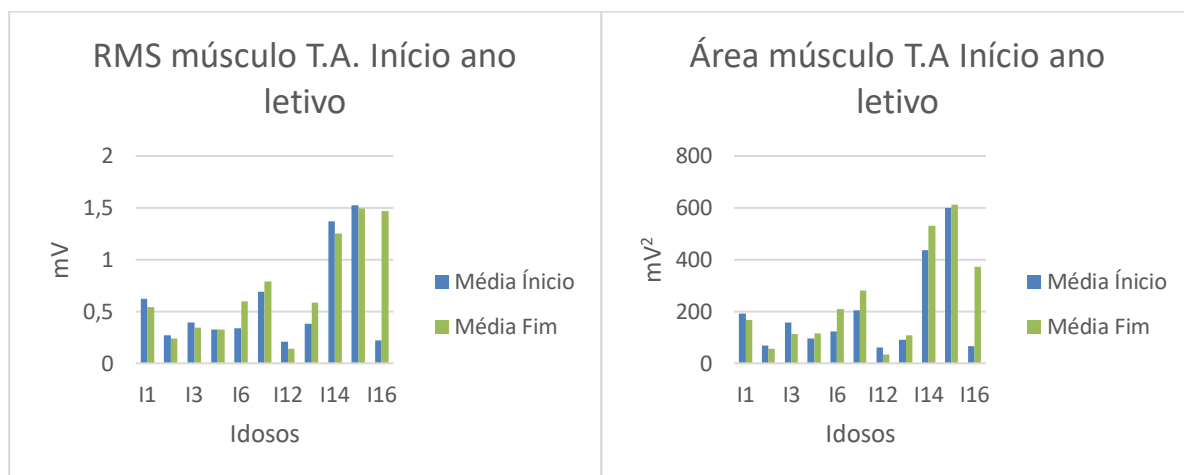


Figura 62 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Tibial Anterior no início do ano letivo.

Analisando-se os dados da Figura 62 para o músculo T.A., o que se verifica é que os dados do RMS e da área são contraditórios, ou seja, enquanto que no RMS se verifica uma diminuição dos valores na maioria dos idosos do início para o fim dos ensaios, na Área acontece o contrário, verificando-se na maioria dos idosos um aumento dos valores do início para o fim dos ensaios, sendo assim é possível chegar á conclusão que nem todos os dados coincidem, querendo dizer com isto que nem sempre quando os valores diminuem no RMS, diminuem na Área e vice-versa. Os idosos que apresentam diminuição dos valores do início para o fim do ensaio, tanto no RMS como na Área, são o I1, I2, I3 e o I12 e os que aumentam em ambos são o I4, I6, I9, I13 e o I16, sobrando os idosos 14 e 15, que apresentam diminuição dos valores no RMS e aumento na Área. Também é possível observar que a quantidade de idosos que aumentam os valores do início para o fim dos ensaios é maior na Área do que os que diminuem no RMS, enquanto que na Área existe um aumento de sete em onze idosos, no RMS apenas diminuem seis em onze. Comparando os dados obtidos no fim do ano letivo, com os dados obtidos no início do ano letivo, relativamente ao RMS, para o músculo T.A. observa-se que tanto no fim como no início do ano letivo, o que se verifica em maior número é uma diminuição dos dados do início para o fim do ensaio, ainda que no fim do ano letivo existem mais idosos onde os valores diminuem (7/11) do que no início do ano letivo (6/11) ainda que a diferença seja pequena, de apenas um idoso. Relativamente aos dados obtidos para a Área, enquanto que no fim do ano letivo se verifica maior número de idosos onde os valores desta diminuem do início para o fim dos ensaios (7/11), no início do ano letivo verifica-se o oposto, verificando-se maior número de idosos onde esta aumenta do início para o fim dos ensaios (7/11).

No geral, relativamente a este músculo é possível concluir que os dados do início do ano letivo apresentam maiores contradições do que no fim do ano letivo, enquanto que no fim do ano letivo se verificam a mesma quantidade de idosos em que os valores diminuem, tanto no RMS como na Área, ainda que sejam idosos diferentes, no início do ano letivo, para além de os dados do RMS e da Área serem contraditórios, existe maior número de idosos em que os valores aumentam na Área do que diminuem no RMS. Como os idosos que realizaram os ensaios são diferentes, nem todos compareceram, para ver se estes dados se verificam nos idosos que realizaram ambos os estudos vão ser avaliados apenas esses idosos para este músculo, mais á frente.

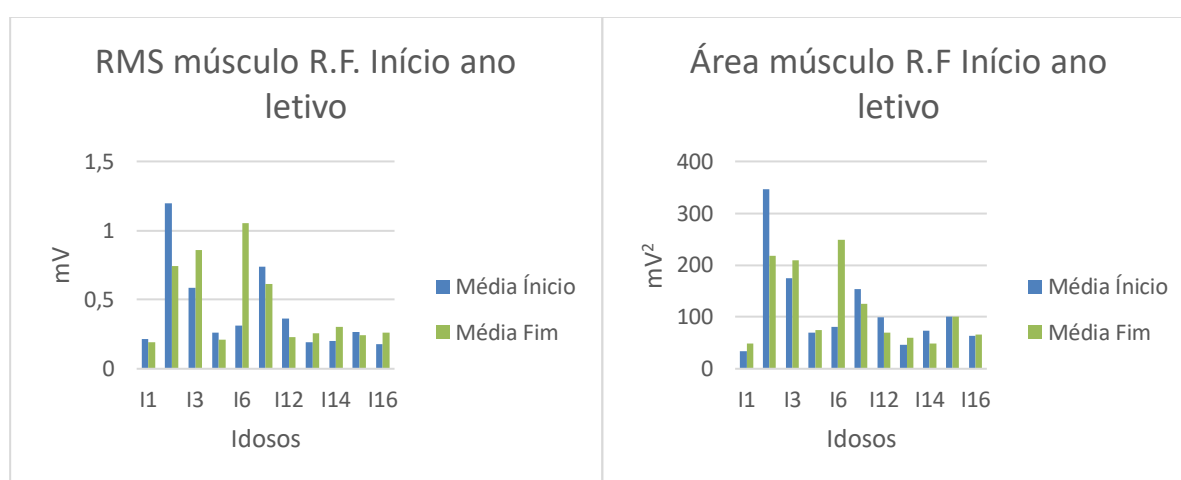


Figura 63 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Reto Femoral no mês de maio.

Relativamente á Figura 63, verifica-se o oposto nos dados do RMS e da Área, enquanto que no RMS existe maior número de idosos onde os valores diminuem no início para o fim dos ensaios, na Área verifica-se o contrário, maior número de idosos onde os valores aumentam. O número de idosos que diminuem os valores no RMS é o mesmo que aumentam na Área (6/11), sendo assim verifica-se que os dados não são coerentes, ou seja nem sempre os idosos em que os valores diminuem no RMS diminuem também na Área ou vice-versa, os idosos que apresentam dados mais baixos no fim do ensaio tanto no RMS como na Área são o I2, I9, I12 e o I15 e os que apresentam dados mais altos são o I3, I6, I13 e o I16, sobrando o I1, I4 e I14, que apresentam dados diferentes no RMS e na Área, o I1 e o I4 enquanto apresenta menores valores no fim do ensaio no RMS na área aumentam e no I14 acontece o oposto do I1 e I4.

Comparando os dados obtidos para o músculo R.F. no fim e no início do ano letivo é possível observar que os dados não coincidem tanto no RMS como na Área, enquanto que no

RMS, na maioria dos idosos os valores aumentam do início para o fim do ensaio no fim do ano letivo, no início acontece o oposto, que existe maior numero de idosos em que os valores diminuem, mas em ambos os casos são de seis em onze idosos. Quanto á Área também se verifica o mesmo que no RMS, mas ao contrário, ou seja, enquanto que no fim do ano letivo os valores do RMS aumentam na Área diminuem e no início do ano letivo no RMS diminuem na Área aumentam, sendo também em ambos os casos, fim e início do ano letivo, de seis em onze. Sendo assim não é possível tirar nenhuma conclusão quanto ao que acontece ao músculo Reto Femoral no fim do ano letivo para o início.

Por fim realizou-se uma comparação dos valores de todos os músculos no início do ano letivo para saber qual o músculo mais ativado nesta altura e para que posteriormente se possa verificar se coincide ou não com o músculo mais ativado no fim do ano letivo, apenas para o RMS. Após observados os valores, obteve-se maior ativação do músculo G.L. no I1, I4, I6, no fim do ensaio do I9, no início do I12, no I13 e no início do I16, quanto ao T.A., foi observado maior ativação no I14, I15 e no fim do I16, no caso do R.F obteve maiores valores no I2, I3, no início do I9 e no fim do ensaio do I12. Após observados os dados do início do ano letivo pode-se afirmar que nesta altura o músculo mais ativado é o Gastrocnémio Lateral, enquanto que no fim do ano letivo é o Tibial Anterior, após observados os dados é possível afirmar que os últimos idosos a serem avaliados são os que apresentam maiores valores para o músculo T.A, posto isto através dos resultados obtidos pode-se afirmar que quando os idosos regressão de férias e não praticam com tanta regularidade exercício o músculo mais ativado é o G.L. e quando já praticam exercício físico com mais regularidade passa a ser o T.A. o músculo mais ativado.

Após adquiridos os resultados de todos os idosos que realizaram os ensaios, passou-se á análise dos idosos que realizaram ambos os ensaios, encontrando-se na Figura 64 os resultados obtidos para G.L., na Figura 65 os obtidos para o T.A. e os na Figura 66 os do músculo R.F.

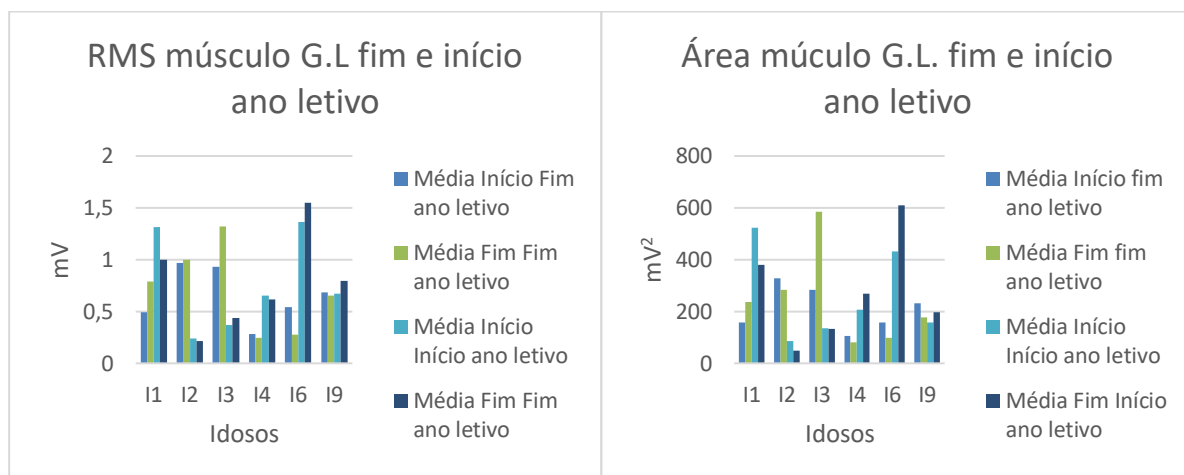


Figura 64 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Gastrocnêmio Lateral no fim e início do ano letivo dos idosos que realizaram ambos os ensaios.

Relativamente à Figura 64, começou-se por se observar o que acontecia no RMS, obtendo-se o resultado de que não é possível saber através dos idosos que realizaram ambos os ensaios o que acontece ao certo no RMS no fim e no início do ano letivo, devido a se observar que existem dois idosos (I1 e I2) onde os valores do RMS aumentam do início para o fim do ensaio no fim do ano letivo e no início do ano diminuem, foram também observados dois idosos (I6 e I9) onde acontece o contrário, no fim do ano letivo verifica-se uma diminuição dos valores no fim dos ensaios e no início do ano letivo um aumento dos valores, no caso do I3 verifica-se um aumento no fim dos ensaios em ambos os períodos letivos e no I4, acontece o contrário do I3, verifica-se uma diminuição. Sendo assim, verifica-se tanto no fim como no início do ano letivo três idosos onde os valores aumentam e três idosos onde os valores diminuem do fim para o início dos ensaios. Após observado o RMS passou-se à Área, nesta foram observados dois idosos (I1 e I3) onde a Área aumentava no fim do ano letivo e depois diminuía no início, dois idosos onde (I2 e I4) onde os valores da área diminuía tanto no fim como no início do ano letivo e mais dois idosos (I6 e I9) onde a área diminuía no fim do ano letivo e aumentava no início. Separando os dados do fim e início do ano letivo obteve-se dois idosos (I1 e I3) onde a Área aumentava do início para o fim dos ensaios e quatro (I2, I4, I6, I9) onde a Área diminuía, isto no fim do ano letivo, sendo assim é possível afirmar que o comum de acontecer no fim do ano letivo é uma diminuição da Área, quanto ao início do ano letivo o que se verifica são três idosos (I1, I2 e I3) onde esta diminui do início para o fim dos ensaios e outros três (I4, I6 e I9) onde aumenta, sendo assim não é possível tirar nenhuma conclusão relativamente ao que é comum de acontecer à Área no início do ano letivo.

Em suma, pode-se afirmar que não é possível chegar a uma conclusão do que acontece frequentemente ao músculo G.L. no RMS, pois existem três idosos em que os valores aumentam e três idosos onde os valores diminuem tanto no início como no fim do ano letivo, no caso da Área é possível afirmar que no fim do ano letivo o que acontece maioritariamente é uma diminuição dos valores do início para o fim dos ensaios, pois acontece a quatro idosos de seis, mas no início do ano letivo também não é possível chegar a uma conclusão, pois existem três idosos onde a área diminui e três idosos onde a Área aumenta.

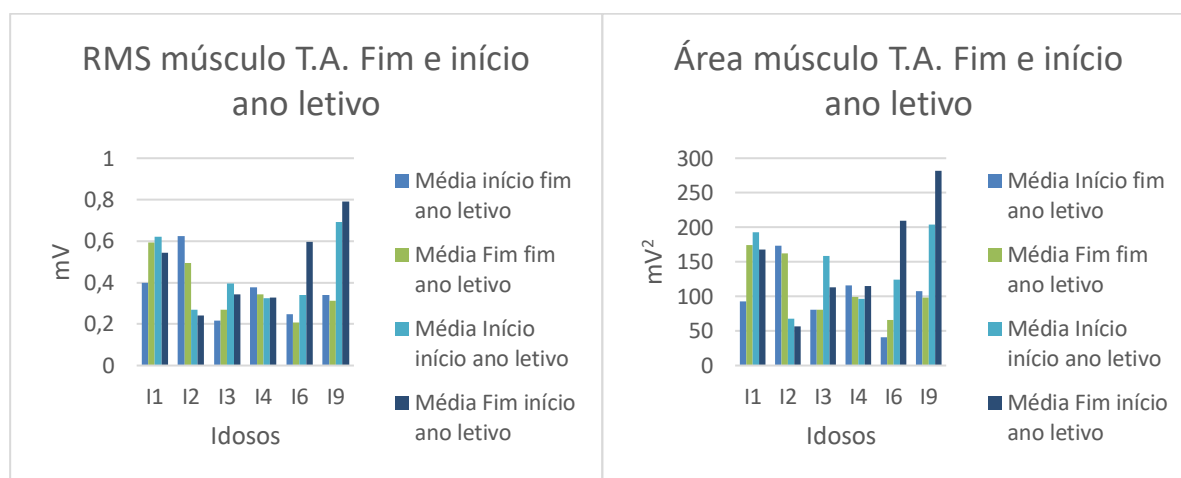


Figura 65 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Tibial Anterior no fim e início do ano letivo dos idosos que realizaram ambos os ensaios.

Para obter os resultados para o músculo T.A., para os idosos que realizaram ambos os ensaios, foi então analisada a Figura 65, tal como anteriormente começou-se por se analisar o que acontecia no RMS, sendo que no I1 e I3 se verificou que existe um aumento dos valores do início para o fim do ensaio no fim do ano letivo e uma diminuição no início, no caso do I2 observou-se que tanto no fim como no início do ano letivo se verifica uma diminuição dos valores do início para o fim do ensaio e por último no I4, I6 e I9 observou-se que no fim do ano letivo os valores diminuem e no início aumentam. Através destes dados é possível afirmar que o mais comum de acontecer é uma diminuição dos valores no fim do ano letivo e um aumento no início. Mas quando separados os dados, ou seja observando o número de idosos em que os valores aumentam e diminuem do início para o fim dos ensaios nos diferentes períodos letivos, pode-se afirmar que no fim do ano letivo o normal é ocorrer uma diminuição dos valores, confirmando o que se afirmou anteriormente, havendo quatro idosos onde isso se verifica (I2, I4, I6 e I9) e dois idosos onde acontece um aumento dos valores (I1 e I3), relativamente ao início

do ano letivo, não confirma o que foi verificado anteriormente, pois existem três idosos onde os valores aumentam (I4, I6 e I9) e três onde os valores diminuem (I1, I2 e I3).

Depois de analisado o RMS, passou-se à análise da Área, nesta obtiveram-se dados onde os valores aumentam do início para o fim do ensaio no fim do ano letivo e diminuem no início do ano, acontecendo no I1, no I2 e I3 verificou-se uma diminuição dos valores em ambos os períodos letivos, no I4 e I9 obteve-se uma diminuição no fim do ano letivo e um aumento no início e no I6 verificou-se um aumento em ambos os períodos letivos. Como não se conseguiu chegar a nenhuma conclusão do que acontece maioritariamente na Área separaram-se os resultados do fim e do início do ano letivo, obtendo-se assim no fim do ano letivo dois idosos (I1 e I6) onde os valores aumentam do início para o fim do ensaio e quatro idosos (I2, I3, I4 e I9) onde os valores diminuem. Já no início do ano letivo foram obtidos o mesmo número de idosos onde os valores aumentam (I4, I6 e I9) e diminuem (I1, I2 e I3).

Após realizada a análise dos dados é possível afirmar que tanto no RMS como na Área o que acontece é uma diminuição dos valores no fim do ano letivo e no início do ano letivo não é possível tirar uma conclusão, pois o número de idosos em que os valores aumentam é o mesmo que diminuem.

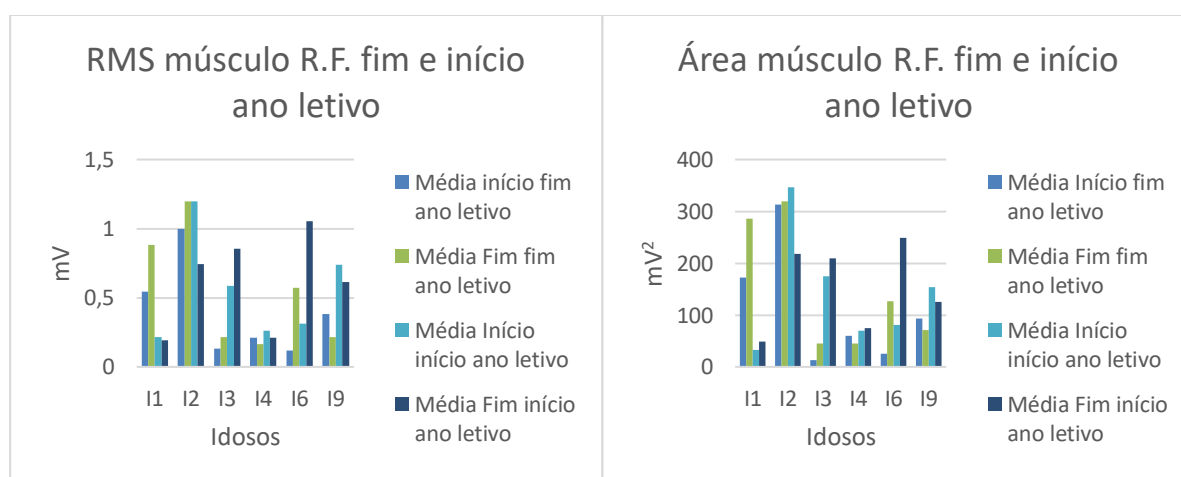


Figura 66 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o músculo Reto Femoral no fim e início do ano letivo dos idosos que realizaram ambos os ensaios.

Por fim analisou-se a Figura 66, no caso do RMS, verificou-se que no I1 e I2 no fim do ano letivo ocorreu um aumento dos valores e no início uma diminuição, no caso do I3 e I6

verificou-se que os valores aumentavam tanto no fim como no início do ano letivo e no caso do I4 e I9 verifica-se o oposto, que os valores diminuem em ambos os períodos letivos, sendo assim não se consegue obter o que é mais comum de acontecer, porque verificam-se dois idosos em cada “categoria”, por isso optou-se por se dividir os dados do fim e do início do ano letivo, sendo que no fim do ano letivo se obtiveram quatro idosos onde os valores aumentam (I1, I2, I3 e I6) e dois onde os valores diminuem (I4 e I9), enquanto que no início do ano letivo acontece o oposto, verificam-se dois idosos onde os valores aumentam (I3 e I6) e quatro onde os valores diminuem (I1, I2, I4 e I9), sendo assim pode-se afirmar que o que se verifica para o RMS para os idosos que realizaram ambos os ensaios é um aumento no fim do ano letivo e uma diminuição no início.

No caso da Área, no I1, I3 e I6 verifica-se um aumento dos valores do fim para o início dos ensaios em ambos os períodos letivos, os restantes idosos apresentam resultados diferentes, no caso do I2 aumenta no fim do ano letivo e diminui no início, no I4 diminui no fim e aumenta no início do ano letivo e no caso do I9 diminui em ambos os períodos letivos, sendo assim é possível afirmar que em ambos os períodos letivos o que se verifica é um aumento da Área. Para confirmar os resultados obtidos, tal como anteriormente foram separados os valores do fim e do início do ano letivo, sendo que no fim se verifica um aumento em quatro idosos (I1, I2, I3 e I6) e uma diminuição em dois idosos (I4 e I9), no início do ano letivo é verificado o mesmo, mas em diferentes idosos sendo que o aumento acontece no I1, I3, I4 e I6 e a diminuição no I2 e I9.

Por fim, relativamente ao RMS o que se verifica é um aumento dos valores no fim do ano letivo e uma diminuição no início e no caso da Área é verificada um aumento em ambos os períodos letivos.

Após analisado cada músculo individualmente, comparou-se o RMS de todos os músculos para se saber qual o músculo que possui maior atividade no fim e no início do ano letivo, para os idosos que realizaram ambos os ensaios, tendo-se chegado ao resultado que não é possível concluir qual o músculo que possui maior atividade no fim do ano letivo, sendo que o número de idosos em que o G.L. possui maiores valores é o mesmo do R.F., sendo que no G.L. os idosos que possuem maiores valores para este músculo são o I3, no início do ensaio do I6 e o I9 e no R.F. são o I1, o I2 e no fim do ensaio do I6, sendo que o I4 é o único idoso que apresenta maiores valores no músculo T.A.. Já no início do ano letivo pode-se concluir que o

músculo que possui maior atividade é o G.L., pois verificam-se maiores valores neste músculo no I1, no início do ensaio do I4, no I6 e no fim do I9, depois o que possui maior quantidade de idosos em que o músculo é ativado é o R.F., verificando-se no I2, I3 e fim do ensaio do I4 por fim no músculo T.A. apenas no fim do ensaio do I9 são apresentados valores maiores para este músculo.

Uma nota bastante importante de ser referida é que o que pode ser motivo dos diferentes dados do fim para o início do ano letivo é que podem ter sido realizadas atualizações do software e também os idosos não trazerem calções e as calças quando dobradas podem afetar a atividade muscular.

Capítulo 5

5.1. Conclusão

Para se chegar a conclusões mais precisas inicialmente para cada método cinemático, termográfico e eletromiográfico, foram analisados todos os idosos que realizaram este estudo no fim e no início do ano letivo e só posteriormente foram analisados os idosos que realizaram ambos os estudos nos diferentes períodos letivos.

Na cinemática começou-se por se analisar os dados obtidos para o ângulo das costas e perna, para todos os idosos, sendo que relativamente ao ângulo das costas em todos os idosos o que se obteve foi que no fim do ano letivo verifica-se um aumento do início para o fim dos ensaios e no início do ano letivo verificou-se uma diminuição, isto pode dever-se a como os idosos se encontram cansados tentam forçar-se a colocar uma postura mais ereta. Já no caso do ângulo das pernas verificou-se um aumento desde o início para o fim dos ensaios em ambos os períodos letivos. Nos dados obtidos nos idosos que realizaram ambos os ensaios, para o ângulo das costas verificou-se o mesmo em ambos os períodos letivos, uma diminuição dos valores do início para o fim dos ensaios e para o ângulo da perna verifica-se um aumento também em ambos os períodos letivos. Relativamente ao *Swing*, o que se verificou para todos os idosos, tanto no fim como no início do ano letivo foi um aumento deste. Nos idosos que realizaram ambos os ensaios não se verifica o que mesmo que para todos os idosos, pois nestes verifica-se um aumento do *Swing* no fim do ano letivo e uma diminuição no início.

No caso da termografia, para todos os idosos em ambos os períodos letivos, obteve-se maioritariamente tanto de frente como de perfil para a câmara termográfica uma diminuição da temperatura de $t=0$ min para $t=5$ min e um aumento de $t=5$ min para $t=10$ min. Nos idosos que realizaram ambos os ensaios verificou-se o mesmo que nos idosos todos, que a temperatura diminui nos primeiros instantes de tempo e depois aumenta, em ambos os períodos.

Para a eletromiografia foi analisado primeiro cada músculo individualmente para todos os idosos e qual é o músculo mais ativado nesses idosos e depois foi feito o mesmo procedimento, mas para os idosos que realizaram ambos os ensaios, chegando-se à conclusão que para todos os idosos, no músculo G.L. verifica-se uma diminuição dos valores do início para o fim

do ensaio tanto no fim como no início do ano letivo, quer no RMS, quer na Área. No caso do músculo T.A., verificou-se que no fim do ano letivo ocorre uma diminuição dos valores tanto da Área, como do RMS, já no início do ano letivo, no RMS, verifica-se maior número de idosos onde este diminui e na Área verificam-se maior número de idosos onde os valores aumentam. Para o músculo R.F., o que se obteve foi uma contradição dos dados, ou seja, no caso do RMS no fim do ano letivo os valores aumentam e no início diminuem e na Área ocorre o contrário, verificando-se que no fim do ano letivo os valores diminuem e no início aumenta. Por fim comparou-se o RMS de todos os músculos para todos os idosos para saber qual o músculo mais ativado, chegando-se a conclusão que no fim do ano letivo o músculo mais ativado foi o T.A. e no início foi o G.L..

Após analisados os dados da eletromiografia para todos os idosos analisaram-se para os idosos que realizaram ambos os ensaios, sendo que nestes, para o músculo G.L., no RMS não se conseguiu chegar a uma conclusão tanto no início como no fim do ano letivo, já na Área no fim do ano letivo verificou-se uma diminuição dos valores, mas no início do ano letivo não foi possível chegar a nenhuma conclusão porque o número de idosos onde aumenta é o mesmo que diminui, três para três. No músculo T.A., verificou-se o mesmo no RMS e na Área, no fim do ano letivo, uma diminuição dos valores, enquanto que no início não se conseguiu chegar a nenhuma conclusão. Para o músculo R.F., no RMS, verifica-se um aumento de valores no fim do ano letivo e uma diminuição no início e na Área verifica-se um aumento em ambos os períodos letivos. Por fim no fim do ano letivo não foi possível saber qual o músculo mais ativado para estes idosos, mas no início tal como para todos os idosos para estes também foi o G.L..

Em suma, neste estudo não é possível ver grandes diferenças do que acontece ao corpo dos idosos quando estes praticam ou não exercício regular, pois para todos os idosos apenas se observa diferenças do fim para o início do ano letivo no ângulo das costas, na Área do músculo T.A. e tanto no RMS como na Área do músculo R.F.. Para os idosos que realizaram ambos os ensaios o mesmo se verifica, pois nestes apenas se vê diferenças no Swing e no RMS do músculo R.F., sendo que os restantes músculos têm dados inconclusivos.

5.2. Limitações

No decorrer desta dissertação encontraram-se diversas limitações para que esta fosse executada com sucesso, a principal limitação foi a maioria dos idosos a que se recorreu no fim do ano letivo deixarem de frequentarem as aulas de educação física e por esse motivo não foi possível realizar novamente os testes aos mesmos idosos, como estava previsto, tendo por isso de recorrer a idosos diferentes. Outra limitação encontra-se na quantidade de idosos do sexo masculino, ou seja, a ideia inicial era que fossem estudados tantos idosos do sexo masculino como do sexo feminino, mas para além de não haver tantos homens como mulheres a frequentarem estas aulas, os homens também não aderiam tanto a estes estudos, havendo senhores que não o realizaram.

Algo que limitava em muito a obtenção dos ensaios eletromiográficos era os idosos muitas vezes não trazerem calções ou trazerem, mas serem calções pelo joelho.

Quanto ao material utilizado para esta dissertação, como o material era tanto, tinha de possuir transporte para deslocar o material de uma escola para a outra, o que nem sempre era fácil de conseguir principalmente nos primeiros ensaios que ainda não possuía carro, neste campo outra limitação é que nem sempre o material estava disponível, tendo de pedir aos idosos para adiar e isso levou a idosos desistirem de realizar o estudo.

Quanto ao local onde os estudos foram realizados, este também não era o mais apropriado, porque como as aulas estavam a decorrer muitas vezes o espaço era limitado e para além disso tinha pessoas a passarem em frente às câmaras enquanto elas estavam a gravar.

Este estudo poderia ter tido maior sucesso se os idosos no verão não realizassem atividades que exercitassem os músculos, por exemplo, antes dos ensaios, ou mesmo durante chegou-se a questionar os idosos se durante o verão eles praticavam exercício, e muitos responderam-me que faziam caminhadas ou iam para a horta, onde também se exerce muita atividade física.

5.3. Trabalhos Futuros

Um trabalho onde se pode obter melhores dados e perceber realmente a importância do exercício físico para a vida dos idosos seria realizar uma comparação a idosos fisicamente ativos a idosos sedentários, percebendo a que nível o exercício físico pode contribuir para o benefício da vida diária, bem como para a saúde destes indivíduos.

6. Referências bibliográficas

- Ali, A. A., Yami, F., Kumar, S., Khan, N., Paracha, H., & Batool, S. (Setembro de 2017). Screening of BMI in Biomechanical Parameters of gait in young adults. pp. 104-110.
- Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2007). *Contextualização da biomecânica para investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise técnica esportiva*. São Paulo: Escola de Educação Física e Esporte, universidade de São Paulo.
- Amadio, A. C., Costa, P. H., Sacco, I. C., Serrão, J. C., Araujo, R. C., Mochizuki, L., & Duarte, M. (s.d.). *Introdução à biomecânica para análise do movimento humano: descrição e aplicação dos métodos de medição*. São Paulo, Brasil: Escola de educação física da universidade de São Paulo.
- Amorim, R., & Abreu, V. (24 de Agosto de 2010). Programa de exercício físico para idosos acima dos 90 anos. pp. 412-425.
- Azadian, E., Majlesi, M., & Jafarnejadgero, A. A. (2017). The effect of working memory intervention on the gait patterns of the elderly. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*.
- Baker, J. M., & MD. (2017). Gait Disorders. *The American Journal of Medicine*, 1-6.
- Barbosa, T. (s.d.). *Introdução à Biomecânica*. Bragança: IPB.
- Boyer, K. A., Johnson, R. T., Banks, J. J., & Hafer, C. J. (9 de Maio de 2017). Experimental Gerontology. *Systematic review and meta-analysis of gait mechanics in young and older adults*, pp. 63-70.
- Calhau, A., Pisco, Â., Valente, L., & Santo, N. (2007/2008). *Análise cinemática da marcha*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Chen, J.-J., & Lee, Y. (30 de Janeiro de 2013). Physical Activity for health: Evidence theory and Practice.
- Cohen, J. A., Verghese, J., & Zwerling, J. L. (9 de Maio de 2016). Maturitas. *Cognition and gait in older people*, pp. 73-77.
- Completo, A., & Fonseca, F. (2011). *Fundamentos de Biomecânica*. Porto: Publindústria.
- Correa, C. S., Costa, R., & Pinto, R. S. (2012). Utilização de diferentes técnicas para o controle do posicionamento dos eletrodos de superfície na coleta do sinal eletromiográfico. *Rev. Acta Brasileira do Movimento Humano*, 9.

- Costa, A. S., Ribeiro, A., Varela, A., Alves, E. M., Regateiro, F., Elias, I., . . . Ferreira, P. S. (2017). *Estratégia nacional para o envelhecimento ativo e saudável*. Lisboa: Serviço Nacional de Saúde.
- DGS. (s.d.). *A atividade física e o desporto: um meio para melhorar a saúde e o bem-estar*. Ministério da Saúde.
- Drake, R. L., Vogl, A. W., & Mitchell, A. W. (2010). *GRAY's Anatomia para estudantes*. Elsevier.
- Drake, R. L., Vogl, W., & Mitchell, A. W. (2005). *Gray's Anatomia para estudantes*. Elsevier.
- Estatística, I. N. (2017). *Projeções de população residente 2015-2080*. Instituto Nacional de Estatística.
- Faria, L., & Marinho, C. (Junho de 2004). Revista Portuguesa de Psicossomática. *Actividade Física, Saúde e qualidade de vida na terceira idade*, pp. 93-104.
- Fernandes, A., Amorim, P., Prímola-Gomes, T., Sillero-Quintana, M., Cueves, I. F., Silva, R., . . . Marins, J. (26 de Agosto de 2012). Revista Andaluza de Medicina del Deporte. *Avaliação da temperatura da pele durante o exercício através da termografia infravermelha: uma revisão sistemática*, pp. 113-117.
- Fernández-Cuevas, I., Marins, J. C., Lastras, J. A., Carmona, P. M., Cano, S. P., Ángel García-Concepción, M., & Sillero-Quintana, M. (9 de Março de 2015). Infrared Physics & Technology. *Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review*, pp. 28-55.
- Figliolino, J. A., Morais, T. B., Berbel, A. M., & Corso, S. D. (29 de Maio de 2009). Análise da influência do exercício físico em idosos com relação a equilíbrio, marcha atividade de vida diária. pp. 227-238.
- Franchi, K. M., & Junior, R. M. (10 de Agosto de 2005). Atividade física: uma necessidade para a boa saúde na terceira idade. pp. 152-156.
- Guerreiro, J., Martins, R., Silva, H., Lourenço, A., & Fred, A. (s.d.). BITalino: A Multimodal Platform for Physiological Computing. *BITalino: A Multimodal Platform for Physiological Computing*, p. 7.
- Gutérrez, M., Calatayud, P., & Tomas, J.-M. (12 de Abril de 2018). Motives to practice exercise in olde age and sucesseful aging: A latent class analysis. pp. 44-50.
- Hallal, C. Z., Marques, N. R., Castro, A., Spinoso, D. H., Rossi, D. M., Silva, J. A., & Gonçalves, M. (Março de 2013). Variabilidade de parâmetros eletromiográficos e cenemáticos em diferentes condições de marcha em idosos. p. 10.

- Junqueira, L. C., & Carneiro, J. (2008). *Histologia Básica*. São Paulo: GUANABARA KOOGAN.
- Kim, S.-G., & Yong, C.-W. N.-S. (2014). *Archives of Gerontology and Geriatrics*.
- Kinovea. (02 de Outubro de 2018). Obtido de Kinovea: <http://www.kinovea.org/asso/>
- Kirkwood, R. N., Trede, R. G., Moreira, B. S., Kirkwood, S. A., & MáximoPereira, L. S. (2011). *Gait & Posture*.
- Knudson, D. (2003). *Fundamentals of Biomechanics*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Konrad, P. (2006). *The ABS of EMG*. Arizona: Noraxon INC. USA.
- Langeard, A., Bigot, L., & Gauthier, N. C. (2017). *Experimental Gerontology*.
- Lo, J., Lo, O.-Y., Olson, E. A., Habtemariam, D., Iloputaife, I., Gagnon, M. M., & Lipsitz, B. M. (2017). *Functional implications of muscle co-contraction during gait in advanced age*.
- Marchetti, P. H., & Duarte, M. (2006). *Instrumentação em Eletromiografia*. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Marins, J. C., Fernandes, A. d., Moreira, D. G., Silva, F. S., Costa, C. M., & Sillero-Quintana, E. M. (2013). *Thermographic profile of soccer players' lower limbs*. ELSEVIER DOYMA.
- Mateus, M. d., & Alves, T. (2018). Revista de educação. *Percepção dos idosos autônomos face ao seu próprio envelhecimento*, pp. 69-88.
- Matsudo, S. M., Matsudo, V. K., & Neto, T. L. (20 de Dezembro de 2000). Atividade física e envelhecimento: aspectos epidemiológicos.
- Mazzeo, R. S., Cavahagh, P., Evans, W. J., Fiatarone, M., Hagberg, J., McAley, E., & Startzell, J. (Junho de 1998). *Medicine & Science in sports & Exercise*. *Exercise and Physical Activity for older Adults*, p. 19.
- Nelson. (15 de 01 de 2019). *Passei direto*. Obtido de Med Resumos: <https://www.passeidireto.com/arquivo/50541913/04---membro-inferior>
- Ogbonmwan, I., Kumar, B. D., & Paton, B. (5 de Março de 2018). *Gait & Posture*. *New lower-limb gait biomechanical characteristics in individuals with Achilles tendinopathy: A systematic review update*, pp. 146-156.
- Osorio, J. H., & Valencia, M. H. (07 de Maio de 2013). Bases para el entendimiento del proceso de la marcha humana. pp. 88-96.

- Palastanga, N., Field, D., & Soames, R. (2002). *Anatomy and human movement*. Edinburgh: Butterworth Heinemann.
- Peres, S. C., Verona, D., Nisar, T., & Ritchey, P. (26 de Maio de 2016). Towards a systematic approach to real-time sonification design for surface electro-myography. *Displays*, pp. 25-31.
- Pina, J. A. (1999). *Anatomia Humana Da Locomoção*. Lisboa: Lidel.
- PLUX. (s.d.). *OpenSignals (r)evolution user manual*. Plux.
- Rebelo, D., & Martins, S. (2016/2017). *Análise dos parâmetros de marcha em pessoas idosas*. Bragança: ESTIG-IPB.
- Ribeiro, F., Gomes, S., Teixeira, F., Brochado, G., & Oliveira, J. (s.d.). Impacto da prática regular de exercício físico no equilíbrio, mobilidade funcional e risco de queda em idosos institucionalizados. pp. 36-42.
- Rocha, J., Queijo, L., & Santos, J. (2015). *Termografia: Técnica usada para análise de marcha durante o transporte de mochilas às costas*. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança.
- Rodrigues, D. (15 de Outubro de 2018). *Bitalino à conquista do mundo*. Obtido de Técnico Lisboa: <https://tecnico.ulisboa.pt/pt/noticias/bitalino-a-conquista-do-mundo/>
- Roetenberg, D., Buurke, J. H., Veltink, P., & Hermens, A. F. (2003). *Surface electromyography analysis for variable gait*.
- Salzman, B. (2010). *Gait and Balance Disorders in older Adults*. Philadelphia, Pennsylvania: Thomas Jefferson University.
- Seeley, R. R., Stephens, T. D., & Tate, P. (2011). *Anatomia & Fisiologia*. Idaho: Lusociência.
- Silva, A. G., Albuquerque, M. R., Oliveira, C. J., Stroppa, G. M., Sillero-Quintana, M., & Marins, J. C. (s.d.). Resposta Térmica da pele ao exercício em remoergômetro de alta versus moderada intensidade em homens fisicamente ativos. p. 8.
- Silva, H. P., Guerreiro, J., Lourenço, A., Fred, A., & Martins, R. (23 de Março de 2014). BITalino: A Novel Hardware Framework for Physiological Computing. *BITalino: A Novel Hardware Framework for Physiological Computing*, p. 9.
- Silva, J. R. (s.d.). *Repercussões Biofísicas da Locomoção de Crianças Pré-Pubertárias com Cargas às costas. As implicações da utilização de mochilas escolares*. Universidad de Valladolid.
- Silva, L. E., Pedroni, C. R., & Scheicher, M. T. (Julho de 2014). Analysis of localized muscle fatigue in elderly women with and without a history of falls using electromyographic

- signal frequency parameters. *Analysis of localized muscle fatigue in elderly women with and without a history of falls using electromyographic signal frequency parameters*. Florianópolis, Brasil: Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano.
- Sousa, A. S. (2010). *Controlo Postural e Marcha humana: Análise Multifactorial*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, FEUP.
- Sousa, A. S. (2010). *Controlo Postural e Marcha Humana: Análise Multifactorial*. Porto: FEUP.
- Sousa, E., Vardasca, R., Teixeira, S., Seixas, A., Mendes, J., & Costa-Mendes, A. (21 de Julho de 2017). A review on the application of medical infrared imaging in hands. pp. 315-323.
- Templates, S., & MyBLOGGERTHEMES. (11 de 23 de 2018). *Anatomia Locomotora é a junção de sistema muscular e esquelético*. Obtido de Quero conteúdo: <http://www.queroconteudo.com/2016/05/anatomia-locomotora-e-juncao-de-sistema.html>
- Tortora, G. J. (2000). *Fundamentos de anatomia e fisiologia*. Artemed.
- Vilas-Boas, J. P. (2016). Biomecânica do Desporto. Em J. P. Vilas-Boas, *Manual de curso de treinadores de desporto* (p. 126). Lisboa: IPDJ.
- Virmani, T., Gupta, H., Shah, J., & Larson-Prior, L. (18 de julho de 2018). Gait & Postur. *Objective measures of gait and balance in healthy non-falling adults as a function of age*, pp. 100-105.
- Whittle, M. W. (2007). *Gait Analysis an introduction*. Elsevier.

7.Anexos

Anexo A – Cinemática

Anexo A.I – Ângulo das costas e perna

Anexo A.I – Fim do ano letivo



Figura 67 - Ângulos iniciais das costas e perna do I2 no fim do ano letivo.



Figura 68 - Ângulos finais das costas e perna do I2 no fim do ano letivo.

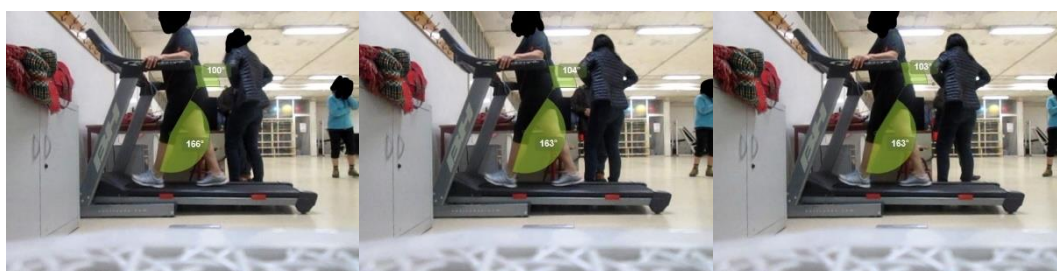


Figura 69 - Ângulos iniciais das costas e perna do I3 no fim do ano letivo.

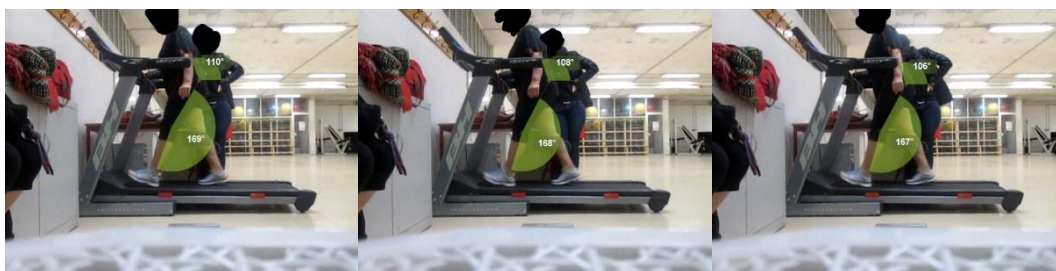


Figura 70 - Ângulos finais das costas e perna do I3 no fim do ano letivo.



Figura 71 - Ângulos iniciais das costas e perna do I4 no fim do ano letivo.



Figura 72 - Ângulos finais das costas e perna do I4 no fim do ano letivo.



Figura 73 - Ângulos iniciais das costas e perna do I5 no fim do ano letivo.



Figura 74 - Ângulos finais das costas e perna do I5 no fim do ano letivo.



Figura 75 - Ângulos iniciais das costas e perna do I6 no fim do ano letivo.



Figura 76 - Ângulos finais das costas e perna do I6 no fim do ano letivo.

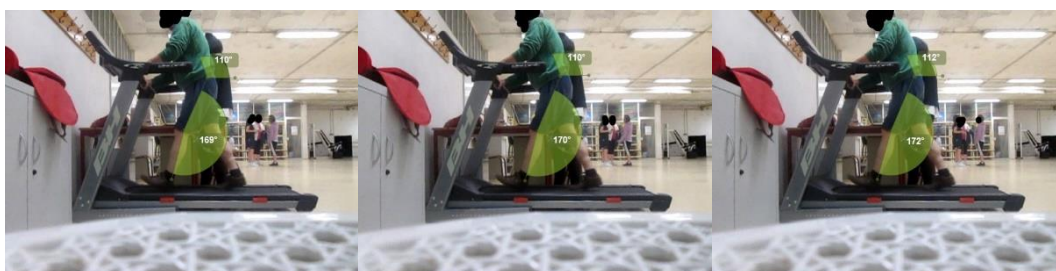


Figura 77 - Ângulos iniciais das costas e perna do I7 no fim do ano letivo.

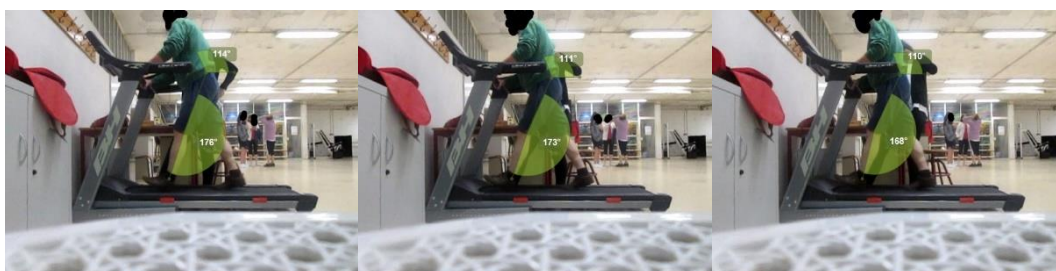


Figura 78 - Ângulos finais das costas e perna do I7 no fim do ano letivo.

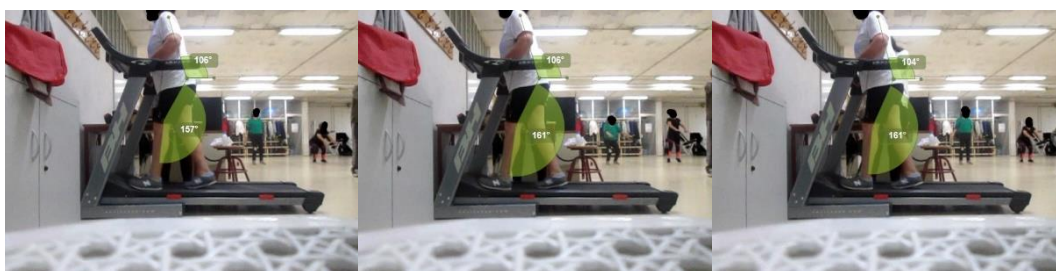


Figura 79 - Ângulos iniciais das costas e perna do I8 no fim do ano letivo.



Figura 80 - Ângulos finais das costas e perna do I8 no fim do ano letivo.

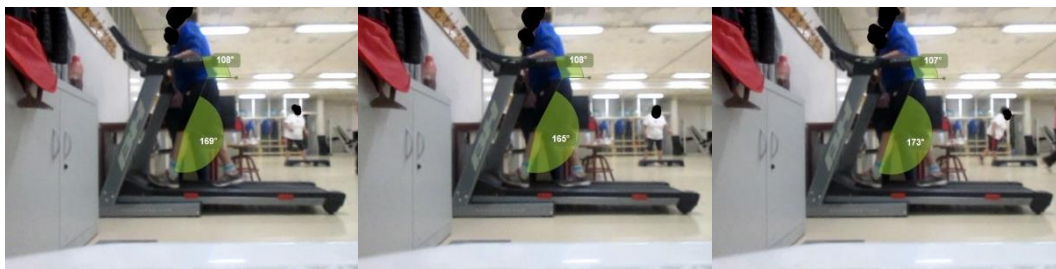


Figura 81 - Ângulos iniciais das costas e perna do I9 no fim do ano letivo.



Figura 82 - Ângulos finais das costas e perna do I9 no fim do ano letivo.

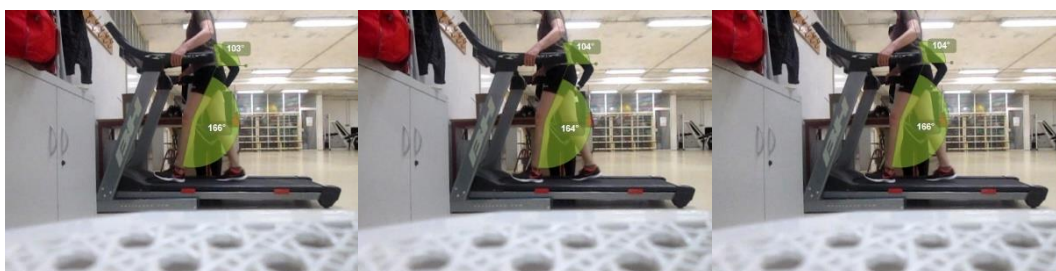


Figura 83 - Ângulos iniciais das costas e perna do I10 no fim do ano letivo.



Figura 84 - Ângulos finais das costas e perna do I10 no fim do ano letivo.



Figura 85 - Ângulos iniciais das costas e perna do I11 no fim do ano letivo.



Figura 86 - Ângulos finais das costas e perna do I11 no fim do ano letivo.

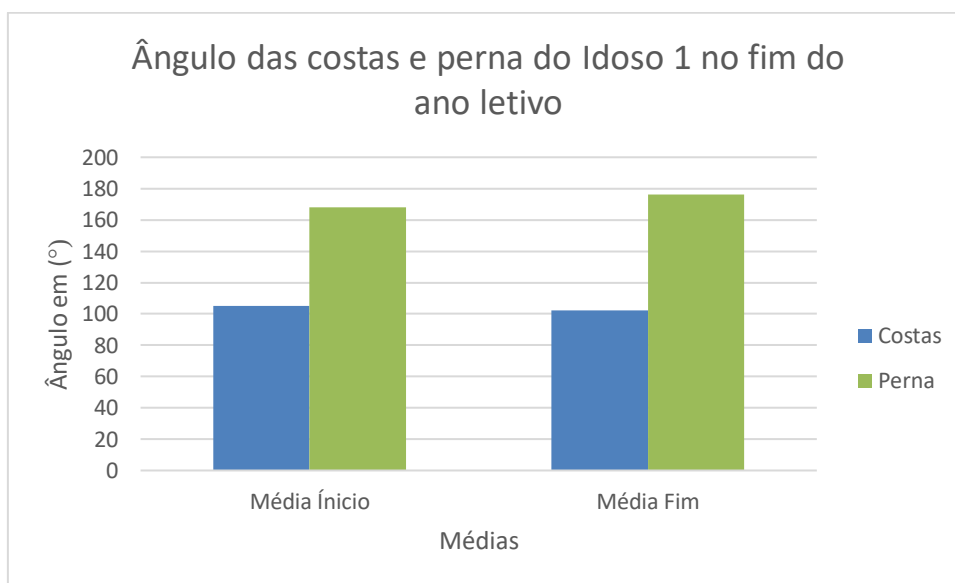


Figura 87 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I1 no fim do ano letivo.

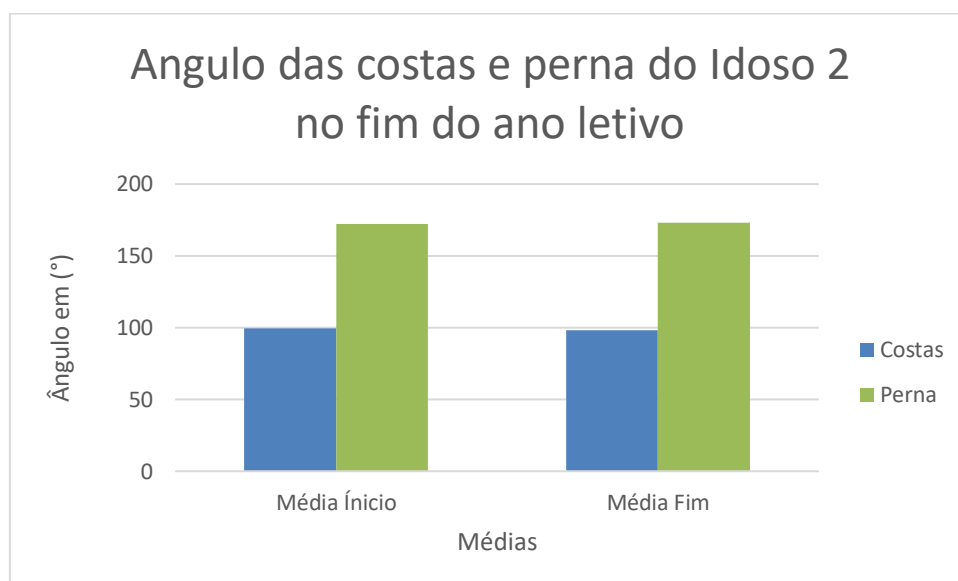


Figura 88 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I2 no fim do ano letivo.

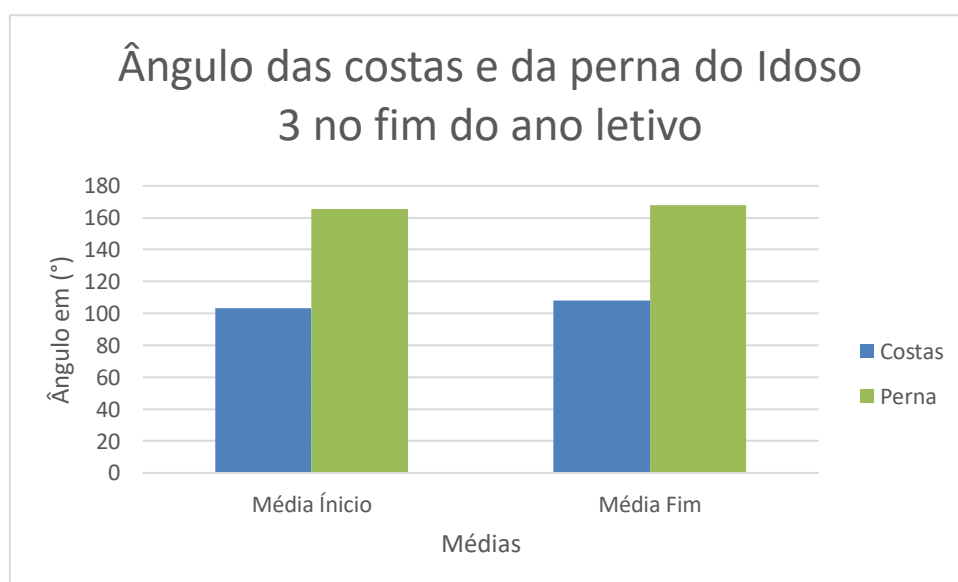


Figura 89 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I3 no fim do ano letivo.

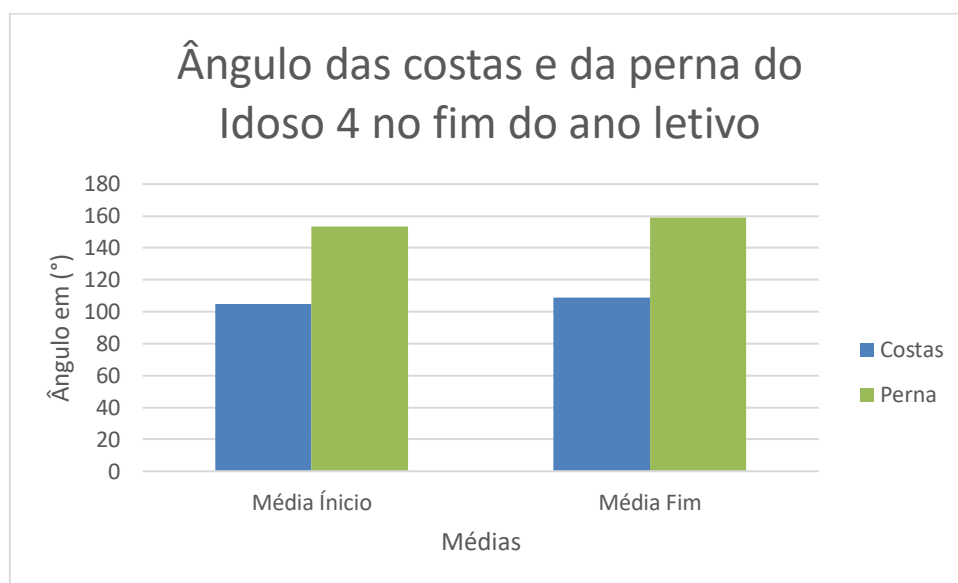


Figura 90 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I4 no fim do ano letivo.

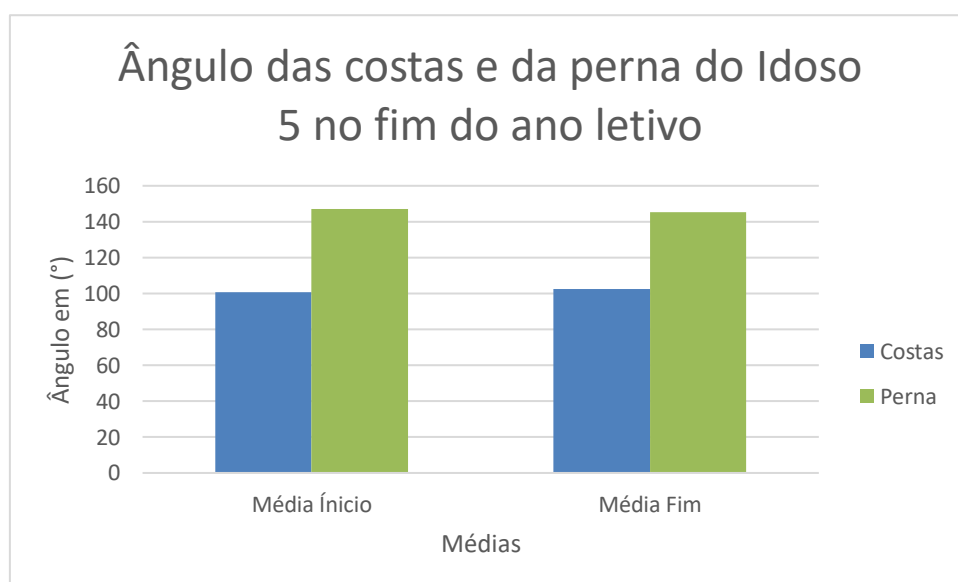


Figura 91 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I5 no fim do ano letivo.

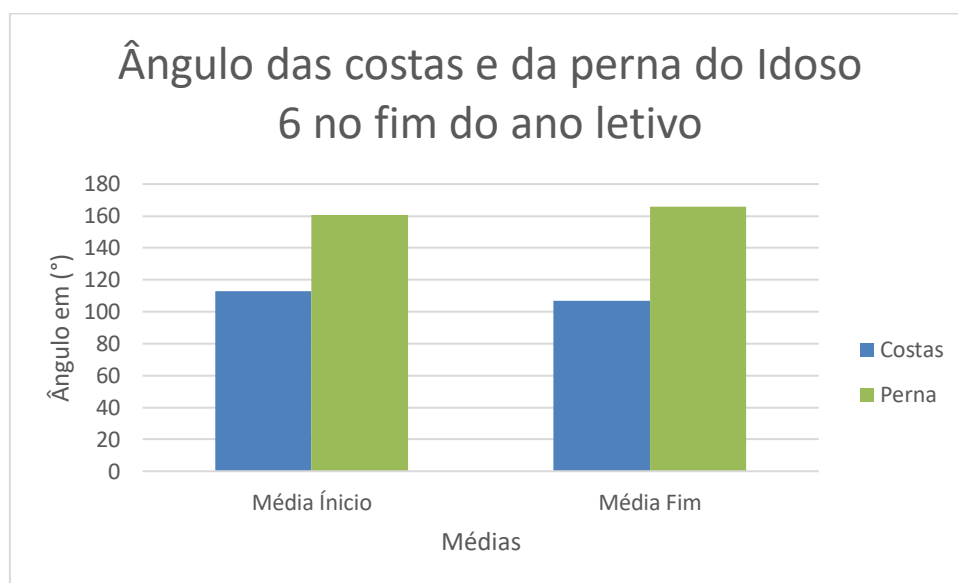


Figura 92 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I6 no fim do ano letivo.

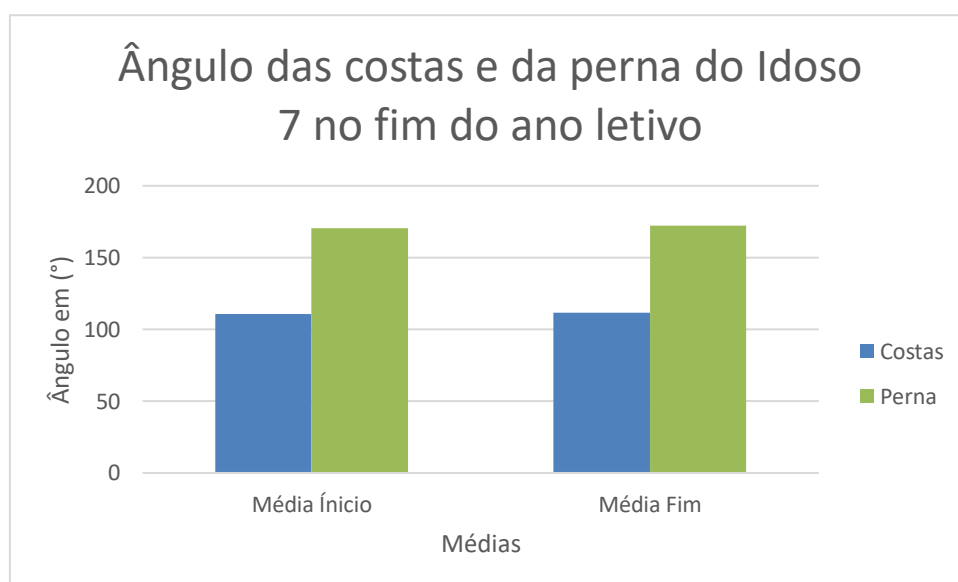


Figura 93 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I7 no fim do ano letivo.

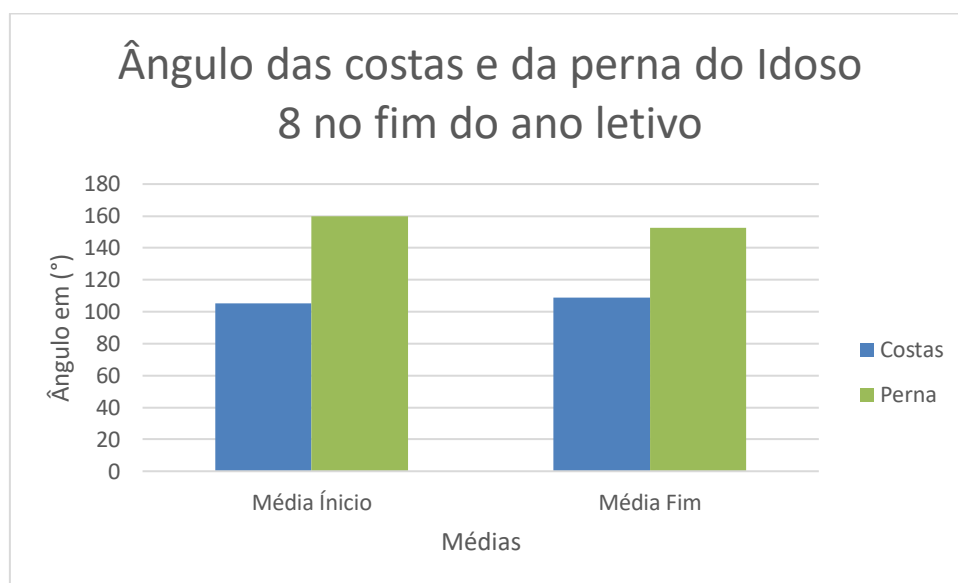


Figura 94 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I8 no fim do ano letivo.

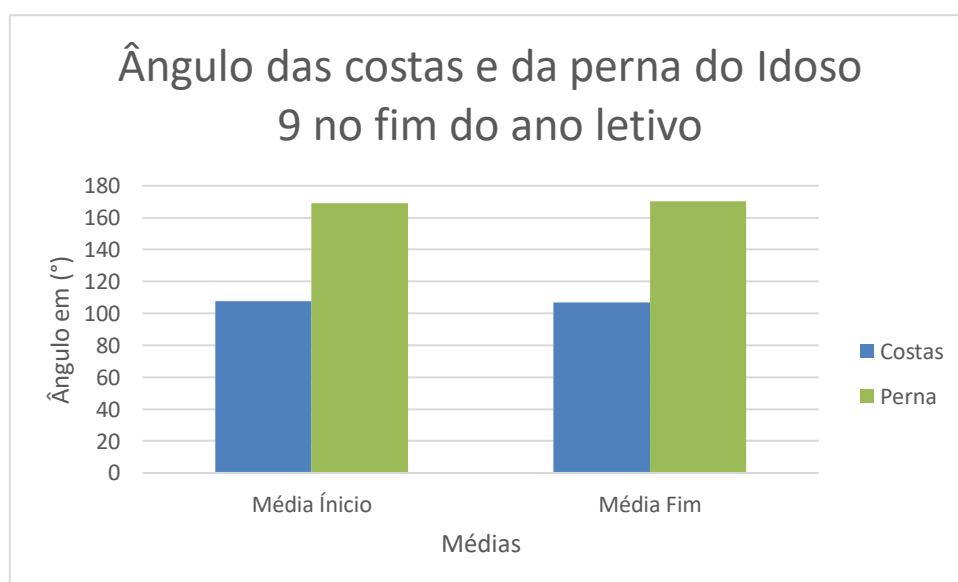


Figura 95 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I9 no fim do ano letivo.

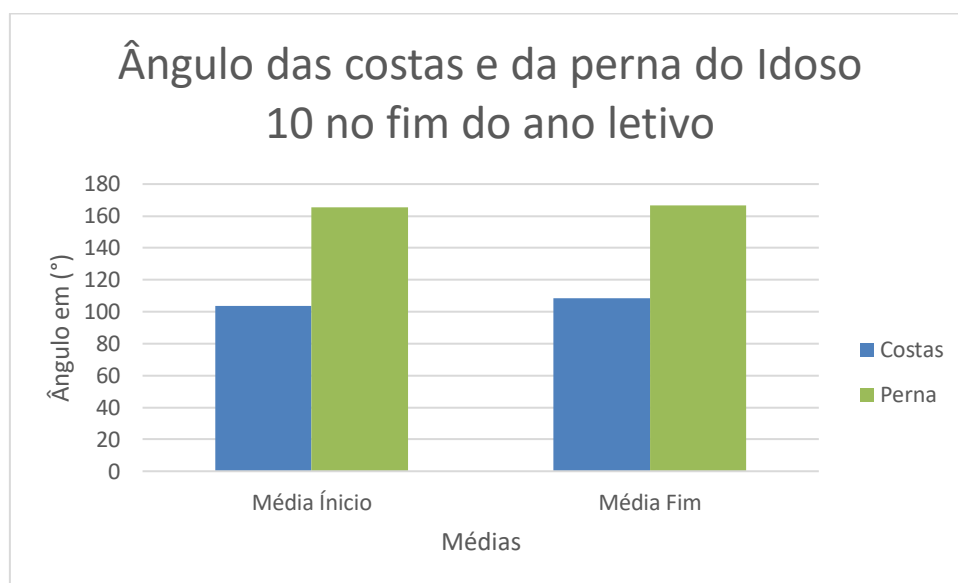


Figura 96 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I10 no fim do ano letivo.

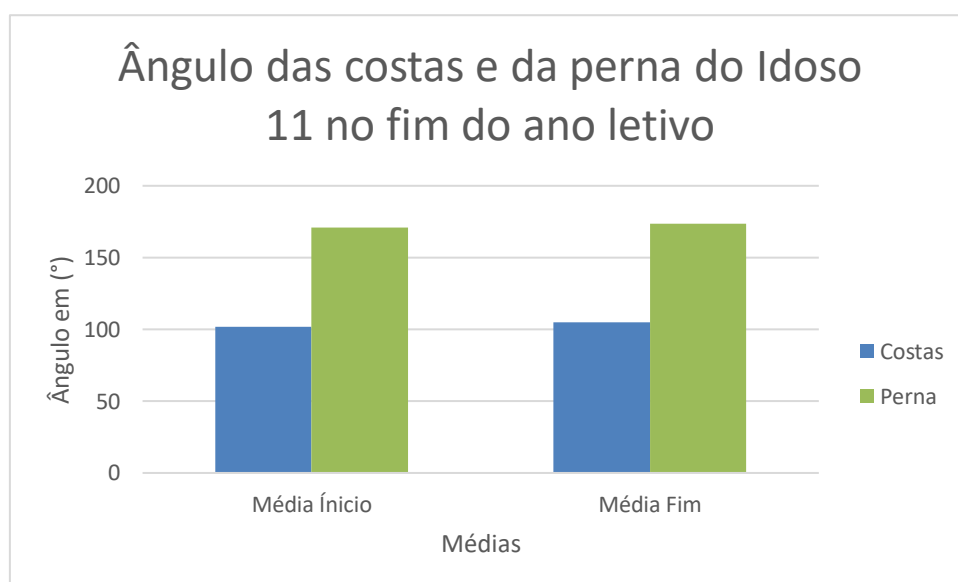


Figura 97 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I11 no fim do ano letivo.

Anexo A.I – Início do ano letivo

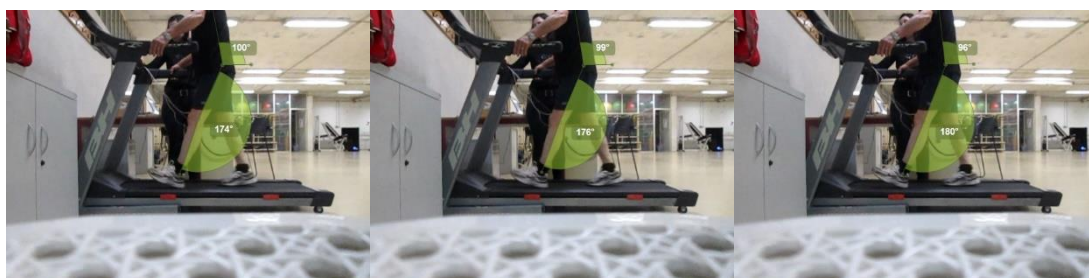


Figura 98 - Ângulos iniciais das costas e perna do I2 no início do ano letivo.



Figura 99 - Ângulos finais das costas e perna do I2 no início do ano letivo.



Figura 100 - Ângulos iniciais das costas e perna do I3 no início do ano letivo.

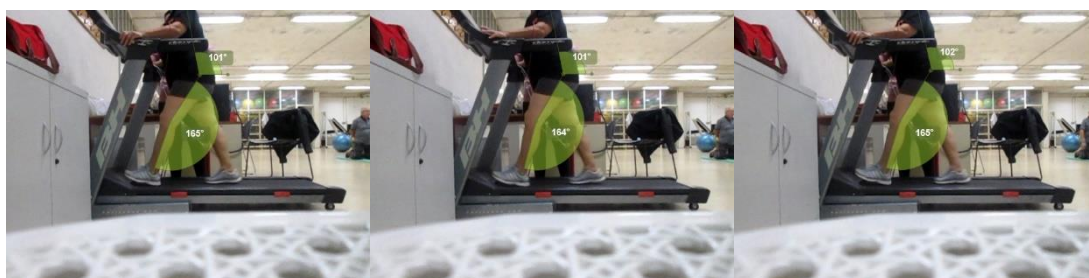


Figura 101 - Ângulos finais das costas e perna do I3 no início do ano letivo.

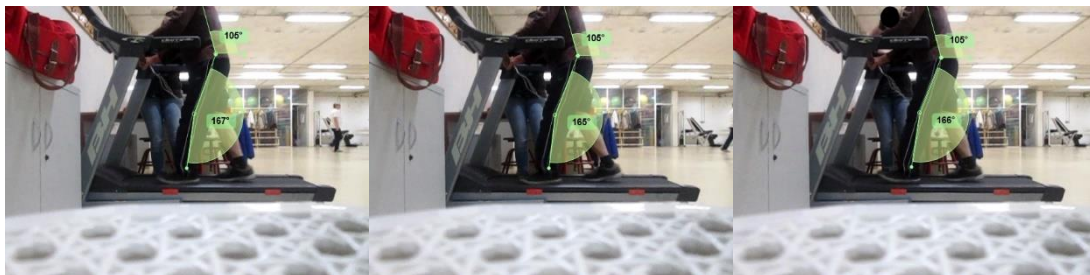


Figura 102 - Ângulos iniciais das costas e perna do I4 no início do ano letivo.

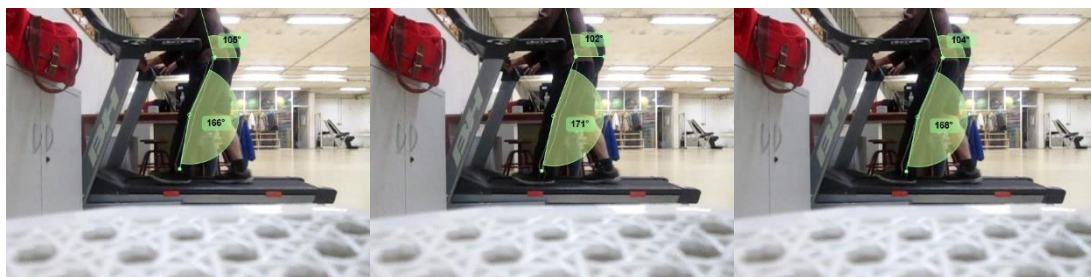


Figura 103 - Ângulos finais das costas e perna do I4 no início do ano letivo.



Figura 104 - Ângulos iniciais das costas e perna do I6 no início do ano letivo.

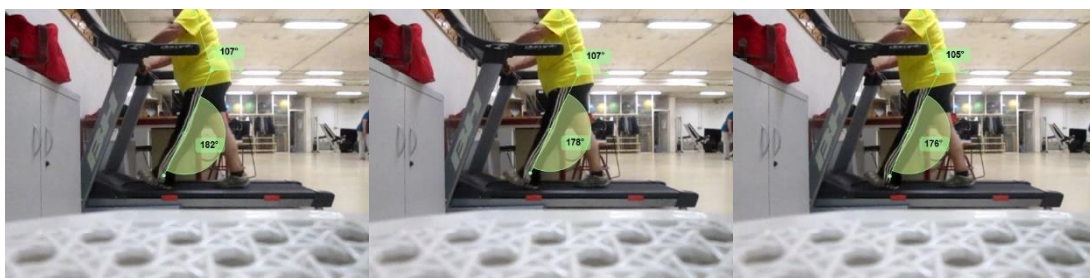


Figura 105 - Ângulos finais das costas e perna do I6 no início do ano letivo.

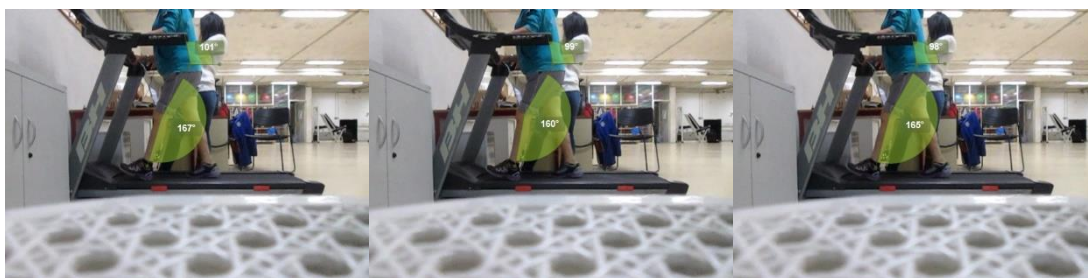


Figura 106 - Ângulos iniciais das costas e perna do I9 no início do ano letivo.



Figura 107 - Ângulos finais das costas e perna do I9 no início do ano letivo.



Figura 108 - Ângulos iniciais das costas e perna do I12 no início do ano letivo.



Figura 109 - Ângulos finais das costas e perna do I12 no início do ano letivo.

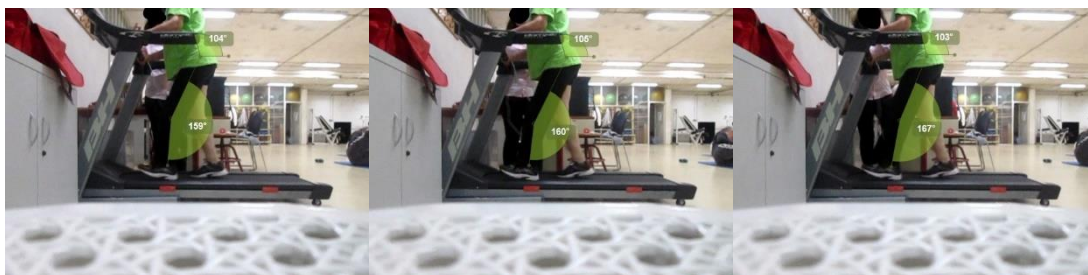


Figura 110 - Ângulos iniciais das costas e perna do I13 no início do ano letivo.

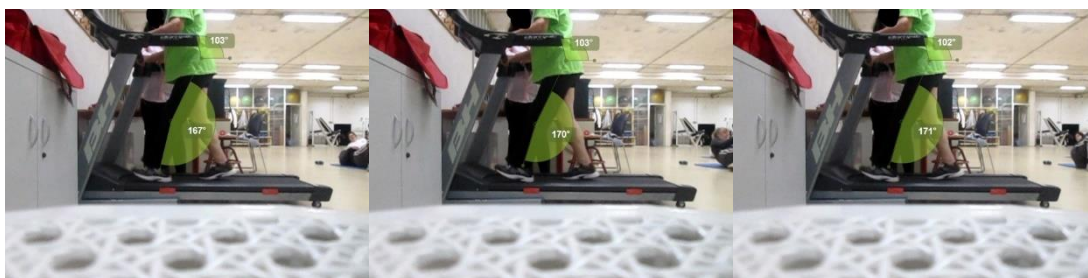


Figura 111 - Ângulos finais das costas e perna do I13 no início do ano letivo.



Figura 112 - Ângulos iniciais das costas e perna do I14 no início do ano letivo.



Figura 113 - Ângulos finais das costas e perna do I14 no início do ano letivo.

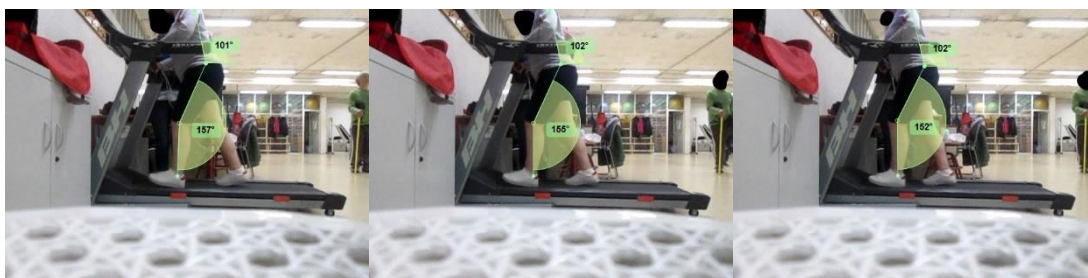


Figura 114 - Ângulos iniciais das costas e perna do I15 no início do ano letivo.



Figura 115 - Ângulos finais das costas e perna do I15 no início do ano letivo.



Figura 116 - Ângulos iniciais das costas e perna do I16 no início do ano letivo.



Figura 117 - Ângulos finais das costas e perna do I16 no início do ano letivo.

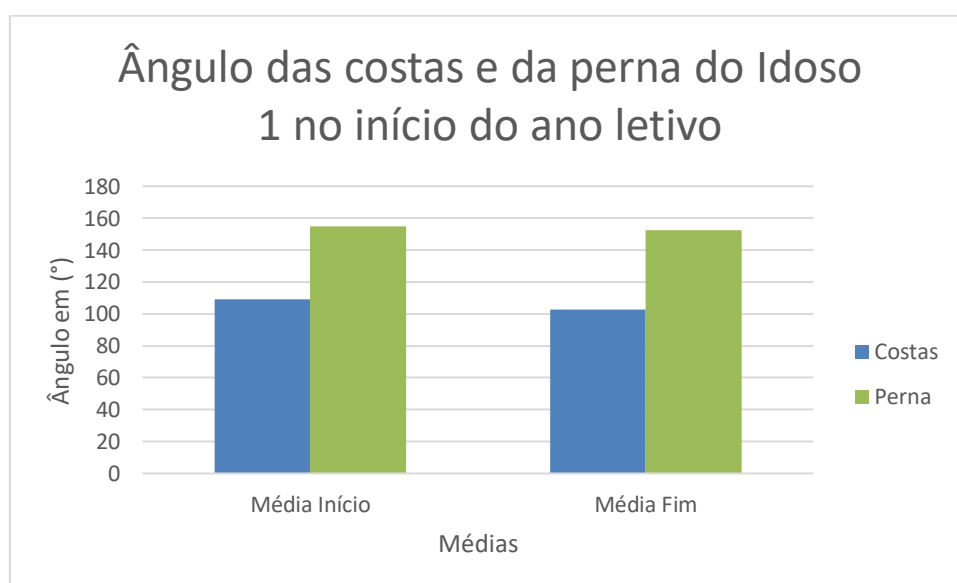


Figura 118 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I1 no início do ano letivo.

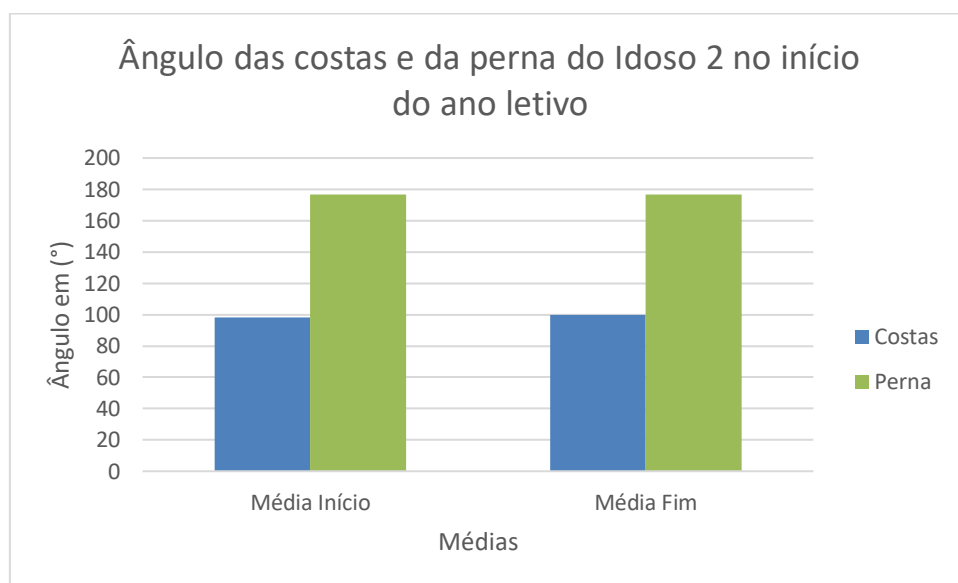


Figura 119 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I2 no início do ano letivo.

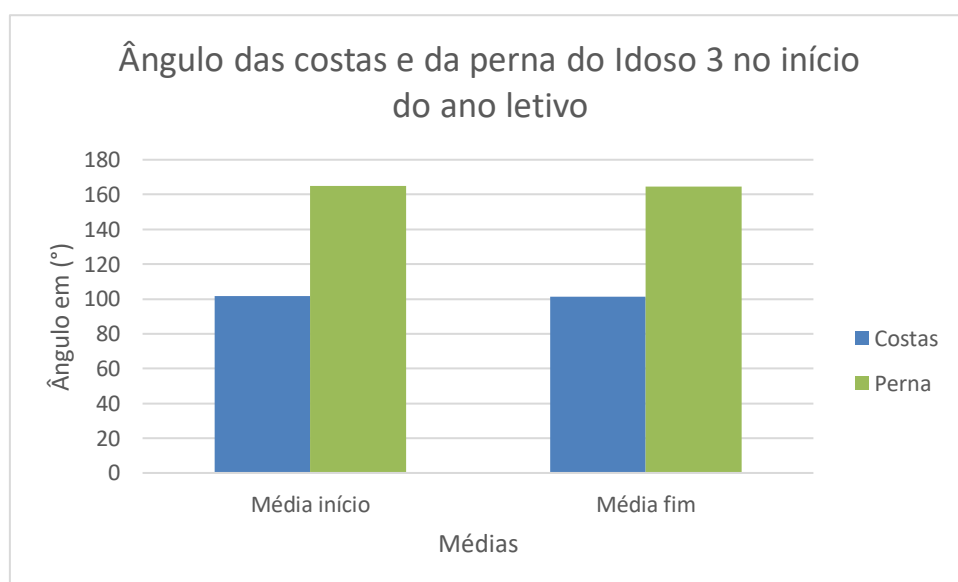


Figura 120 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I3 no início do ano letivo.

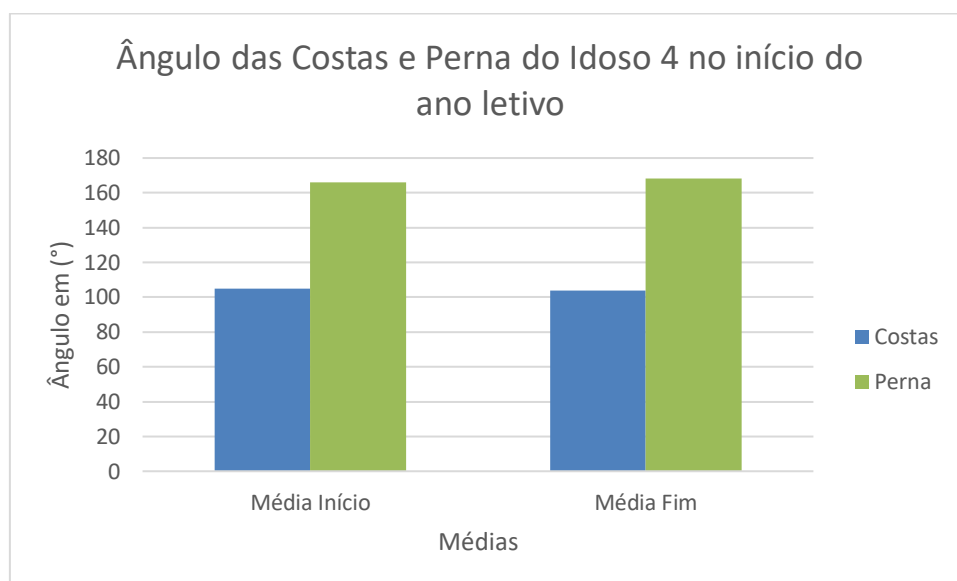


Figura 121 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I4 no início do ano letivo.

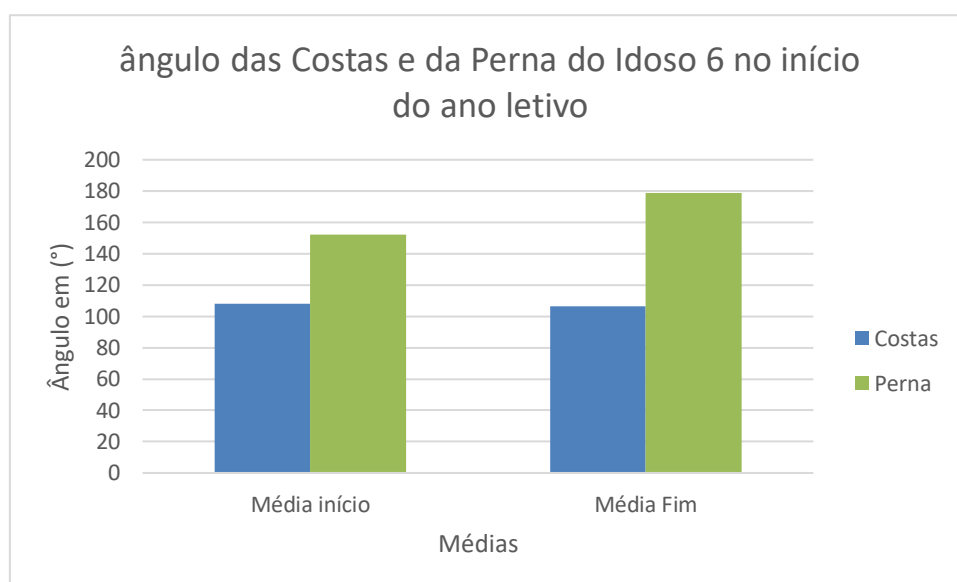


Figura 122 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I6 no início do ano letivo.

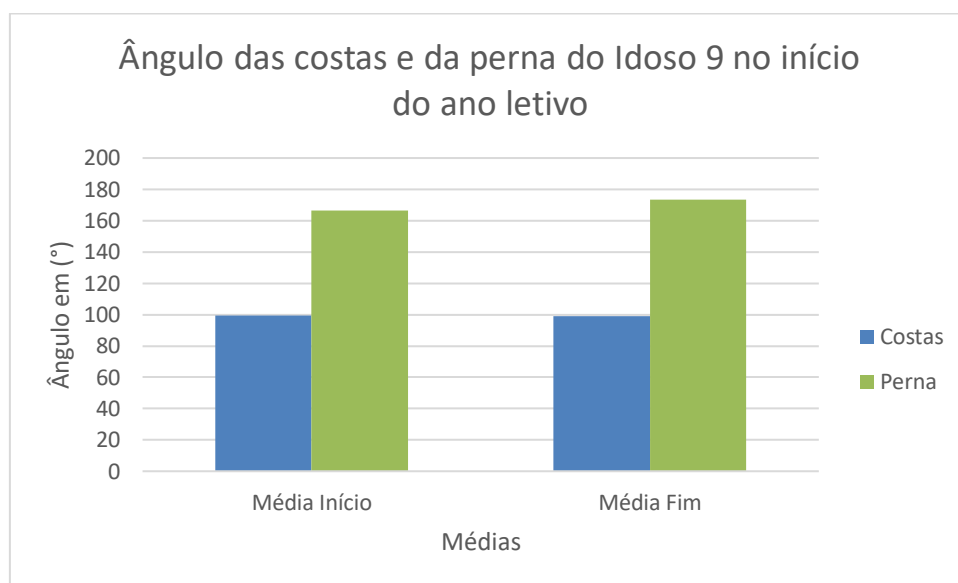


Figura 123 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I9 no início do ano letivo.

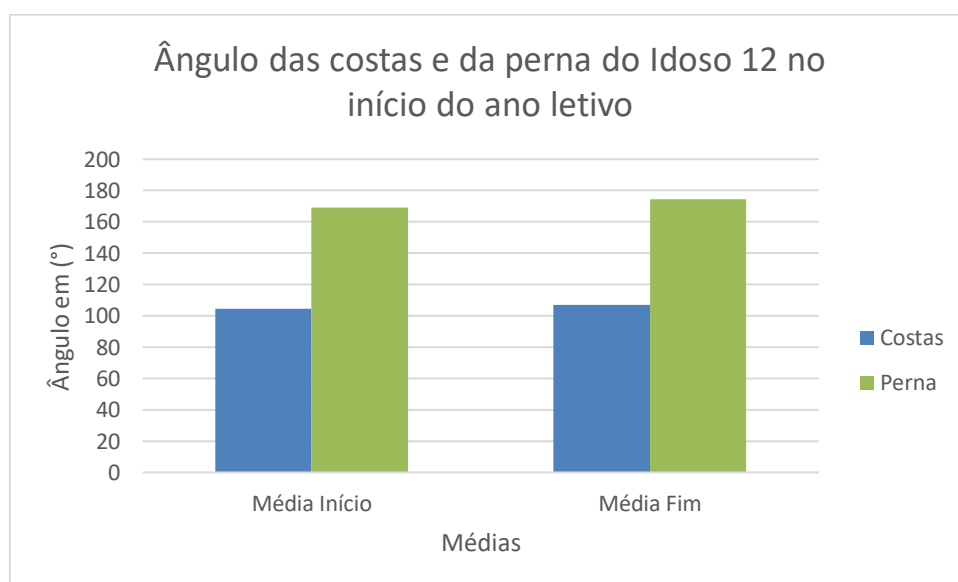


Figura 124 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I12 no início do ano letivo.

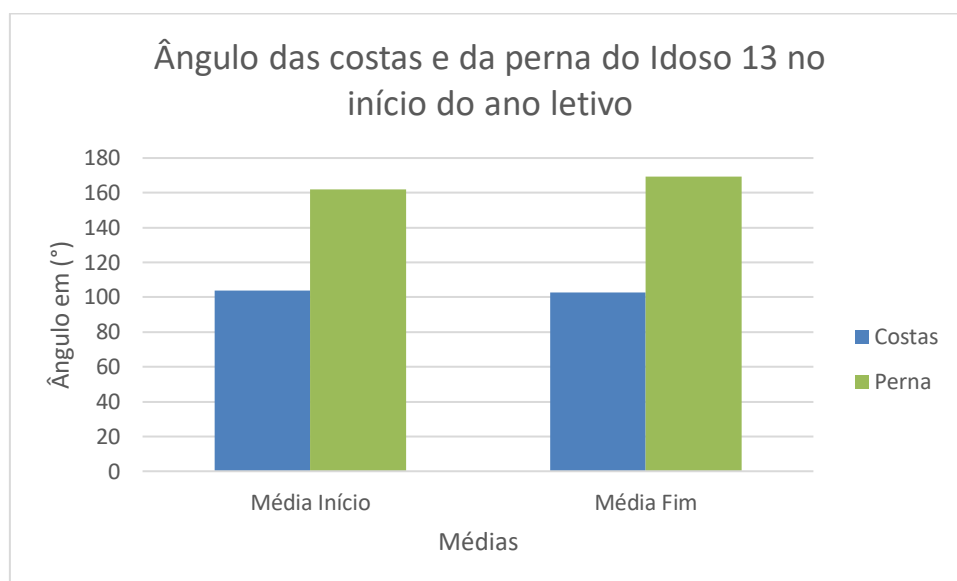


Figura 125 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I13 no início do ano letivo.

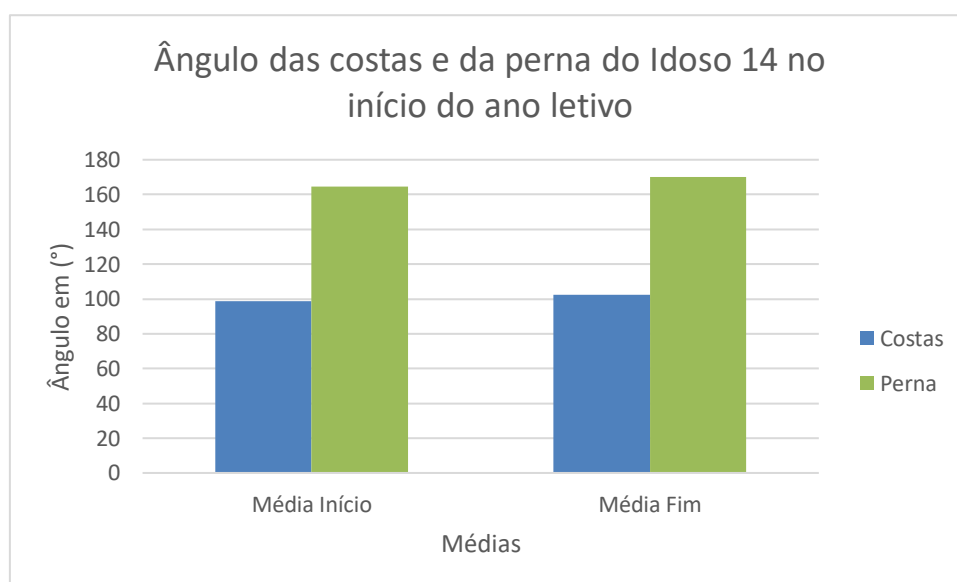


Figura 126 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I14 no início do ano letivo.

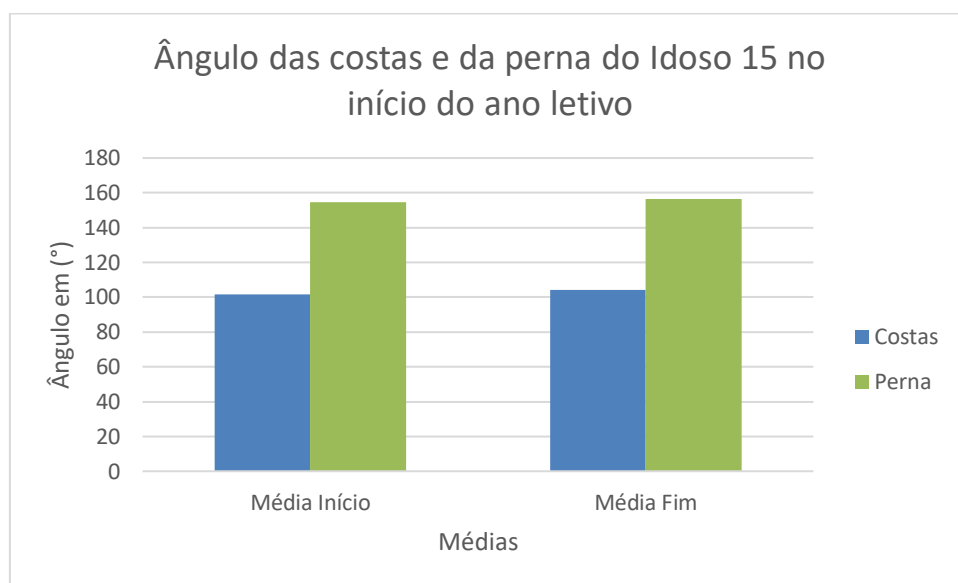


Figura 127 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I15 no início do ano letivo.

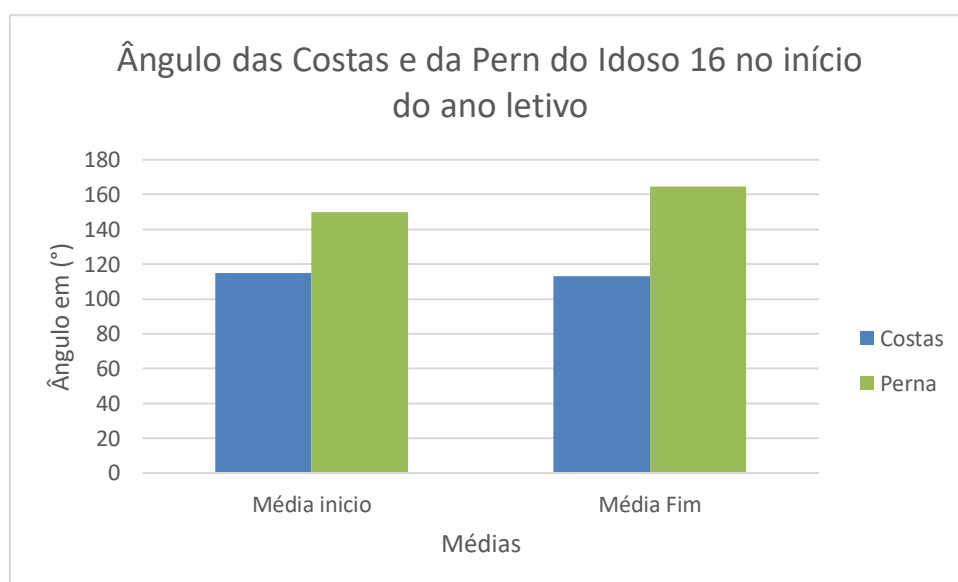


Figura 128 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do ângulo das costas e da perna do I16 no início do ano letivo.

Anexo A.II – Swing

Anexo A.II – Fim do ano letivo

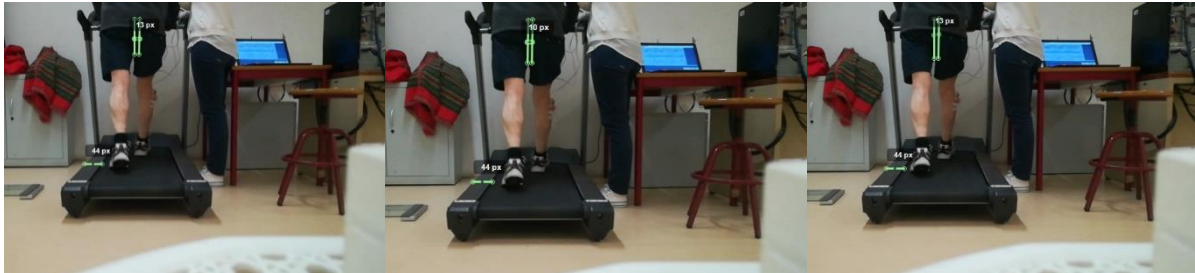


Figura 129 - Análise do início do ensaio do I2 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.

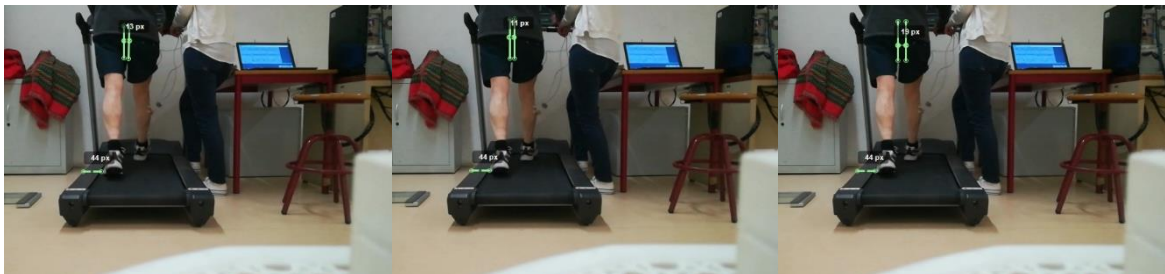


Figura 130 - Análise do final do ensaio do I2 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 131 - Análise do início do ensaio do I3 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 132 - Análise do final do ensaio do I3 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 133 - Análise do início do ensaio do I4 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 134 - Análise do final do ensaio do I4 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 135 - Análise do início do ensaio do I5 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 136 - Análise do final do ensaio do I5 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 137 - Análise do início do ensaio do I6 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 138 - Análise do final do ensaio do I6 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 139 - Análise do início do ensaio do I7 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.

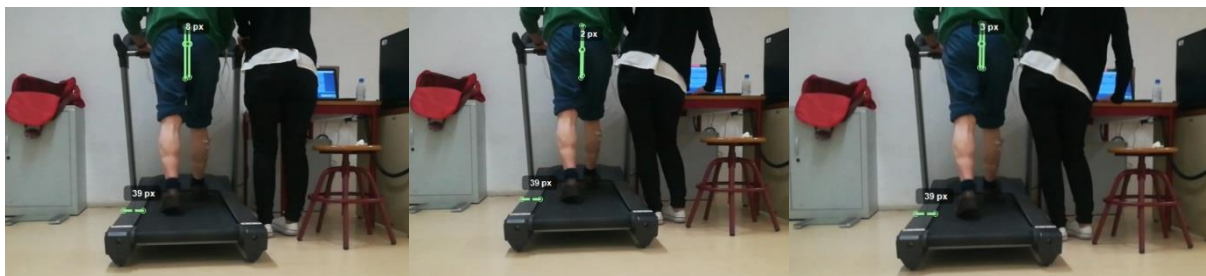


Figura 140 - Análise do final do ensaio do I7 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 141 - Análise do início do ensaio do I8 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 142 - Análise do final do ensaio do I8 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 143 - Análise do início do ensaio do I9 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 144 - Análise do final do ensaio do I9 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 145 - Análise do início do ensaio do I10 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.

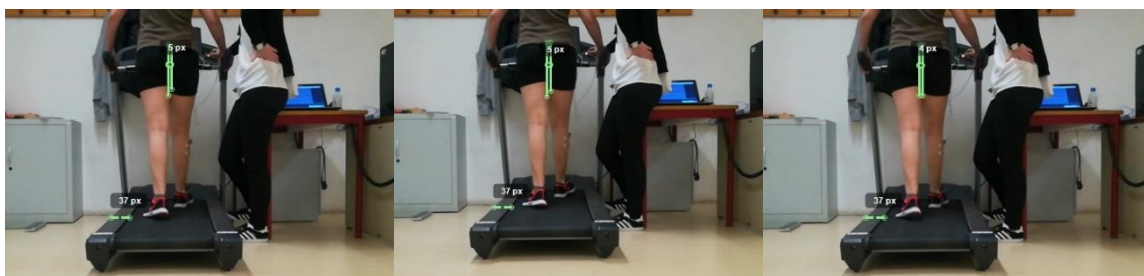


Figura 146 - Análise do final do ensaio do I10 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.

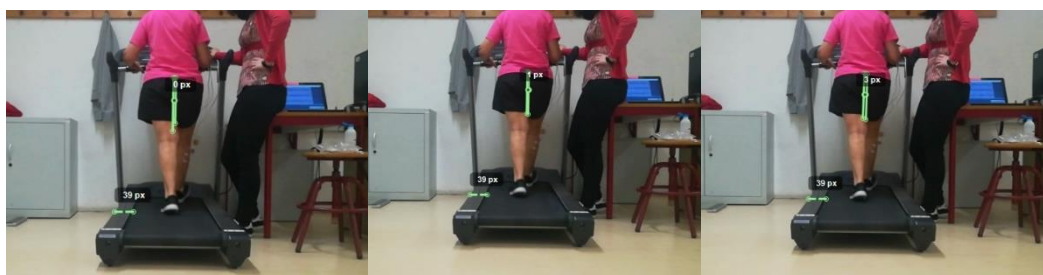


Figura 147 - Análise do início do ensaio do I11 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.



Figura 148 - Análise do final do ensaio do I11 para obtenção do Swing no fim do ano letivo.

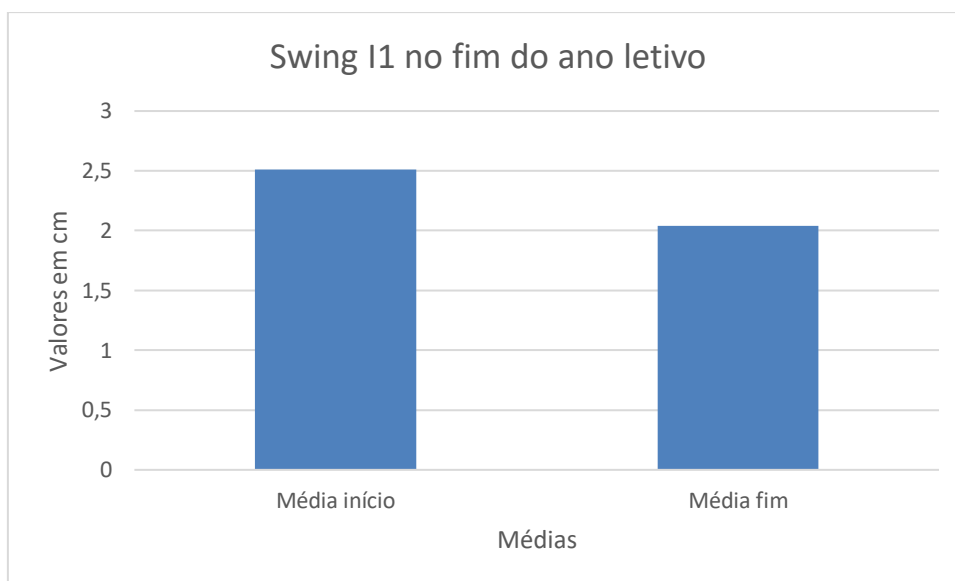


Figura 149 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I1 no fim do ano letivo.

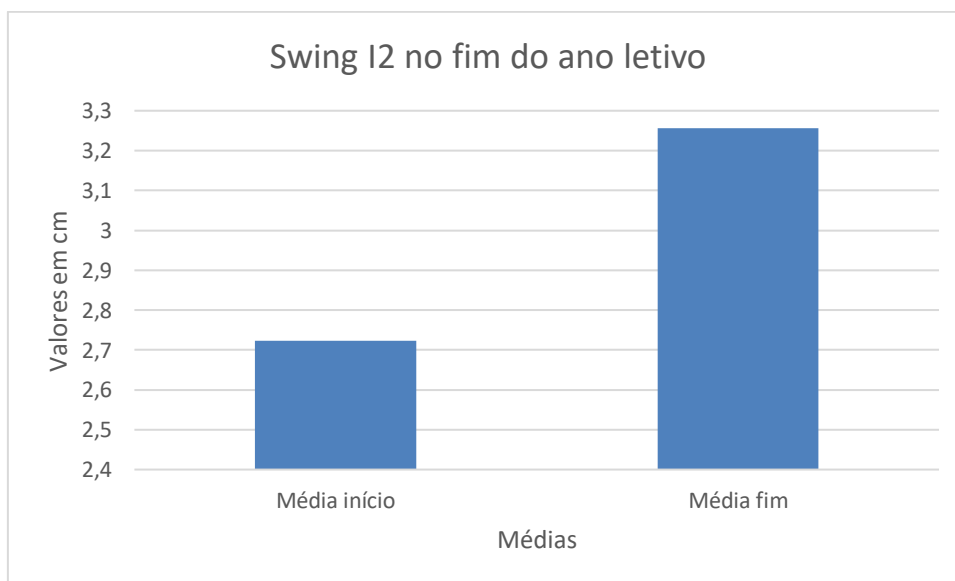


Figura 150 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I2 no fim do ano letivo.

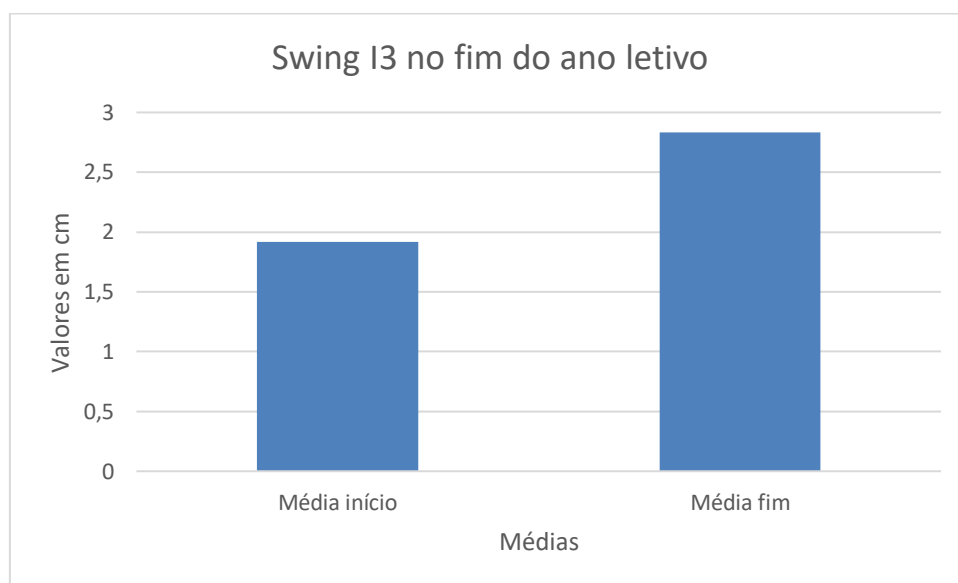


Figura 151 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I3 no fim do ano letivo.

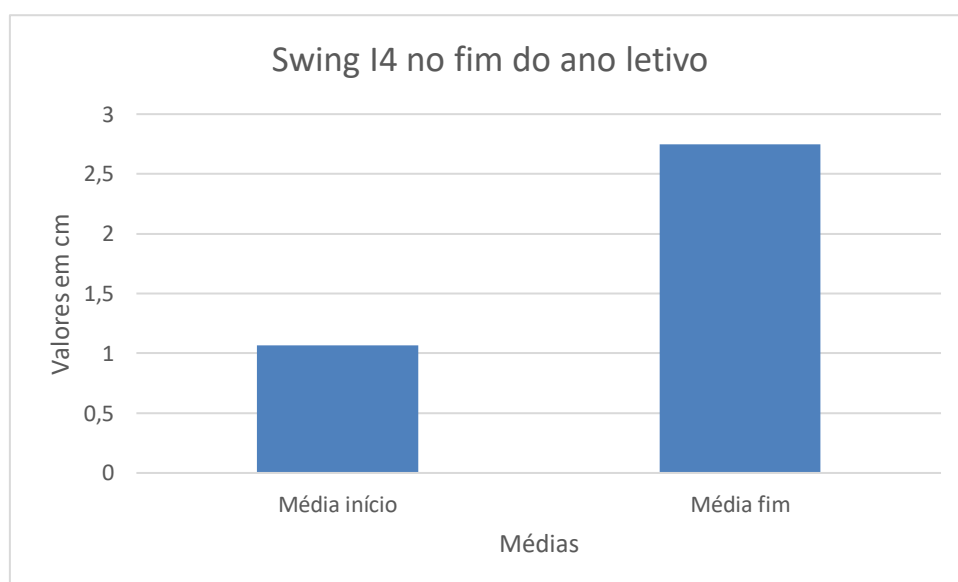


Figura 152 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I4 no fim do ano letivo.

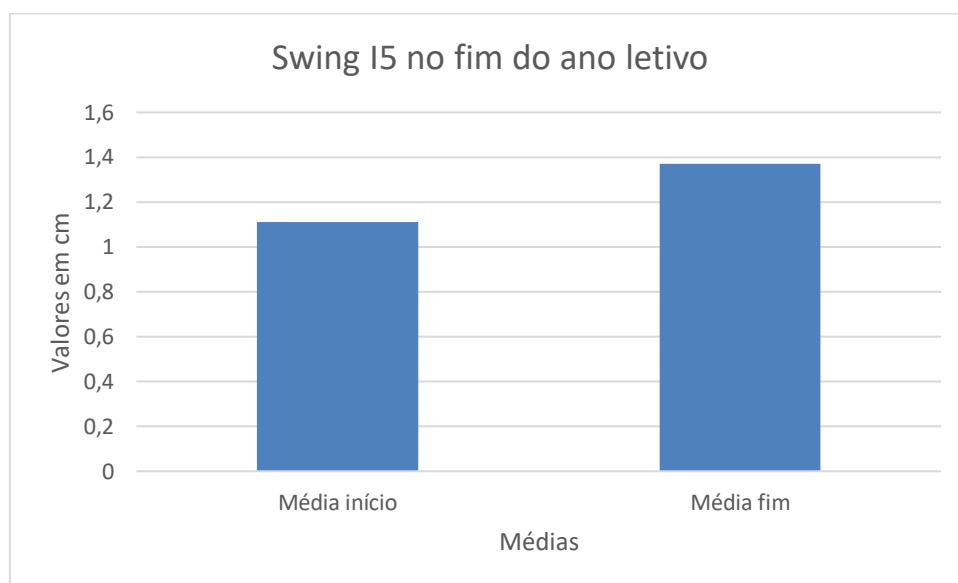


Figura 153 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I5 no fim do ano letivo.

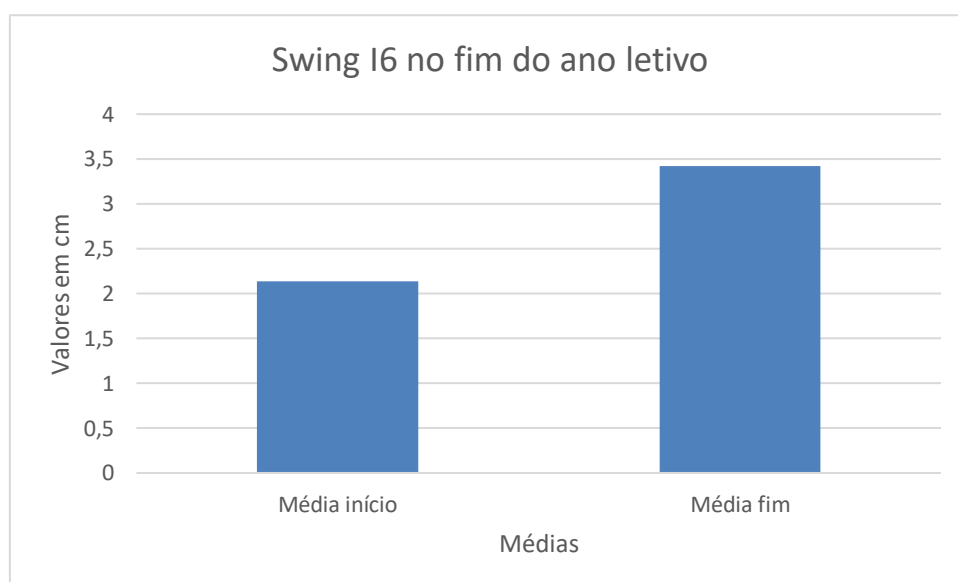


Figura 154 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I6 no fim do ano letivo.

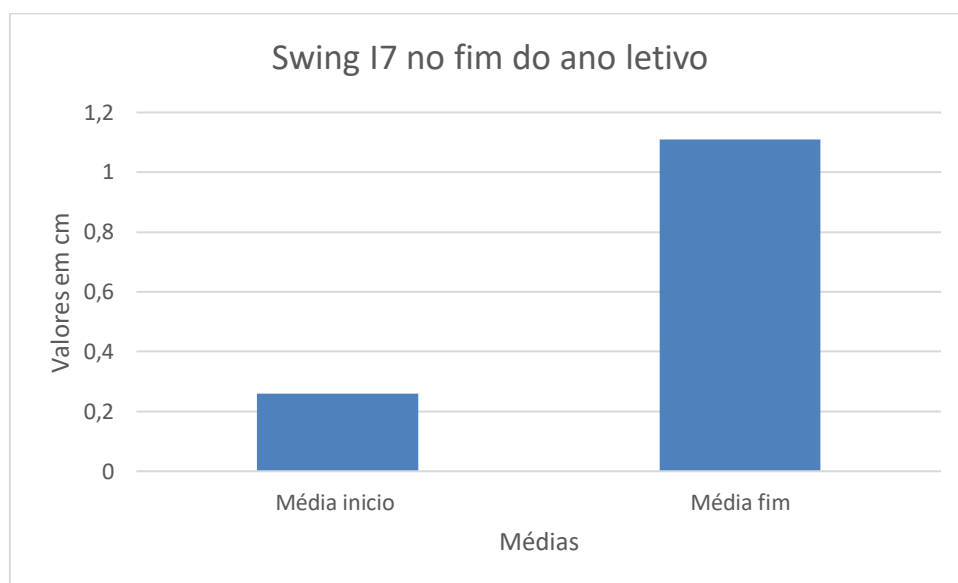


Figura 155 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I7 no fim do ano letivo.

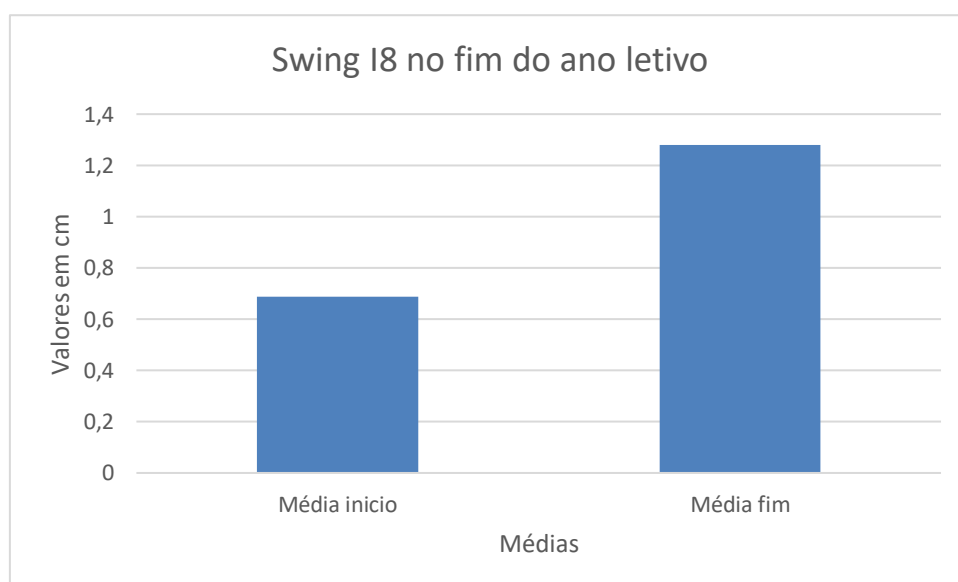


Figura 156 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I8 no fim do ano letivo.

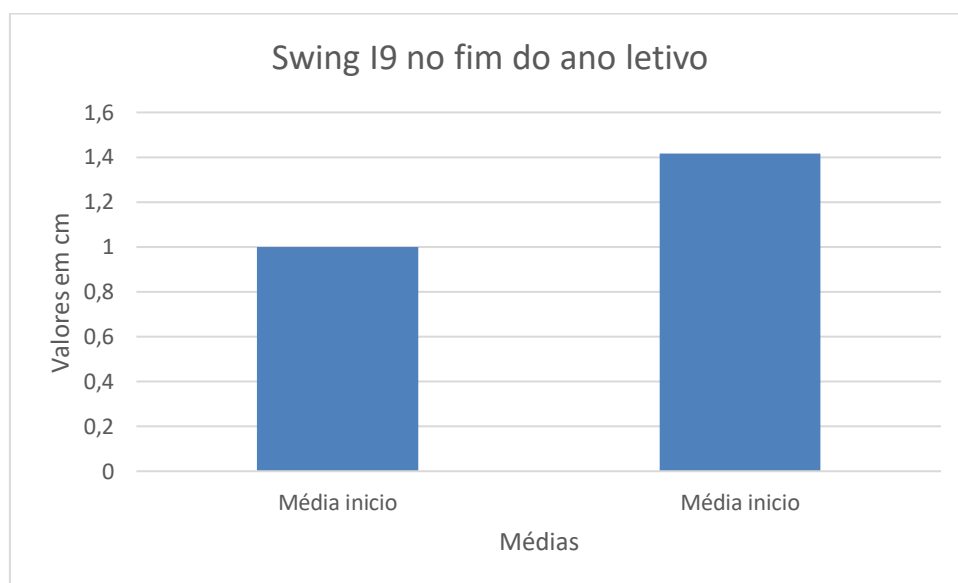


Figura 157 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I9 no fim do ano letivo.

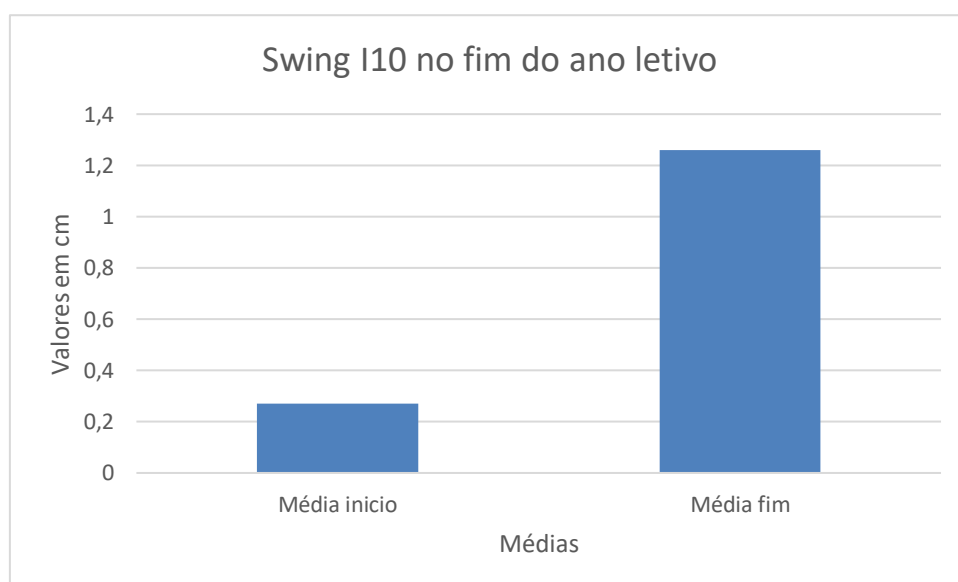


Figura 158 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I10 no fim do ano letivo.

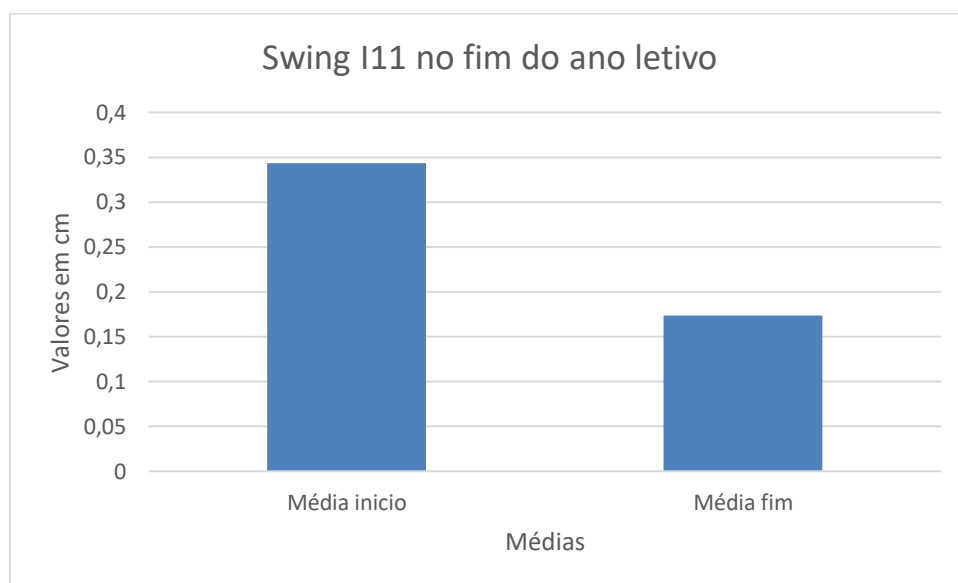


Figura 159 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I11 no fim do ano letivo.

Anexo A.II – Início do ano letivo



Figura 160 - Análise do início do ensaio do I2 para obtenção do Swing no início do ano letivo.

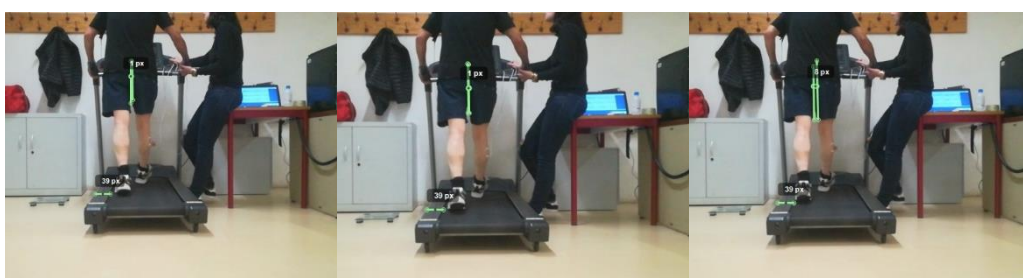


Figura 161 - Análise do final do ensaio do I2 para obtenção do Swing no início do ano letivo.



Figura 162 - Análise do início do ensaio do I3 para obtenção do Swing no início do ano letivo.



Figura 163 - Análise do final do ensaio do I3 para obtenção do Swing no início do ano letivo.



Figura 164 - Análise do início do ensaio do I4 para obtenção do Swing no início do ano letivo.

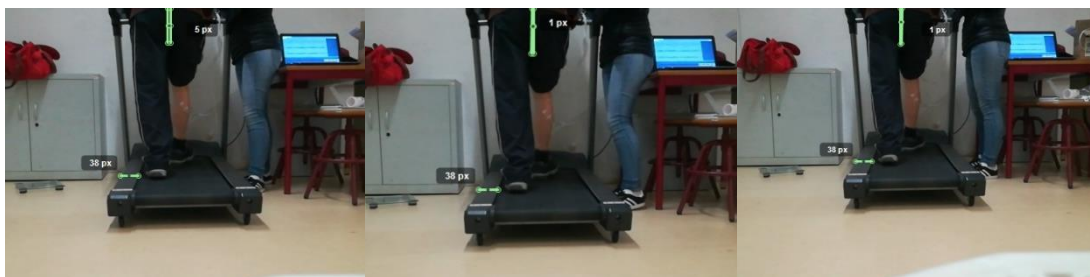


Figura 165 - Análise do final do ensaio do I3 para obtenção do Swing no início do ano letivo.



Figura 166 - Análise do início do ensaio do I6 para obtenção do Swing no início do ano letivo.



Figura 167 - Análise do final do ensaio do I6 para obtenção do Swing no início do ano letivo.



Figura 168 - Análise do início do ensaio do I9 para obtenção do Swing no início do ano letivo.



Figura 169 - Análise do final do ensaio do I9 para obtenção do Swing no início do ano letivo.



Figura 170 - Análise do início do ensaio do I12 para obtenção do Swing no início do ano letivo.

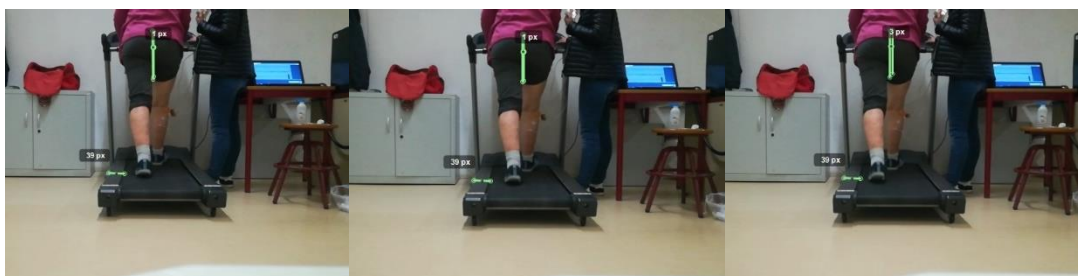


Figura 171 - Análise do final do ensaio do I12 para obtenção do Swing no início do ano letivo.



Figura 172 - Análise do início do ensaio do I13 para obtenção do Swing no início do ano letivo.



Figura 173 - Análise do final do ensaio do I13 para obtenção do Swing no início do ano letivo.



Figura 174 - Análise do início do ensaio do I14 para obtenção do Swing no início do ano letivo.

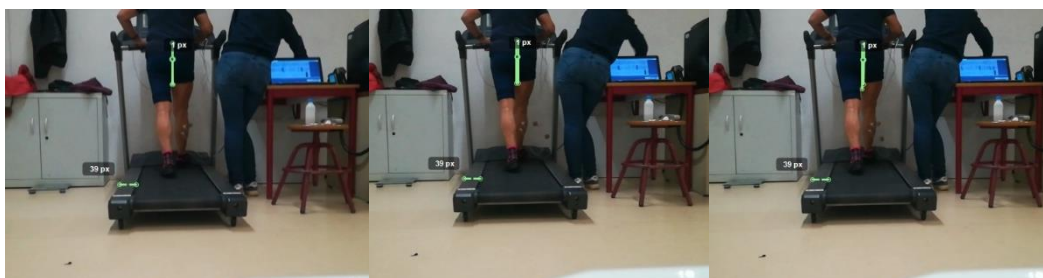


Figura 175 - Análise do final do ensaio do I14 para obtenção do Swing no início do ano letivo.

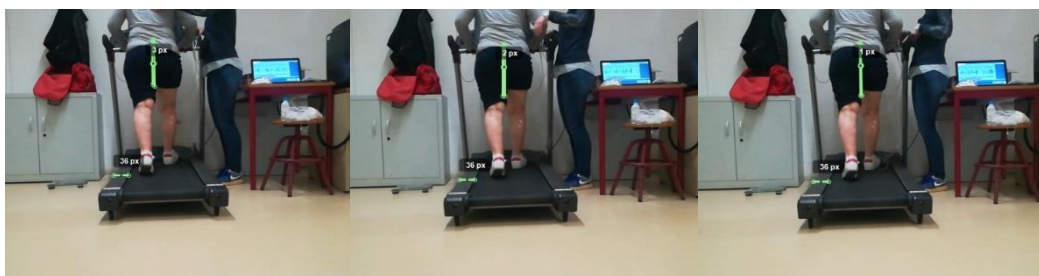


Figura 176 - Análise do início do ensaio do I15 para obtenção do Swing no início do ano letivo.

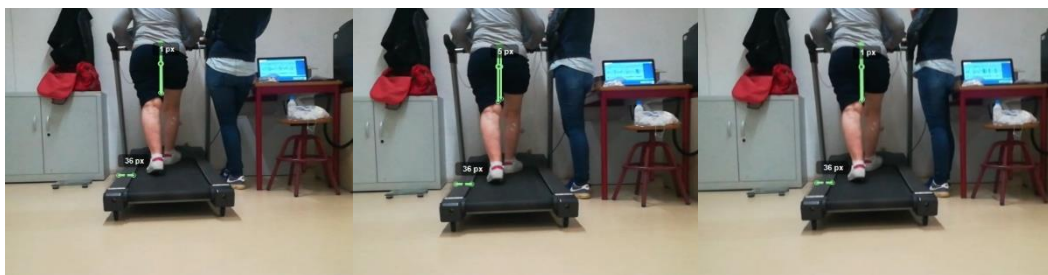


Figura 177 - Análise do final do ensaio do I15 para obtenção do Swing no início do ano letivo.



Figura 178 -Análise do início do ensaio do I16 para obtenção do Swing no início do ano letivo.

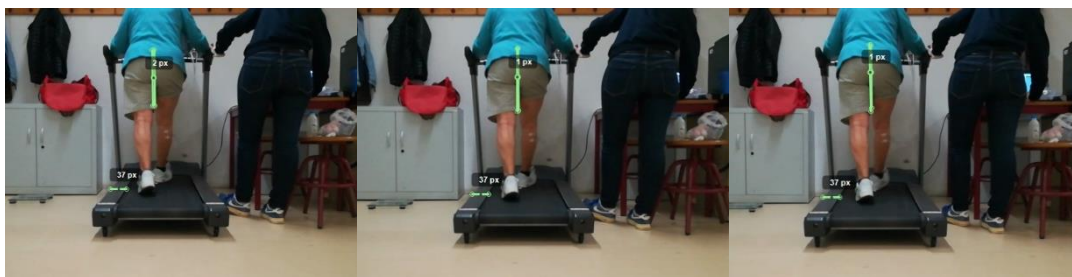


Figura 179 - Análise do final do ensaio do I16 para obtenção do Swing no início do ano letivo.

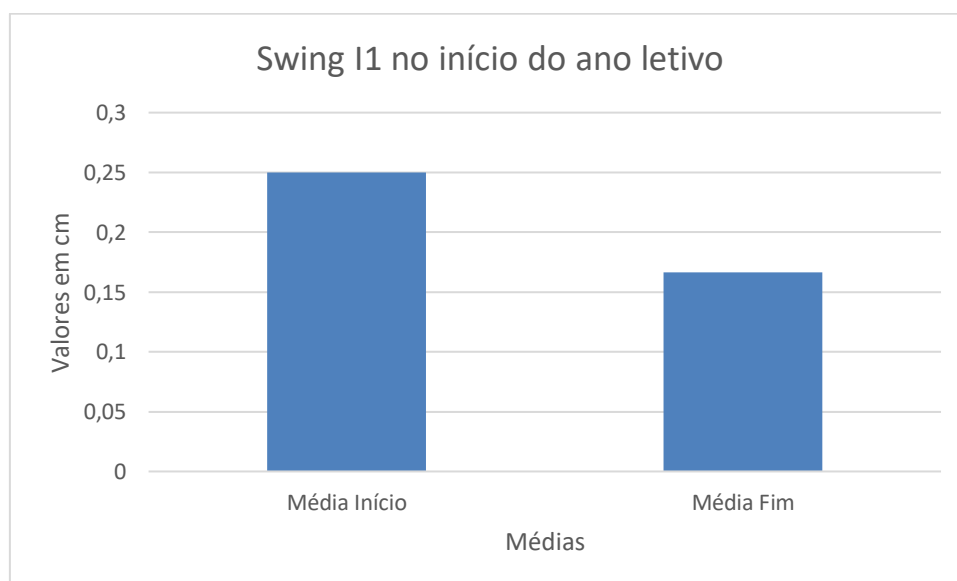


Figura 180 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I1 no início do ano letivo.

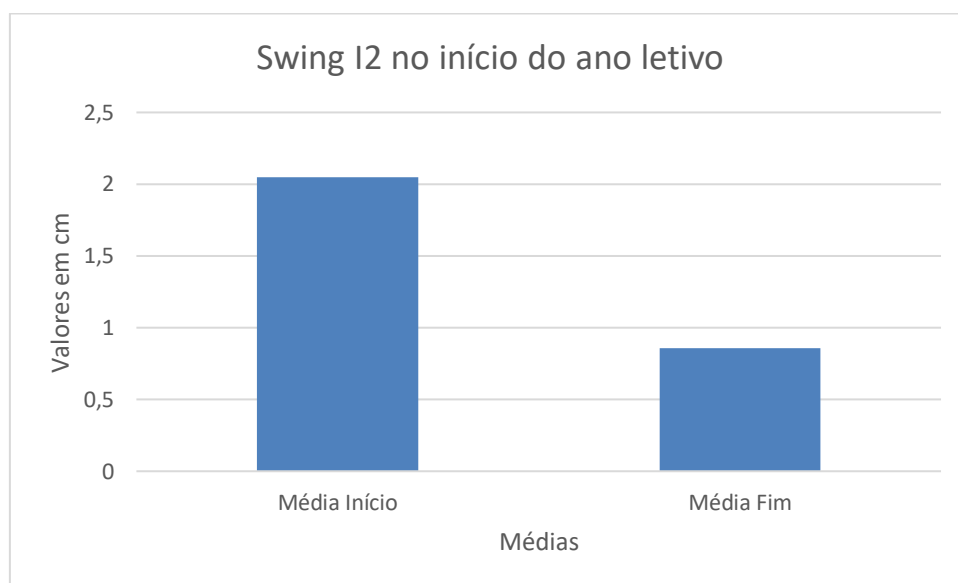


Figura 181 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I2 no início do ano letivo.

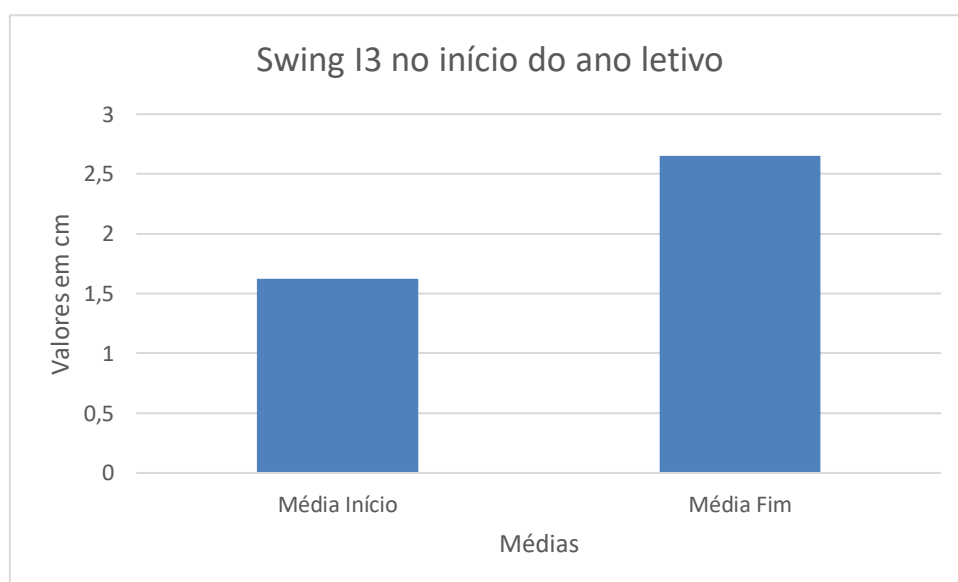


Figura 182 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I3 no início do ano letivo.

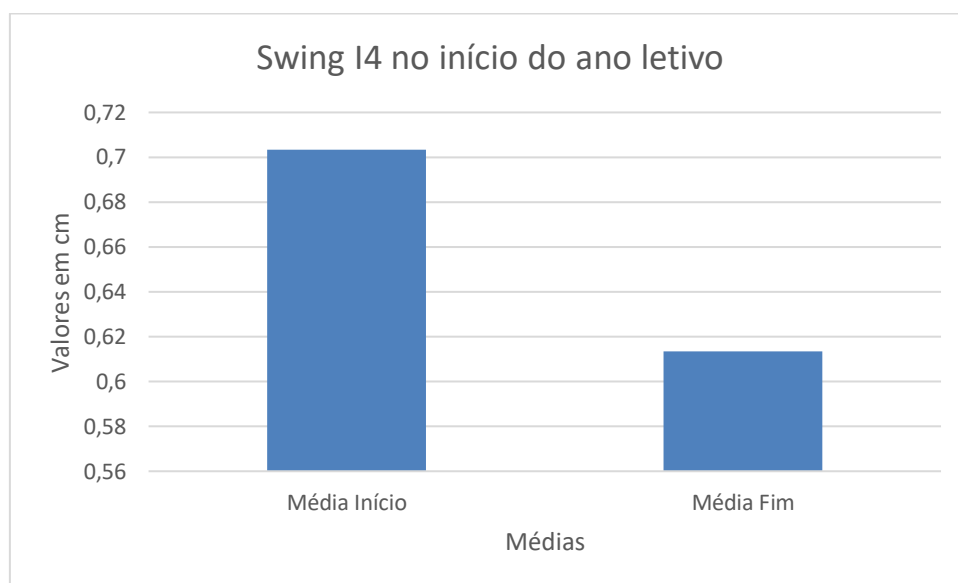


Figura 183 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I4 no início do ano letivo.

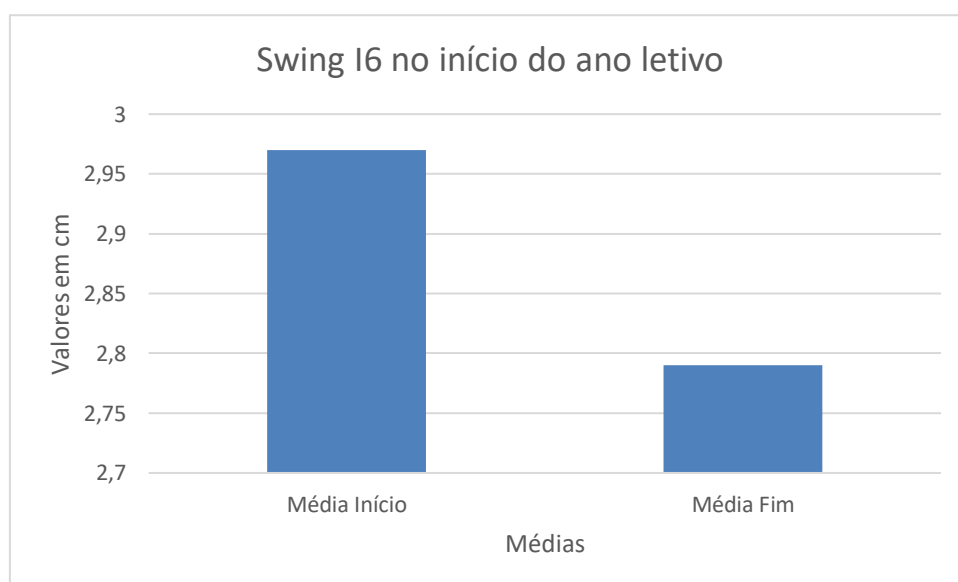


Figura 184 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I6 no início do ano letivo.

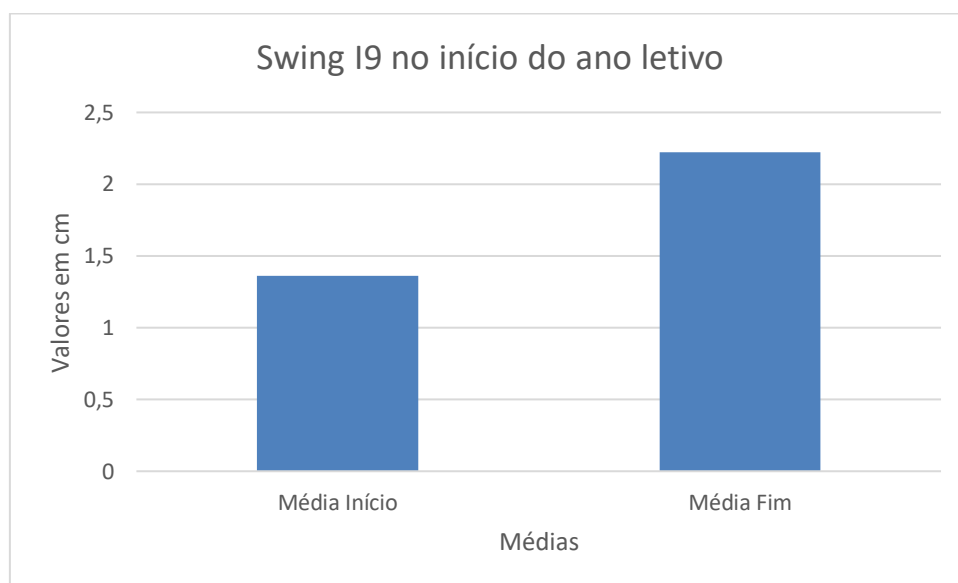


Figura 185 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I9 no início do ano letivo.

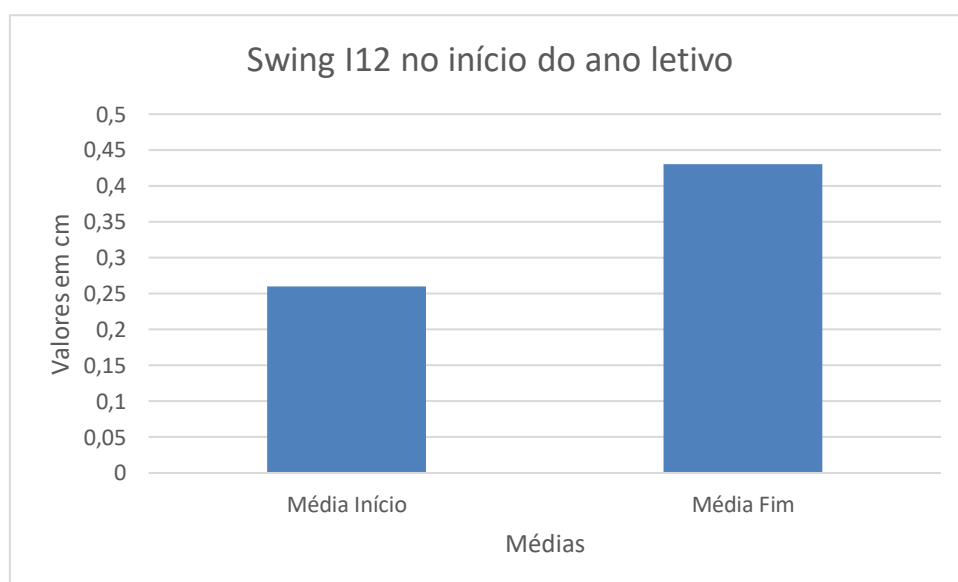


Figura 186 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I12 no início do ano letivo.

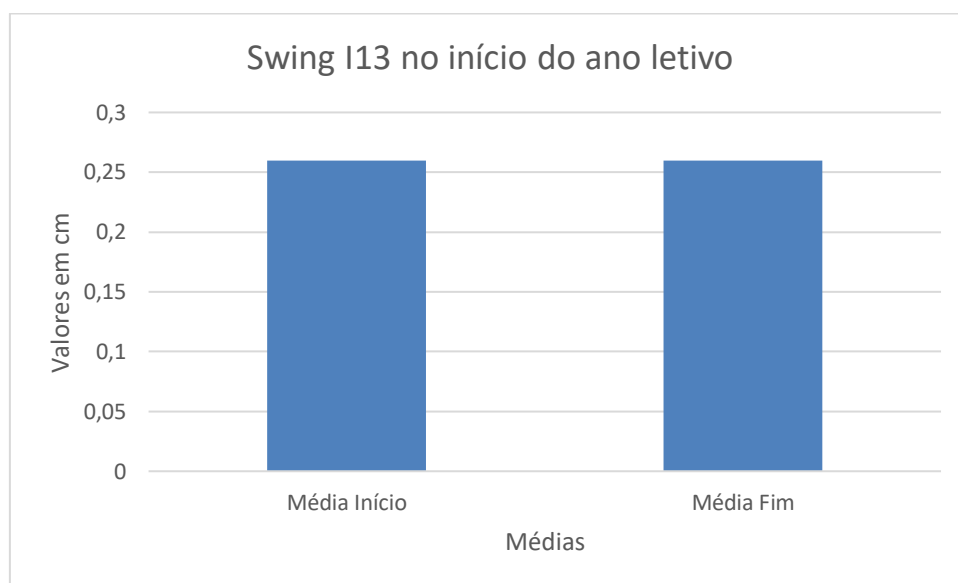


Figura 187 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I13 no início do ano letivo.

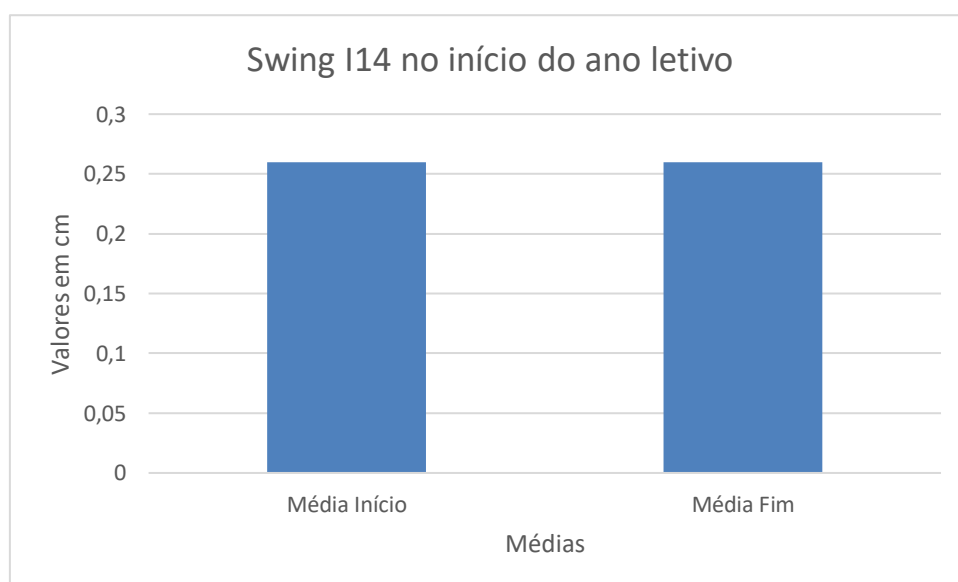


Figura 188 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I14 no início do ano letivo.

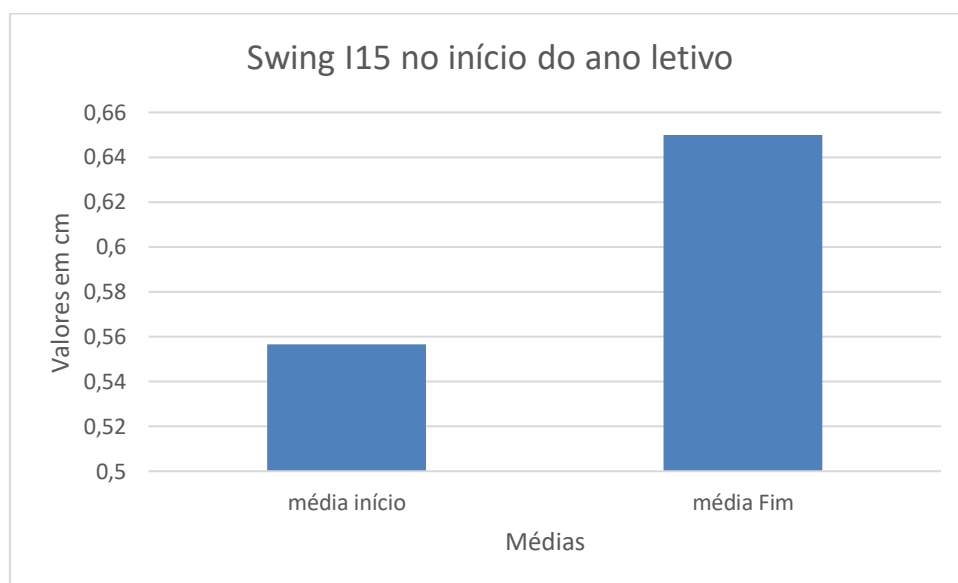


Figura 189 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I15 no início do ano letivo.

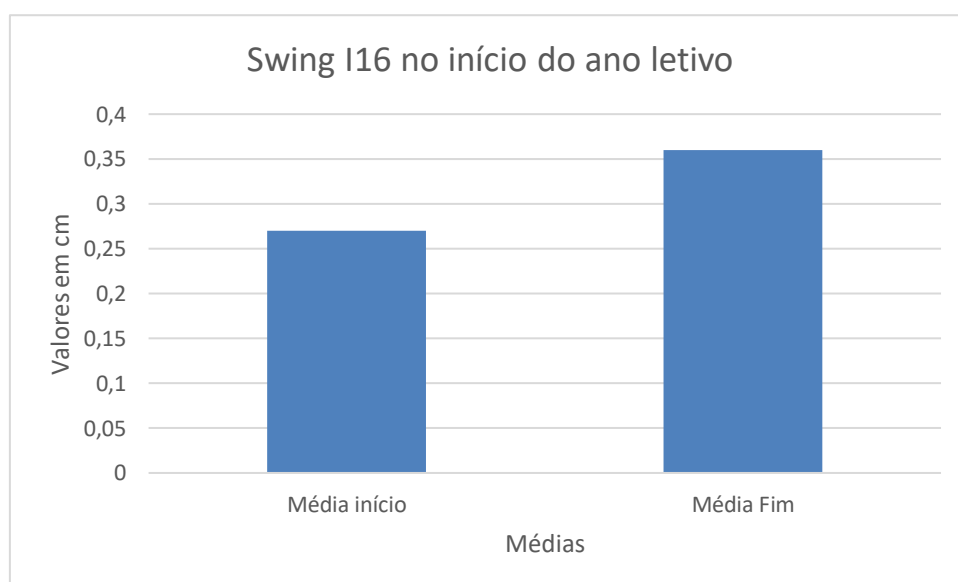


Figura 190 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do Swing do início e fim do ensaio para o I16 no início do ano letivo.

Anexo B – Termografia

Anexo B – Fim do ano letivo

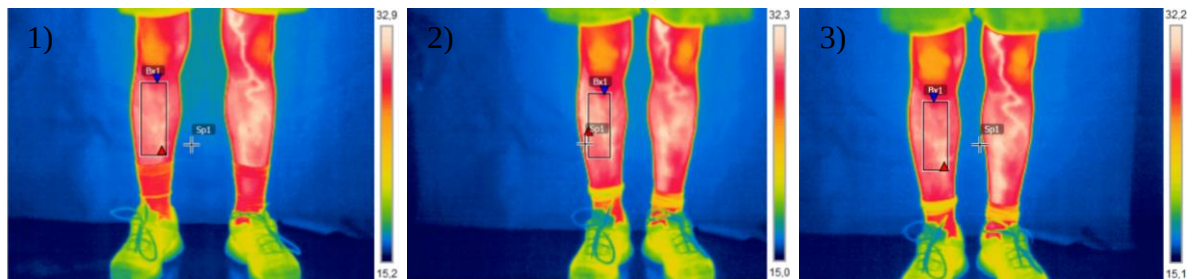


Figura 191 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I2 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

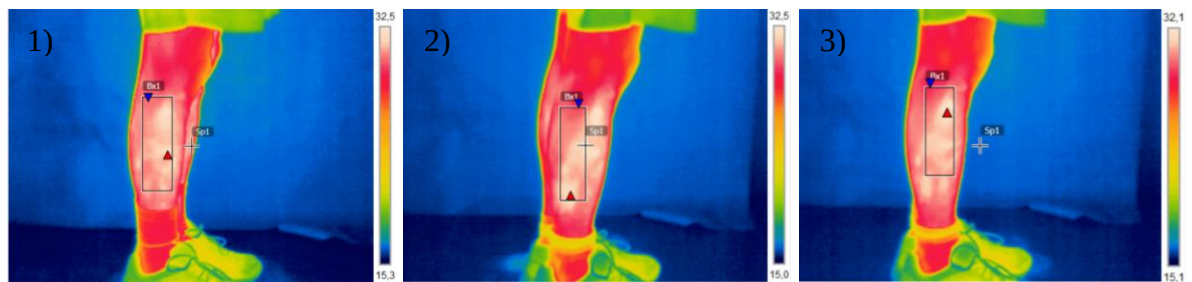


Figura 192 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I2 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

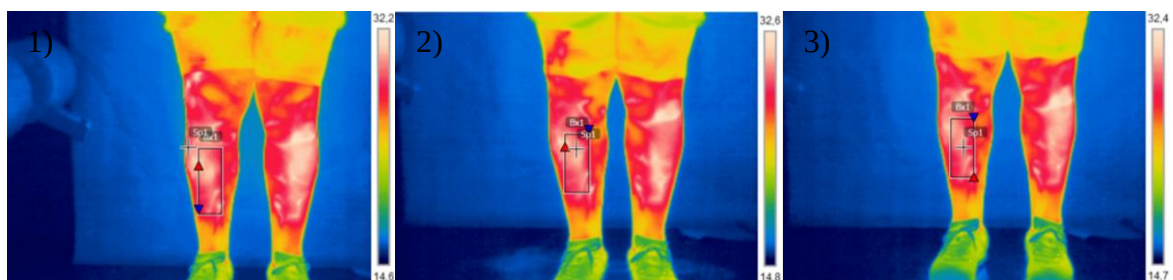


Figura 193 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I3 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

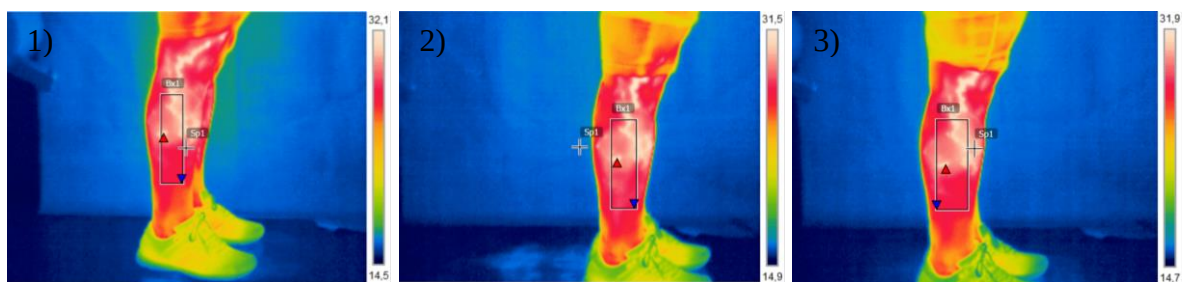


Figura 194 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I3 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.



Figura 195 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I4 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

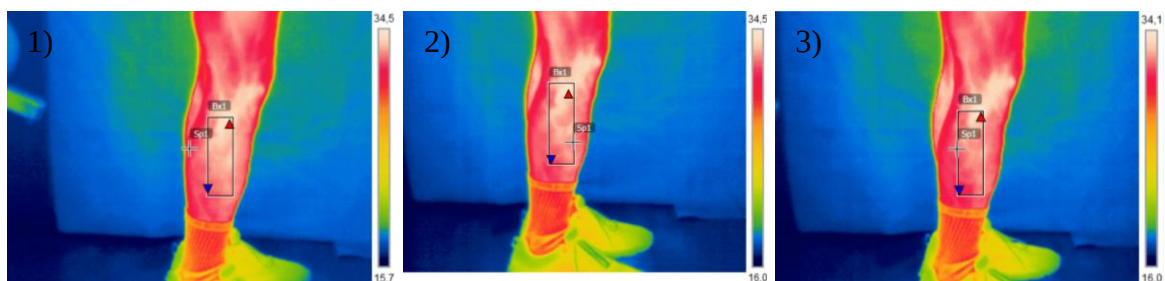


Figura 196 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I4 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

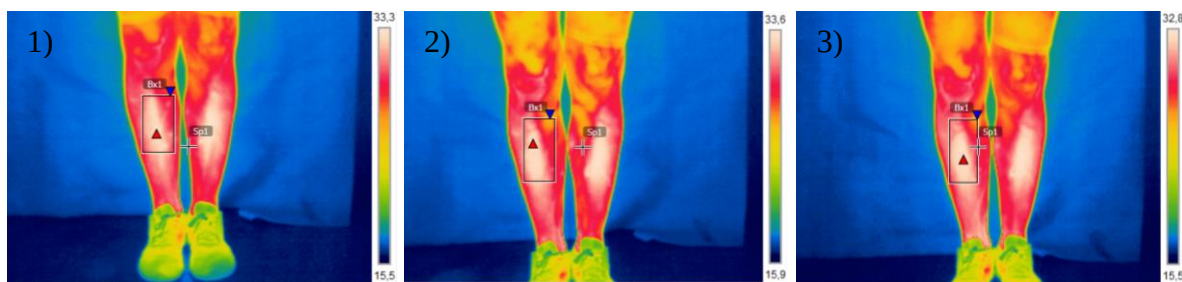


Figura 197 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I5 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

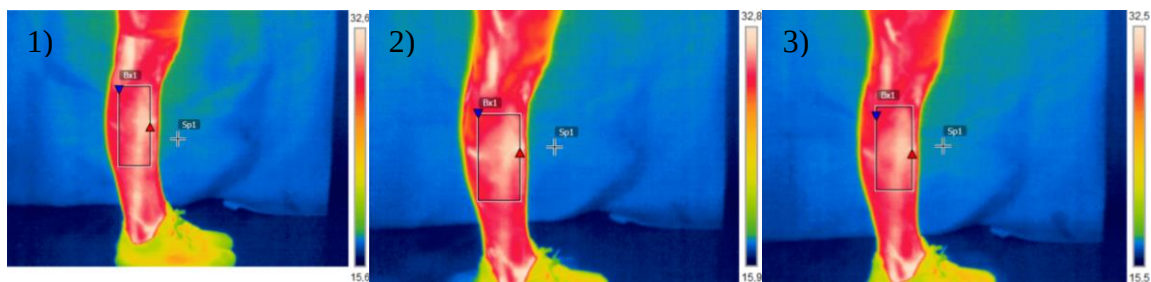


Figura 198 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I5 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

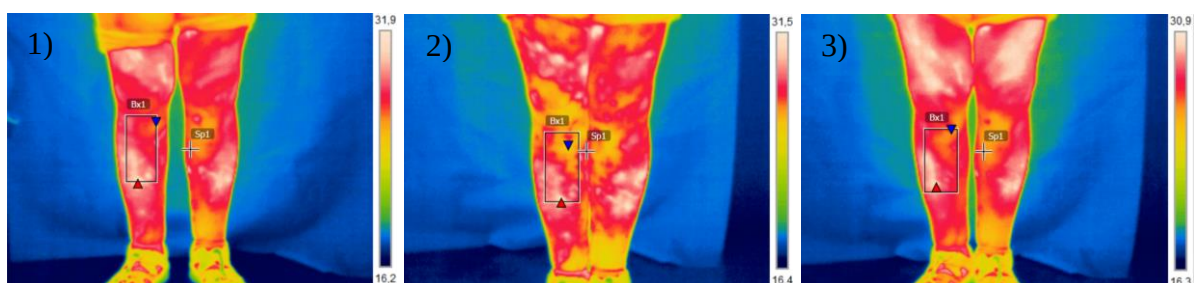


Figura 199 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I6 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

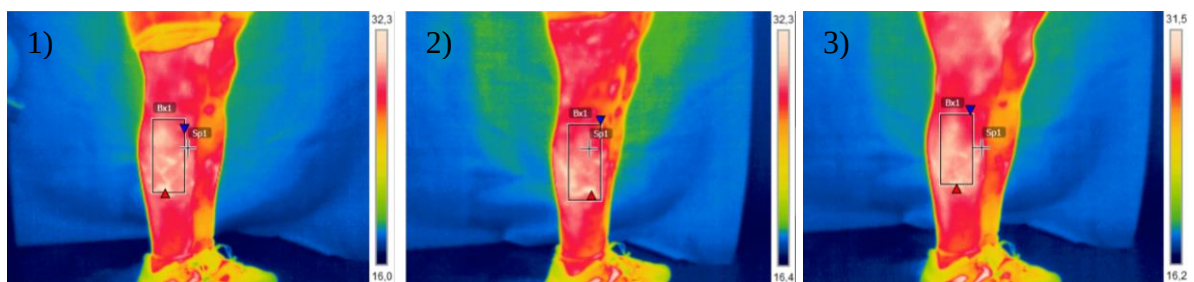


Figura 200 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I6 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

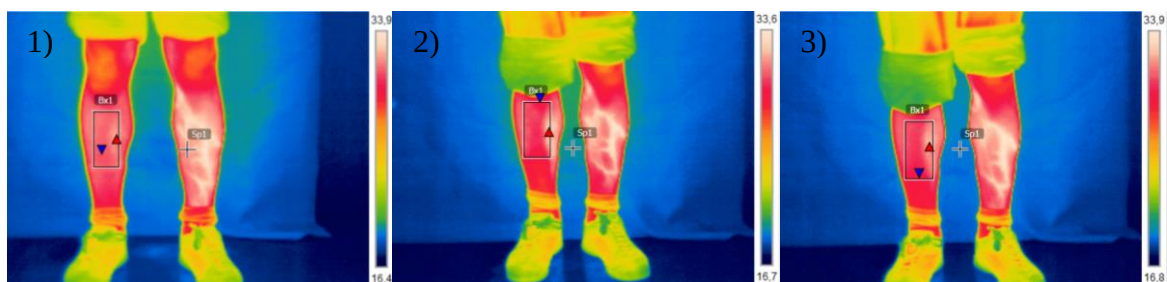


Figura 201 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I7 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

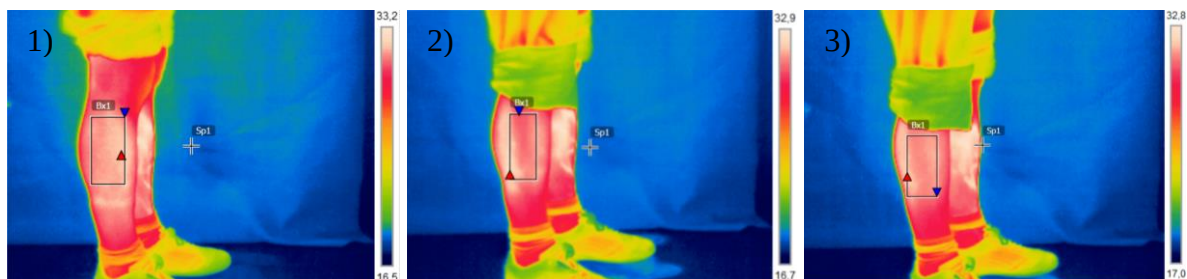


Figura 202 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I7 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

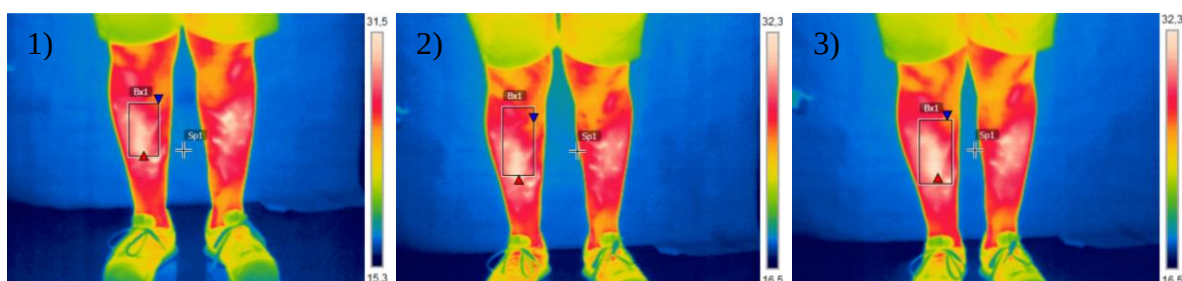


Figura 203 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I8 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

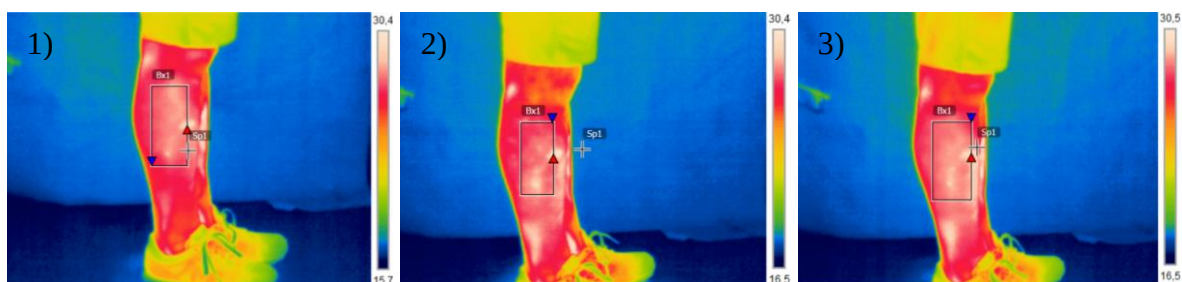


Figura 204 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I8 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

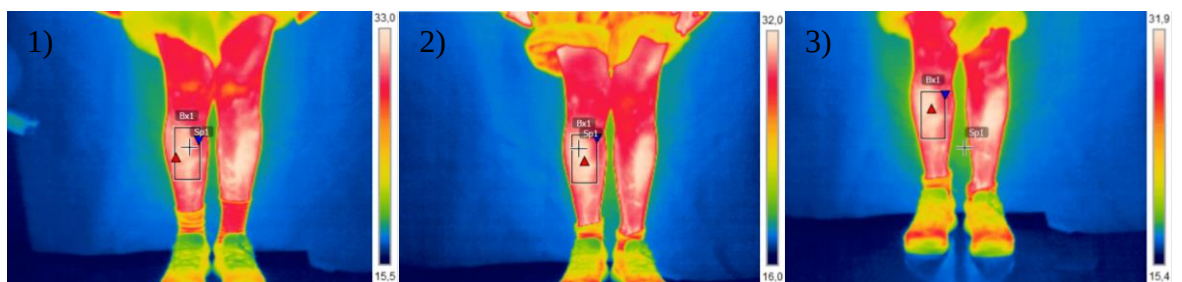


Figura 205 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I9 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

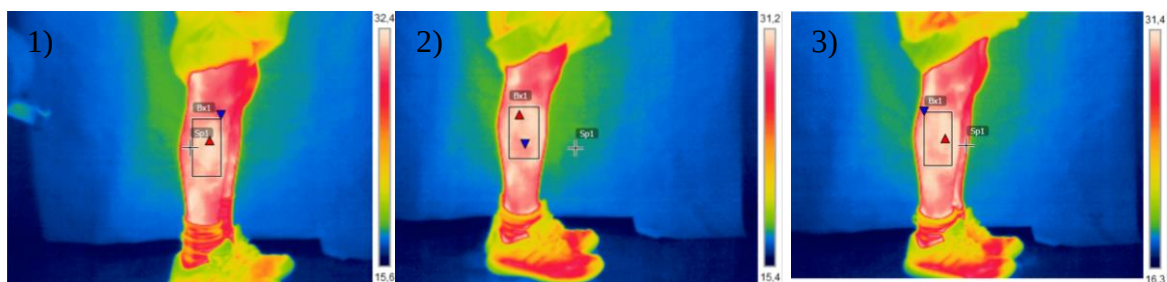


Figura 206 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I9 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

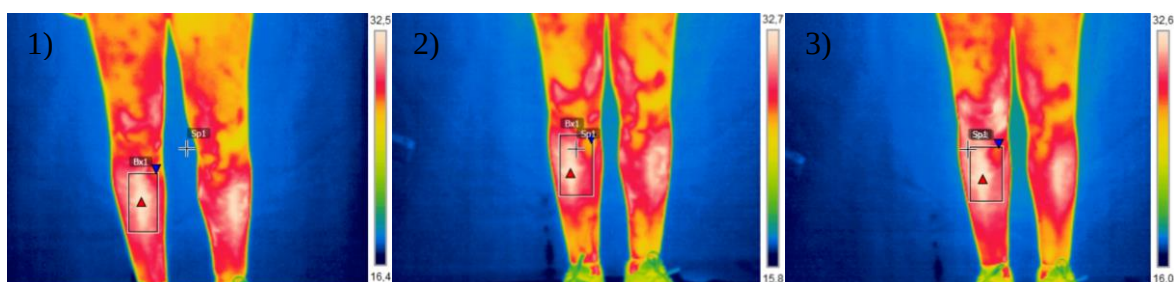


Figura 207 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I10 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

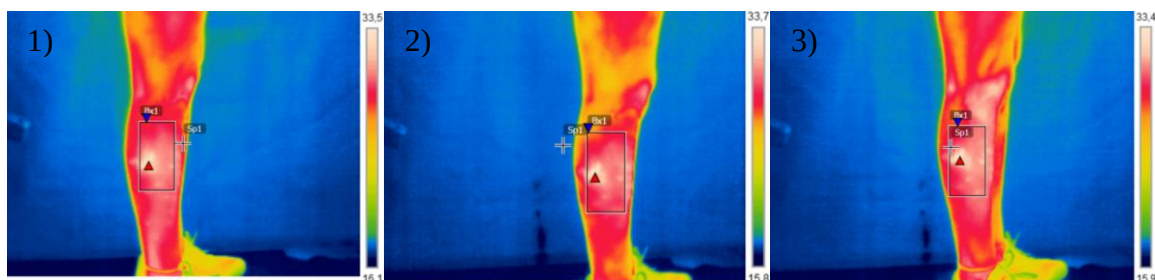


Figura 208 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I10 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

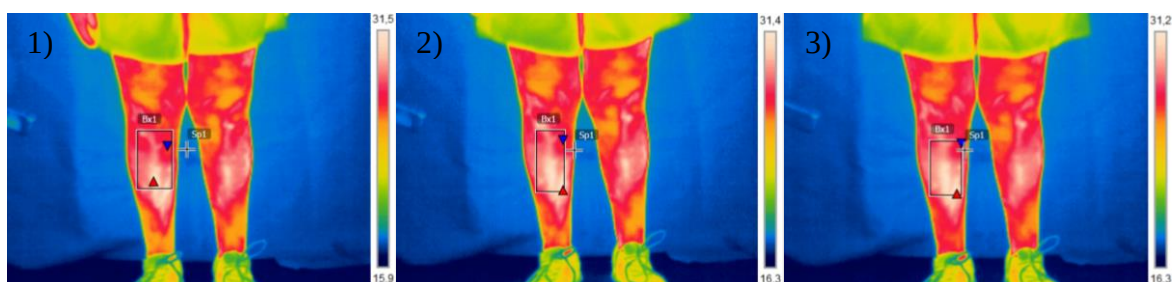


Figura 209 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I11 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

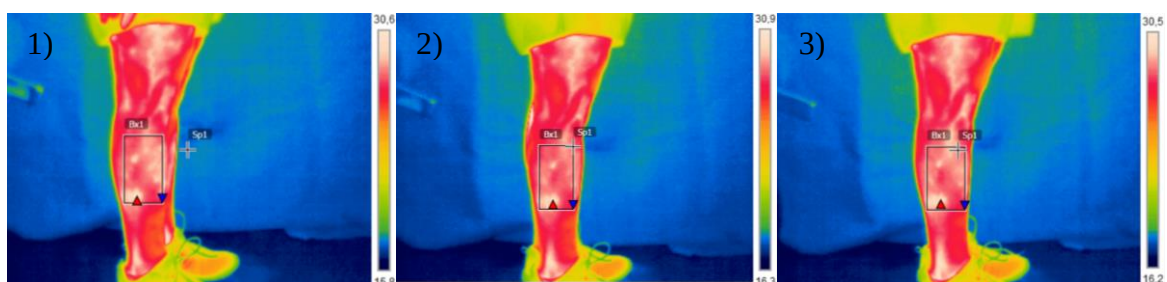


Figura 210 - Análise termográfica realizada no fim do ano letivo à perna do I11 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

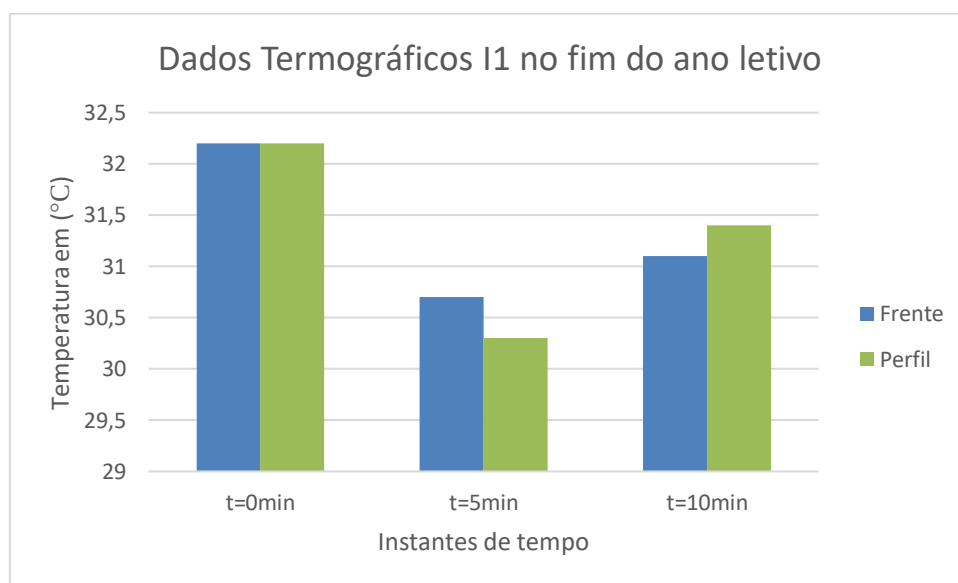


Figura 211 - Valores termográficos do I1 no fim do ano letivo.

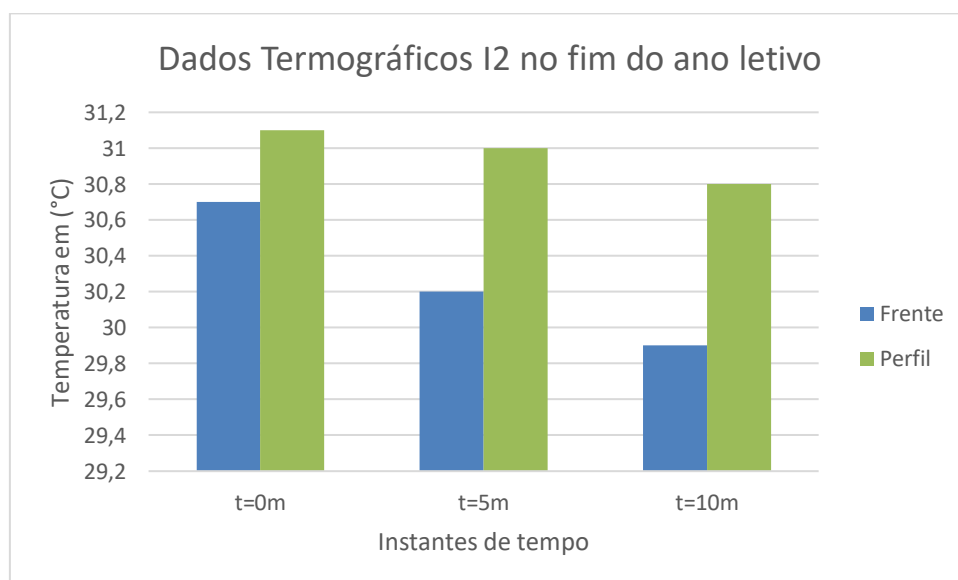


Figura 212 - Valores termográficos do I2 no fim do ano letivo.

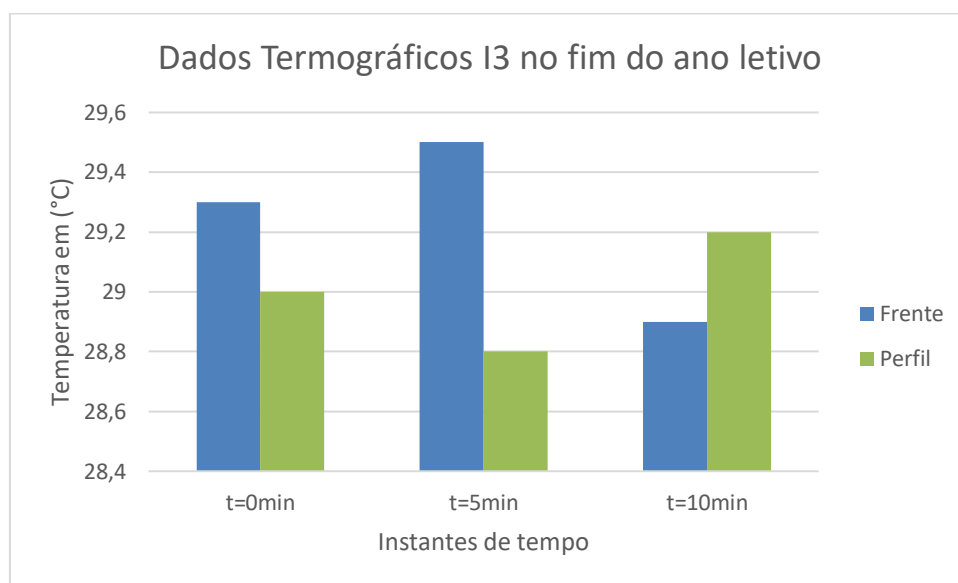


Figura 213 - Valores termográficos do I3 no fim do ano letivo.

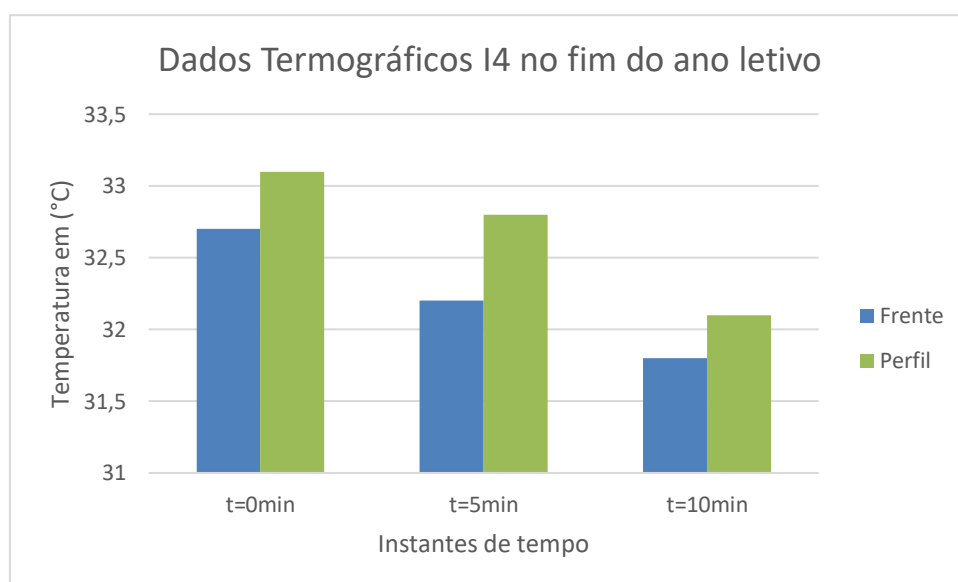


Figura 214 - Valores termográficos do I4 no fim do ano letivo.

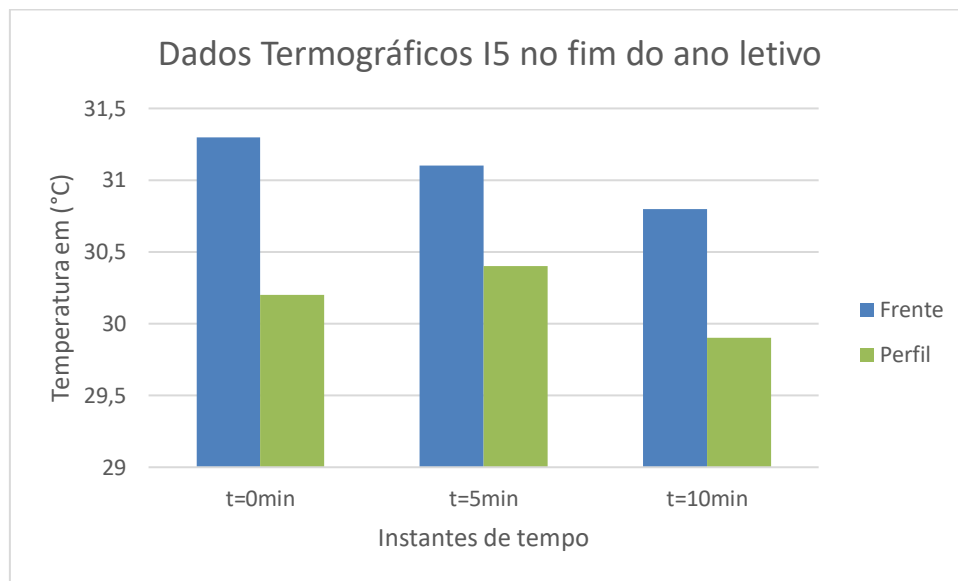


Figura 215 - Valores termográficos do I5 no fim do ano letivo.

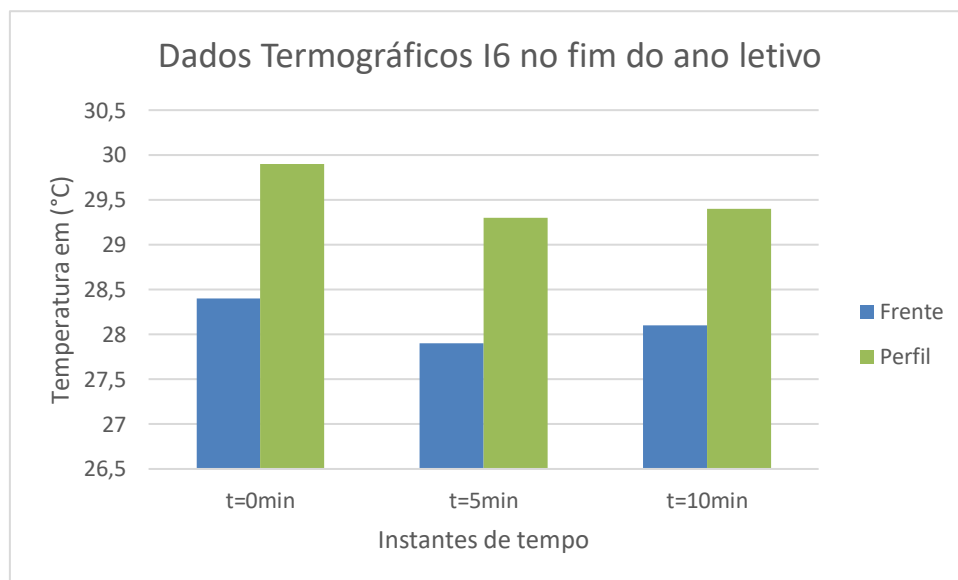


Figura 216 - Valores termográficos do I6 no fim do ano letivo.

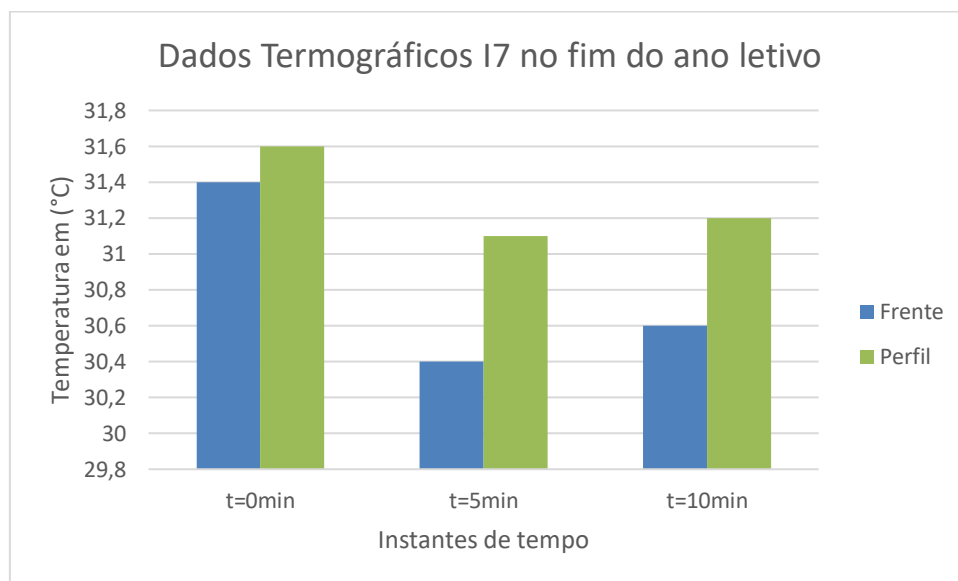


Figura 217 - Valores termográficos do I7 no fim do ano letivo.

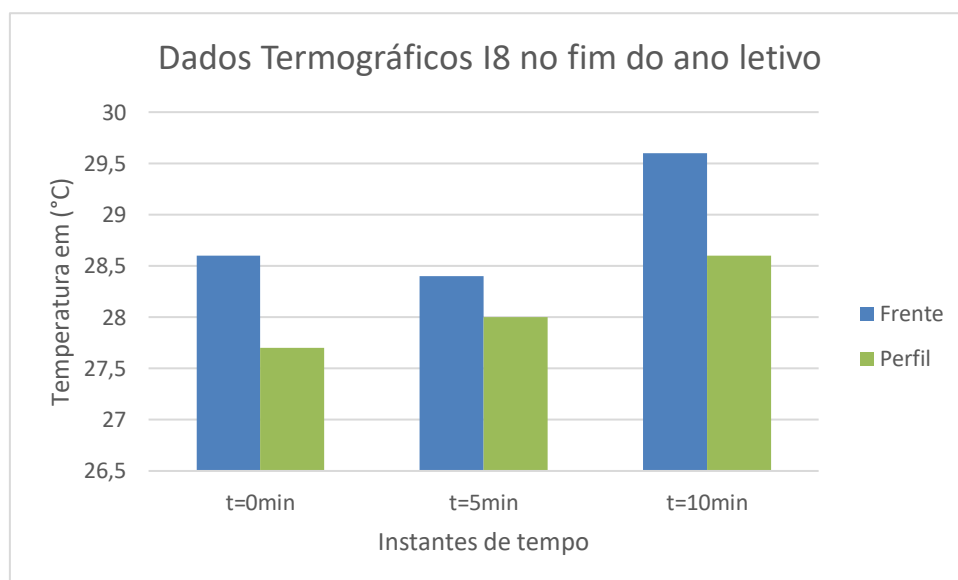


Figura 218 - Valores termográficos do I8 no fim do ano letivo.

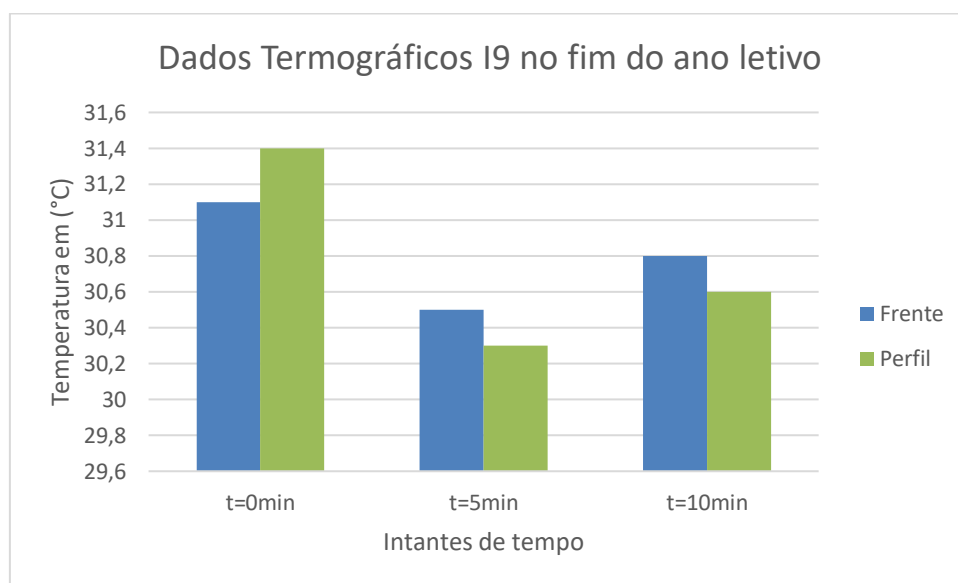


Figura 219 - Valores termográficos do I9 no fim do ano letivo.

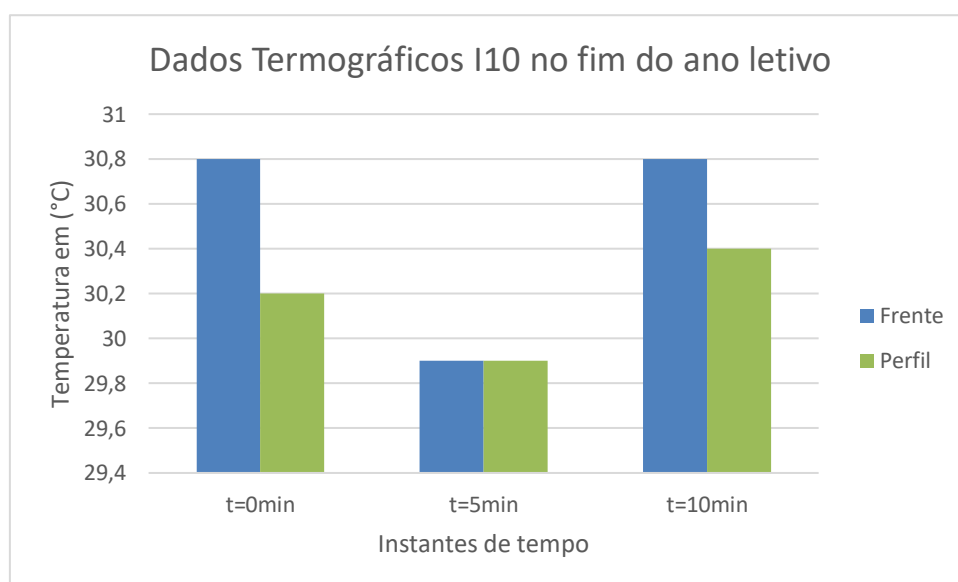


Figura 220 - Valores termográficos do I10 no fim do ano letivo.

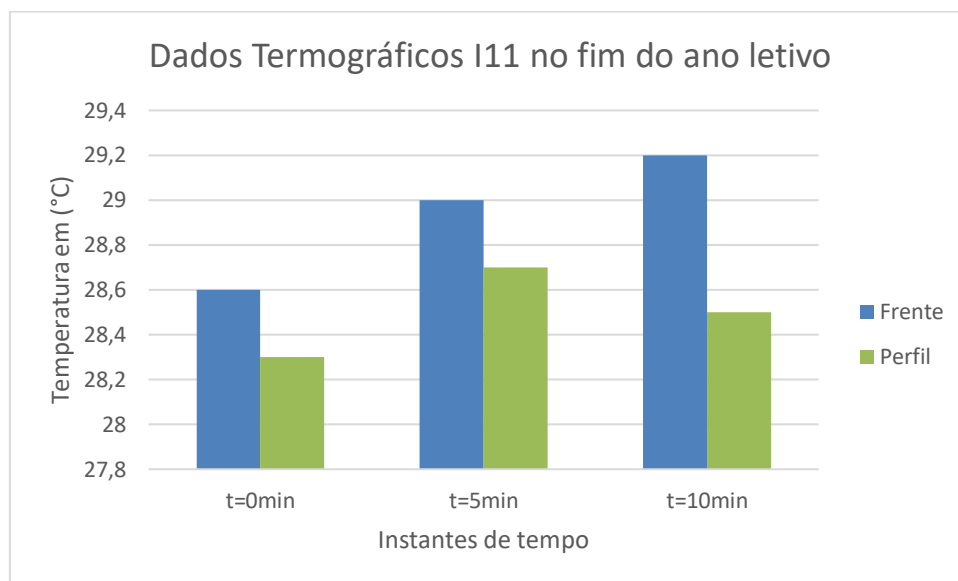


Figura 221 - Valores termográficos do I11 no fim do ano letivo.

Anexo B – Início do ano letivo

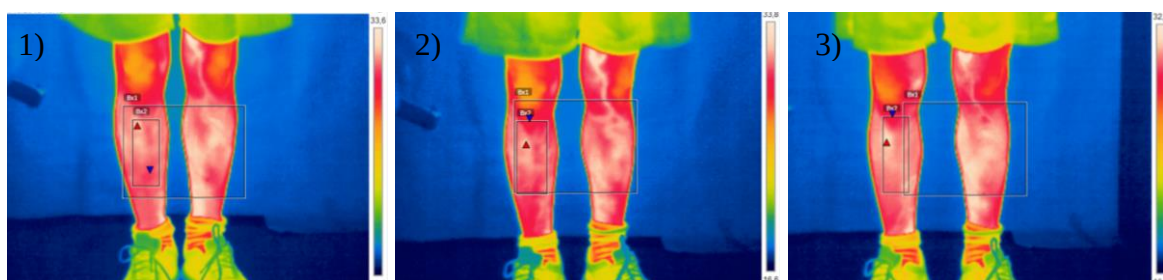


Figura 222 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I2 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

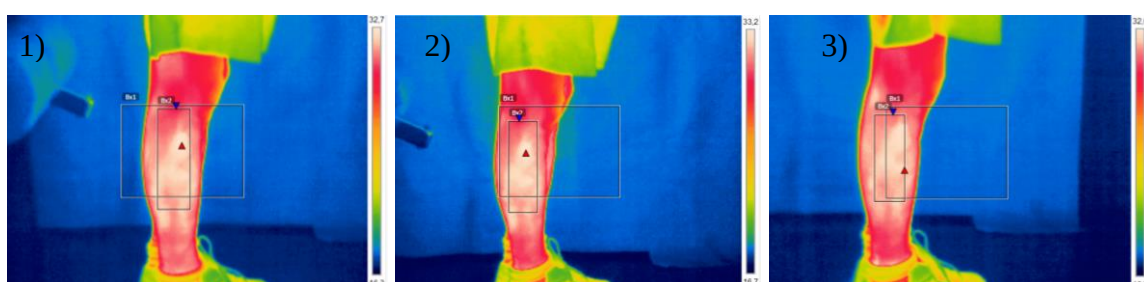


Figura 223 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I2 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

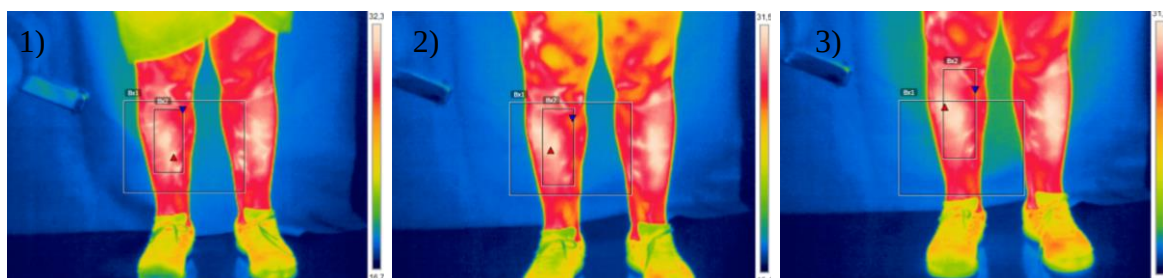


Figura 224 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I3 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

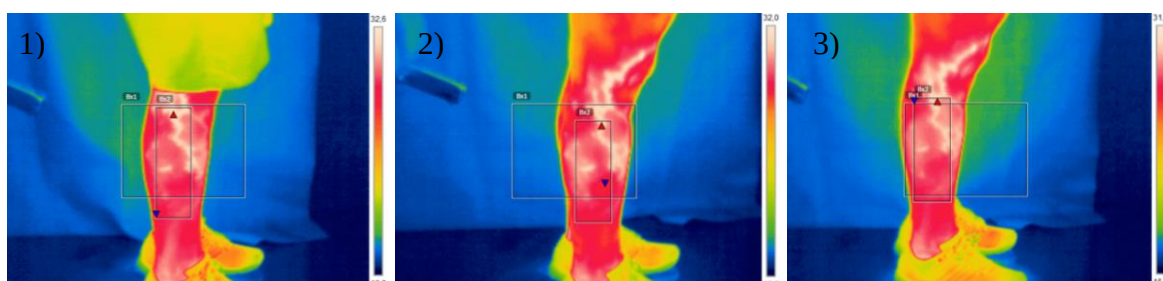


Figura 225 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I3 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.



Figura 226 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I4 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

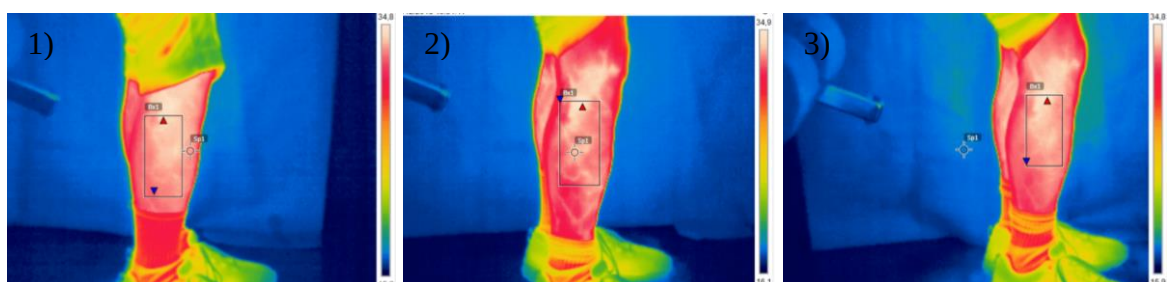


Figura 227 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I4 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

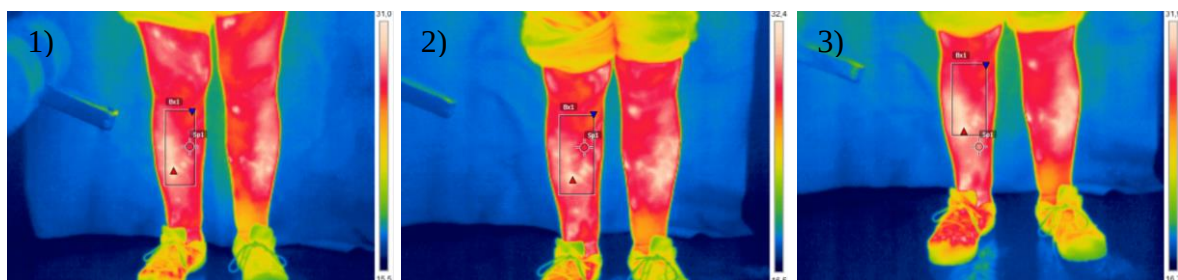


Figura 228 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I6 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

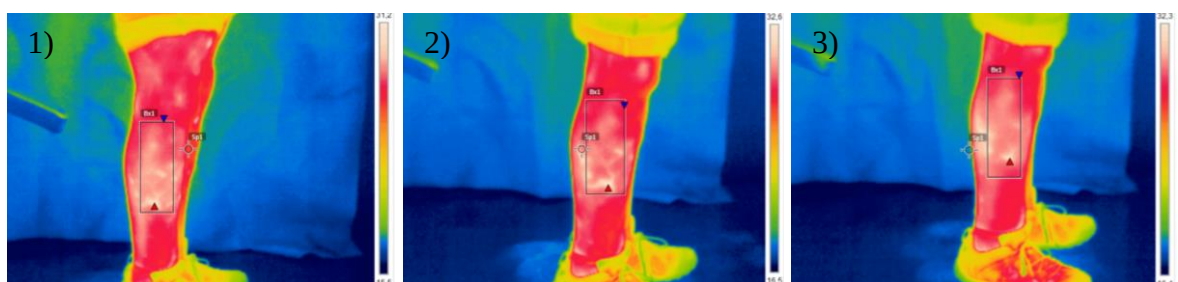


Figura 229 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I6 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

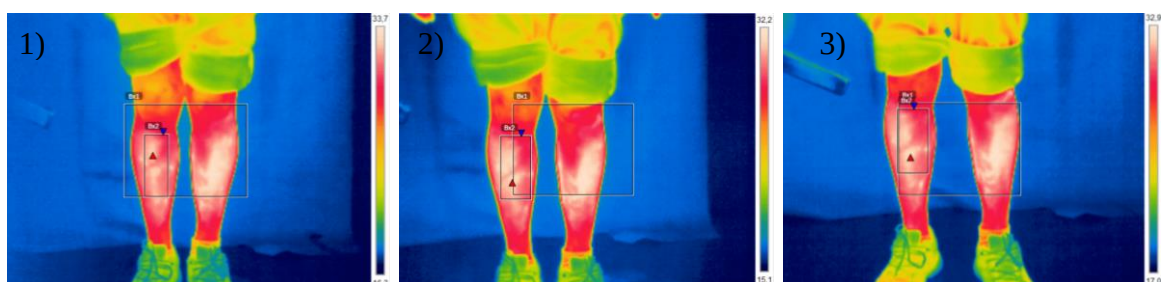


Figura 230 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I9 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

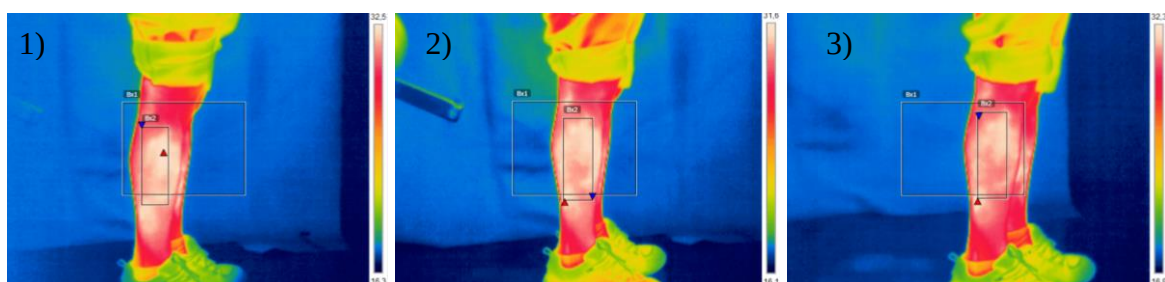


Figura 231 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I9 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

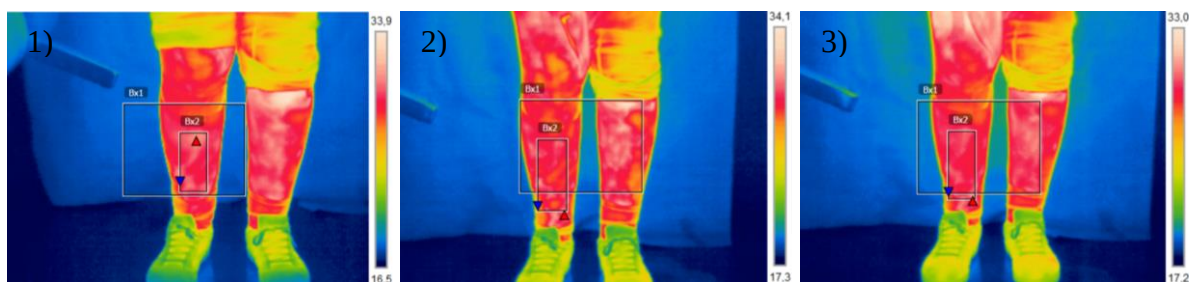


Figura 232 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I12 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

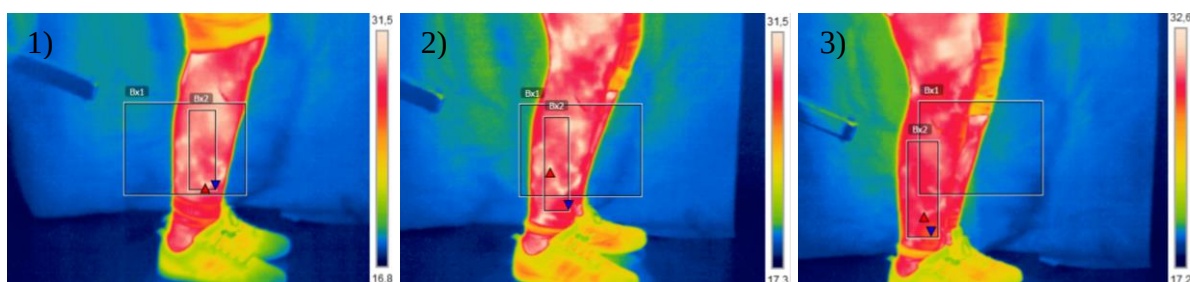


Figura 233 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I12 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

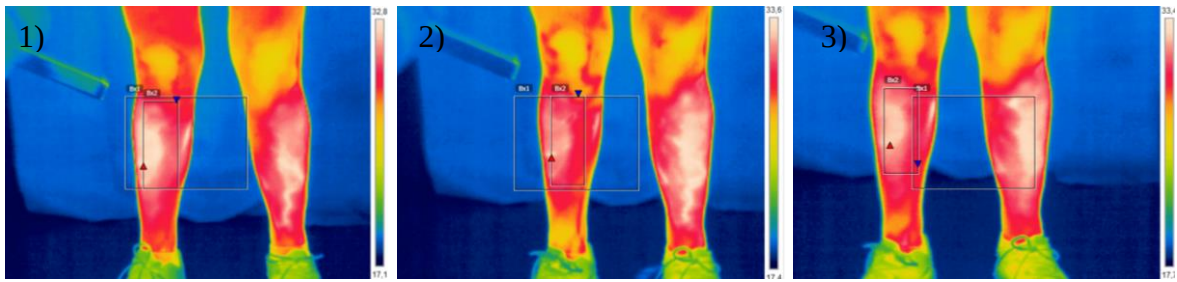


Figura 234 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I13 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

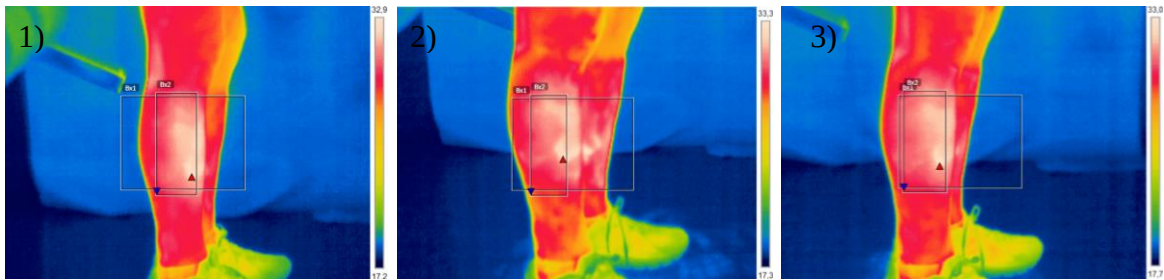


Figura 235 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I13 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

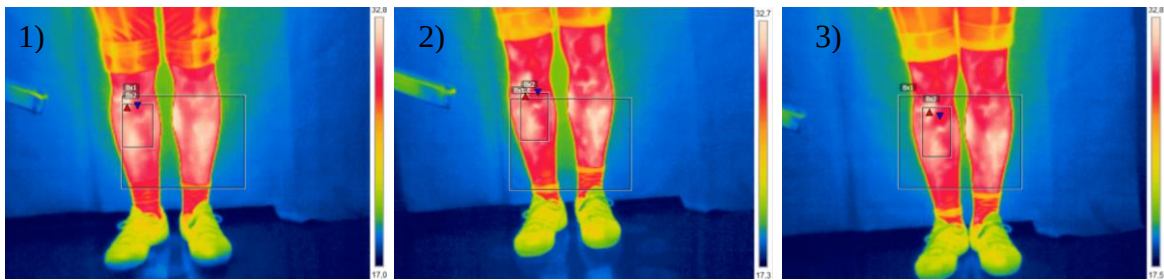


Figura 236 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I14 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

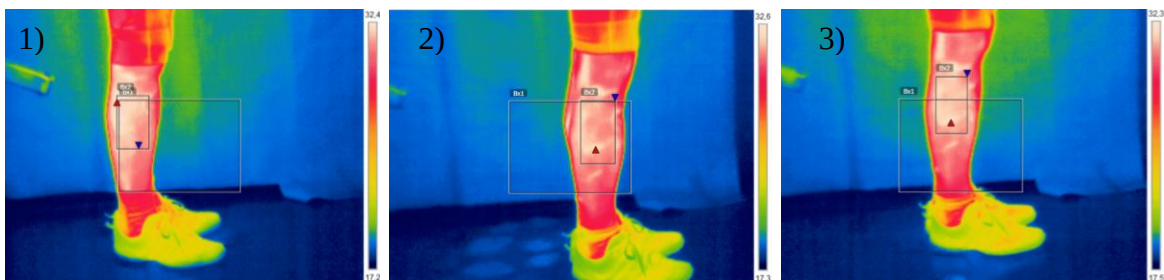


Figura 237 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I14 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

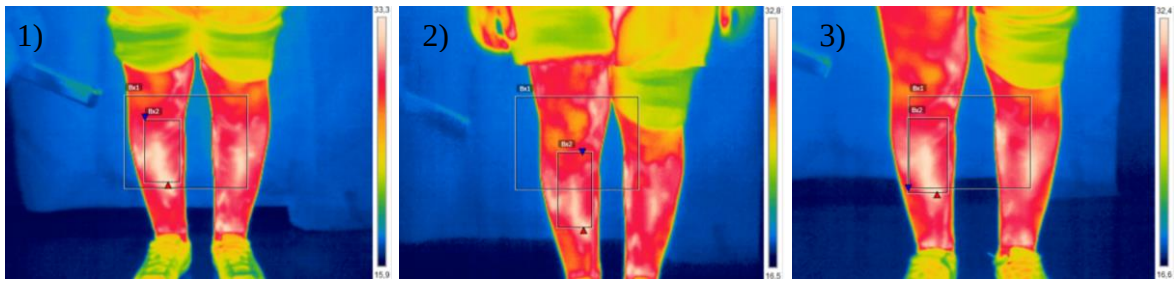


Figura 238 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I15 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

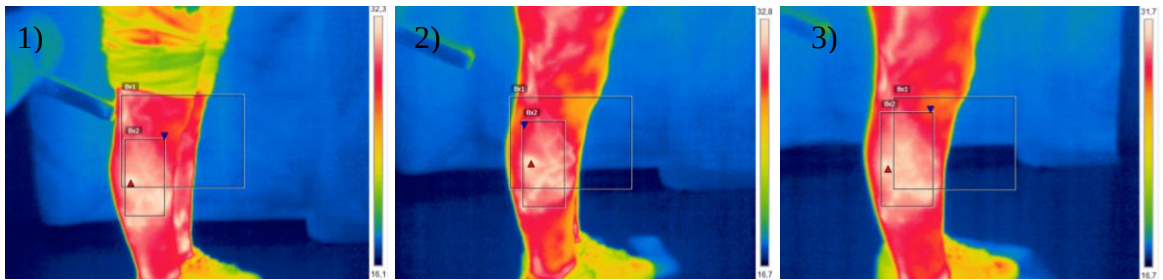


Figura 239 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I15 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

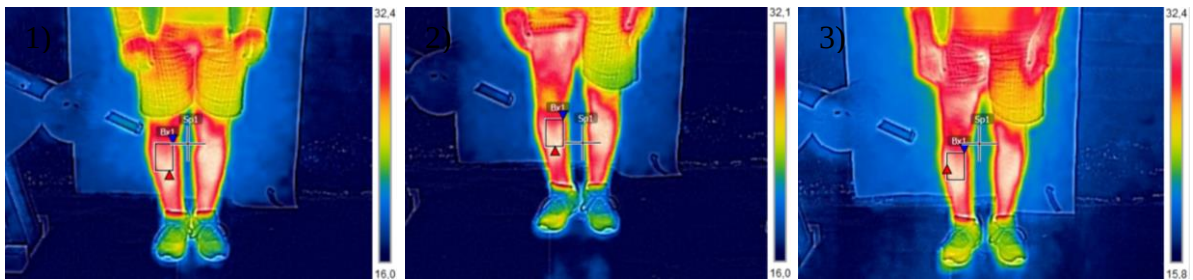


Figura 240 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I16 quando este se encontra de frente para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

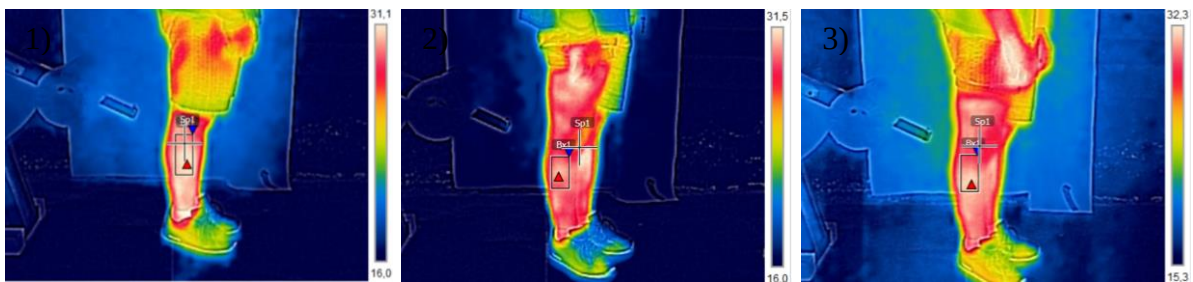


Figura 241 - Análise termográfica realizada no início do ano letivo à perna do I16 quando este se encontra de perfil para a câmara nos instantes 1) $t=0\text{min}$ 2) $t=5\text{min}$ e 3) $t=10\text{min}$.

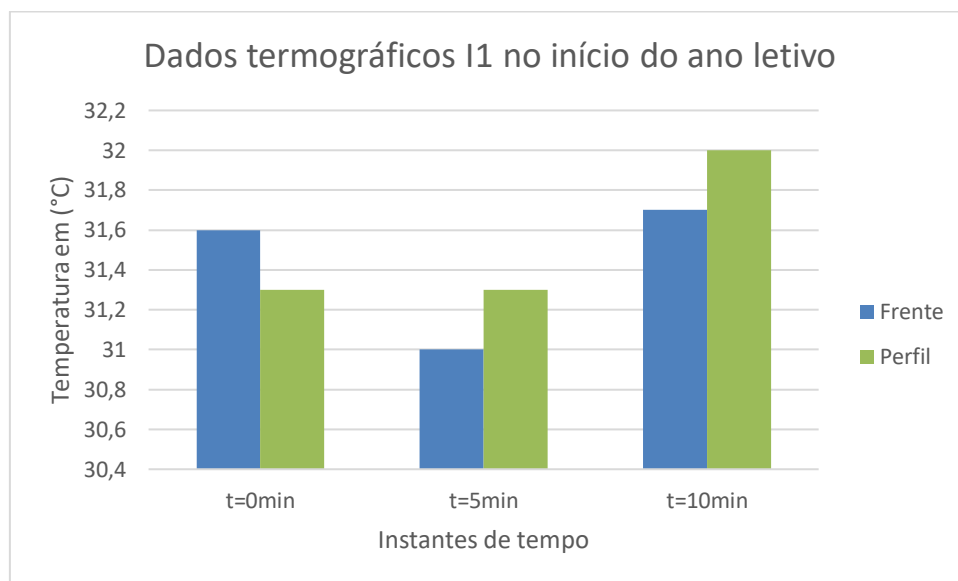


Figura 242 - Valores termográficos do I1 no início do ano letivo.

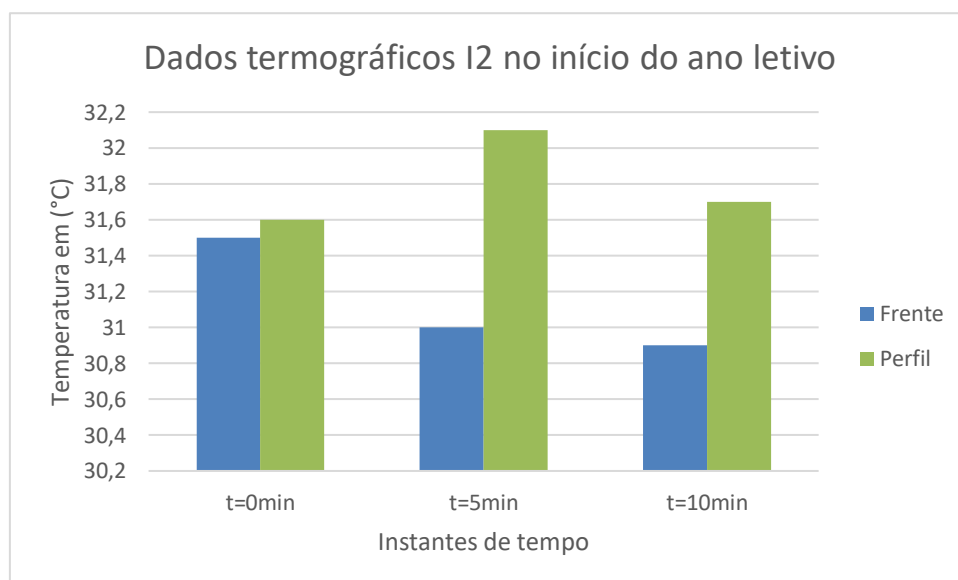


Figura 243 - Valores termográficos do I2 no início do ano letivo.

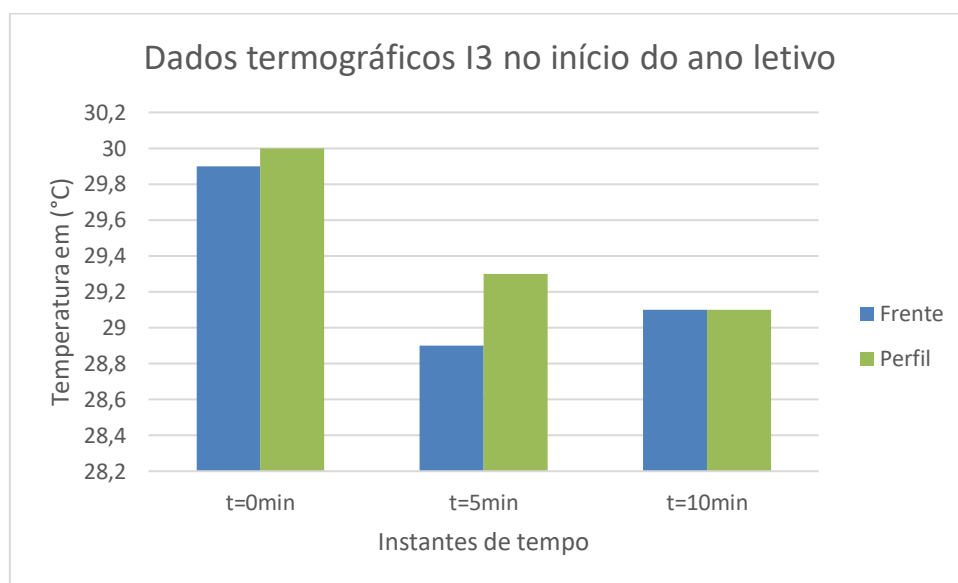


Figura 244 - Valores termográficos do I3 no início do ano letivo.

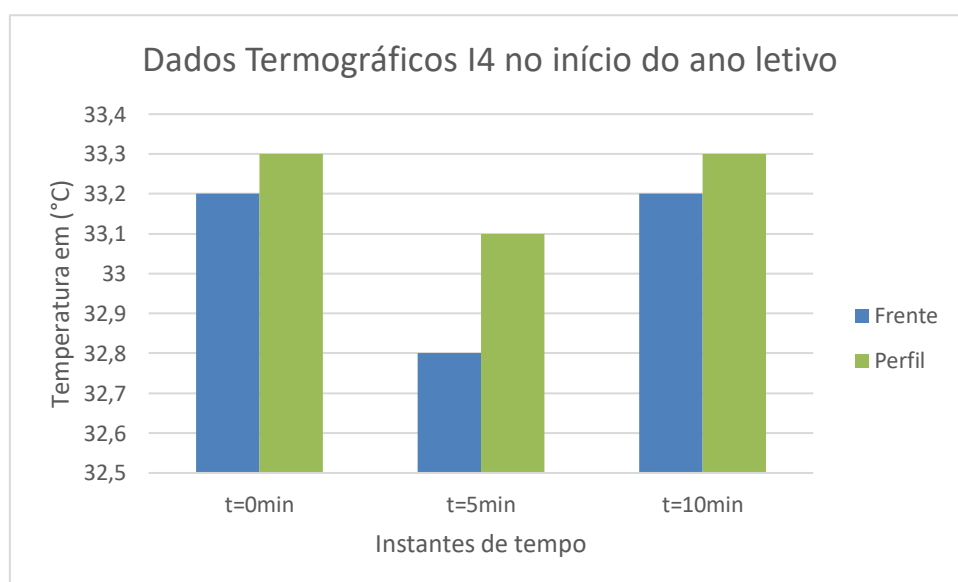


Figura 245 - Valores termográficos do I4 no início do ano letivo.

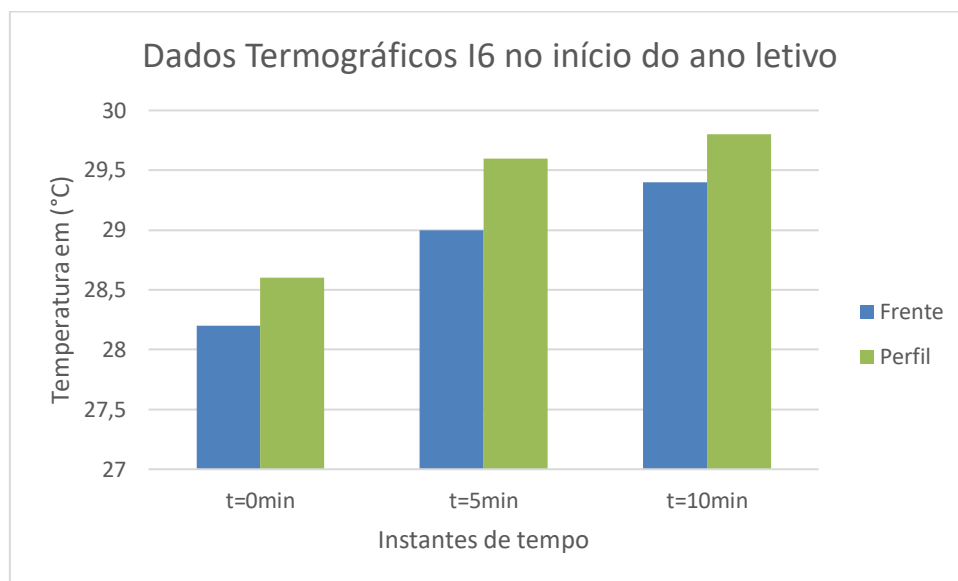


Figura 246 - Valores termográficos do I6 no início do ano letivo.

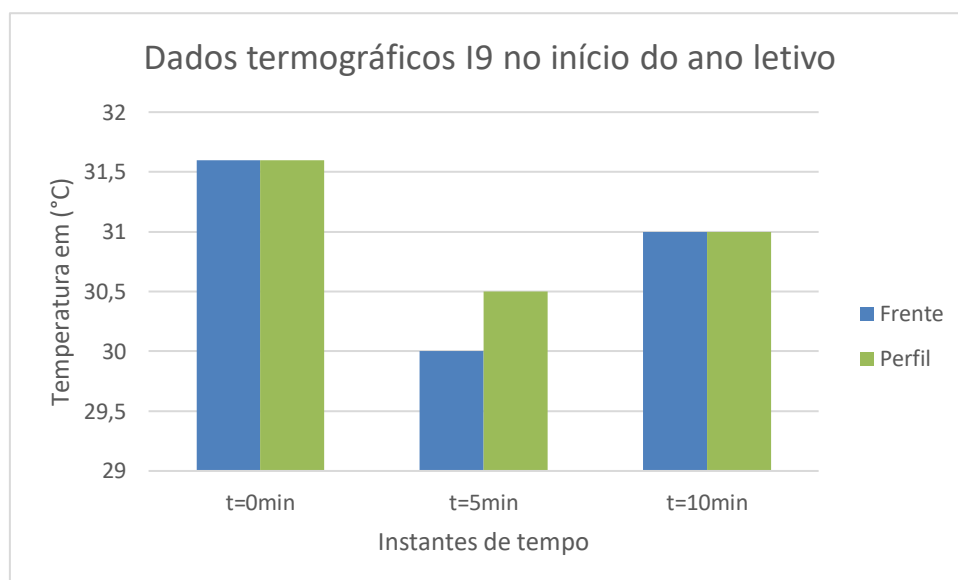


Figura 247 - Valores termográficos do I9 no início do ano letivo.

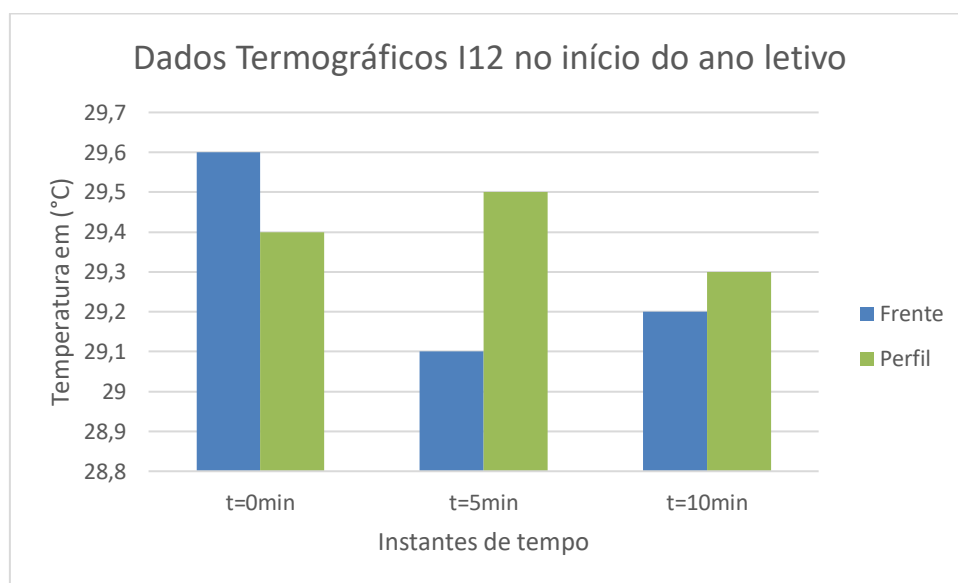


Figura 248 - Valores termográficos do I12 no início do ano letivo.

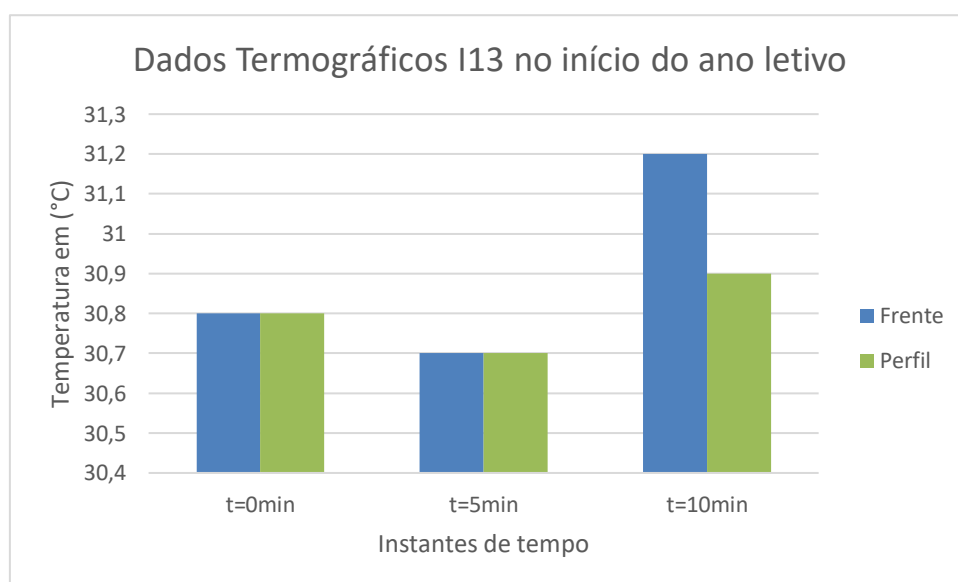


Figura 249 - Valores termográficos do I13 no início do ano letivo.

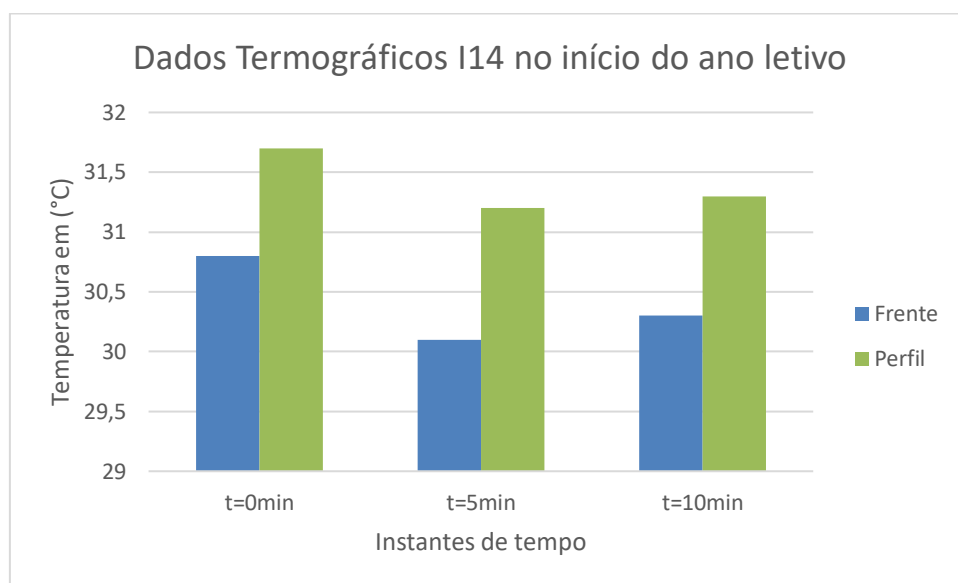


Figura 250 - Valores termográficos do I14 no início do ano letivo.

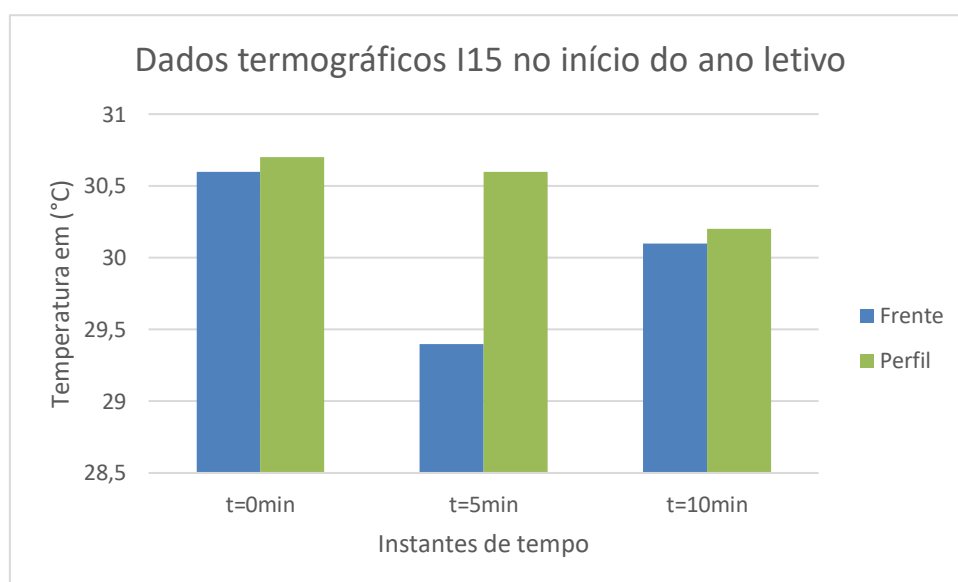


Figura 251 - Valores termográficos do I15 no início do ano letivo.

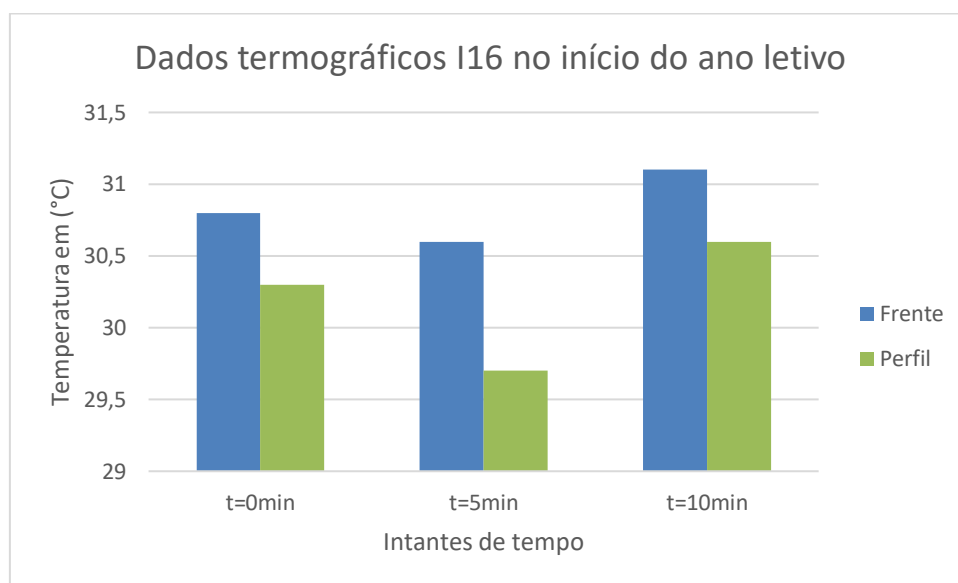


Figura 252 - Valores termográficos do I16 no início do ano letivo.

Anexo C – Eletromiografia

Anexo C – Fim do ano letivo

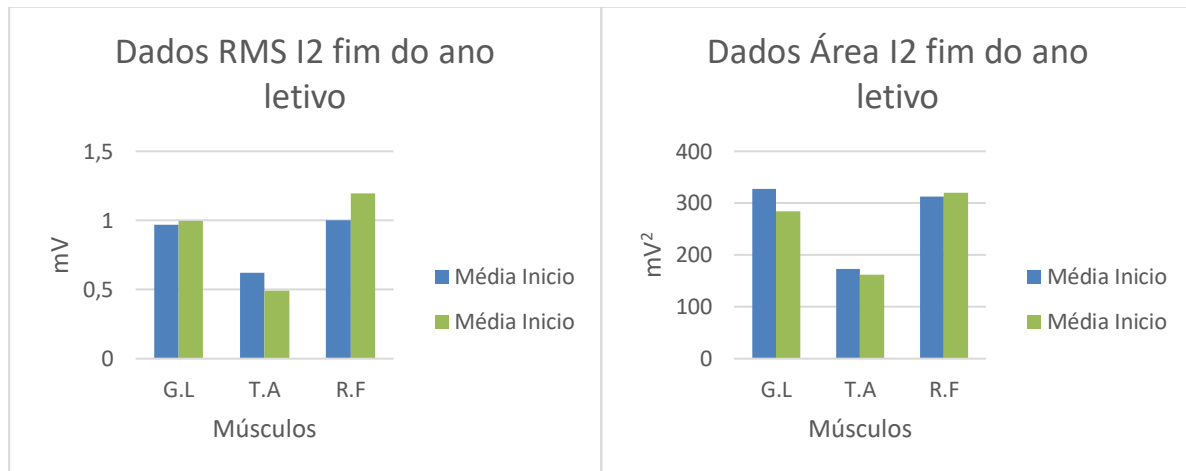


Figura 253 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I2 no fim do ano letivo.

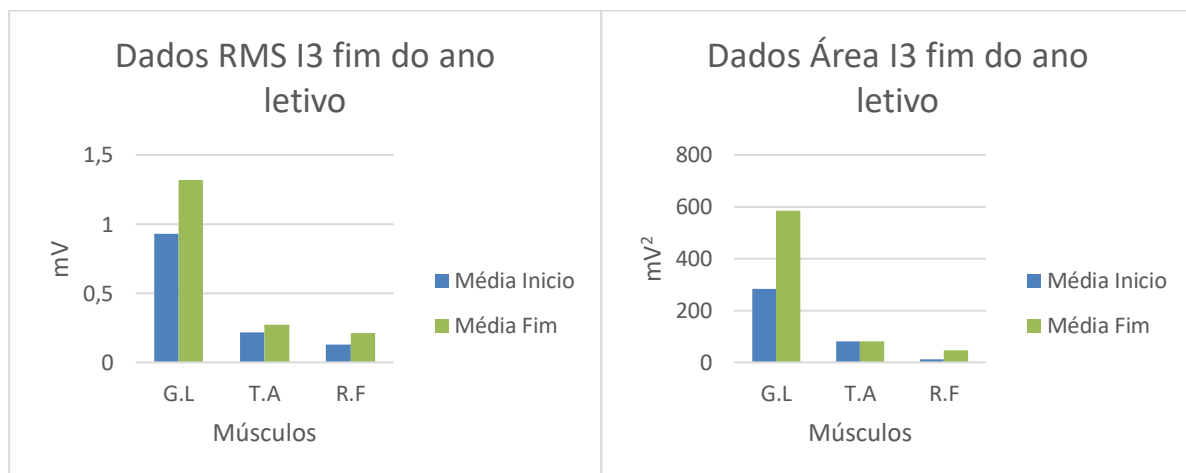


Figura 254 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I3 no fim do ano letivo.

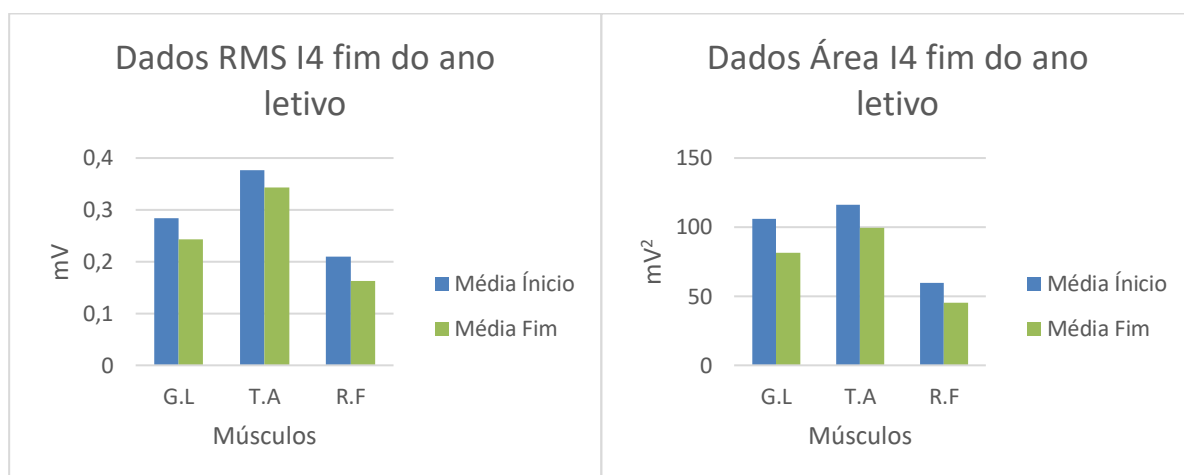


Figura 255 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I4 no fim do ano letivo.

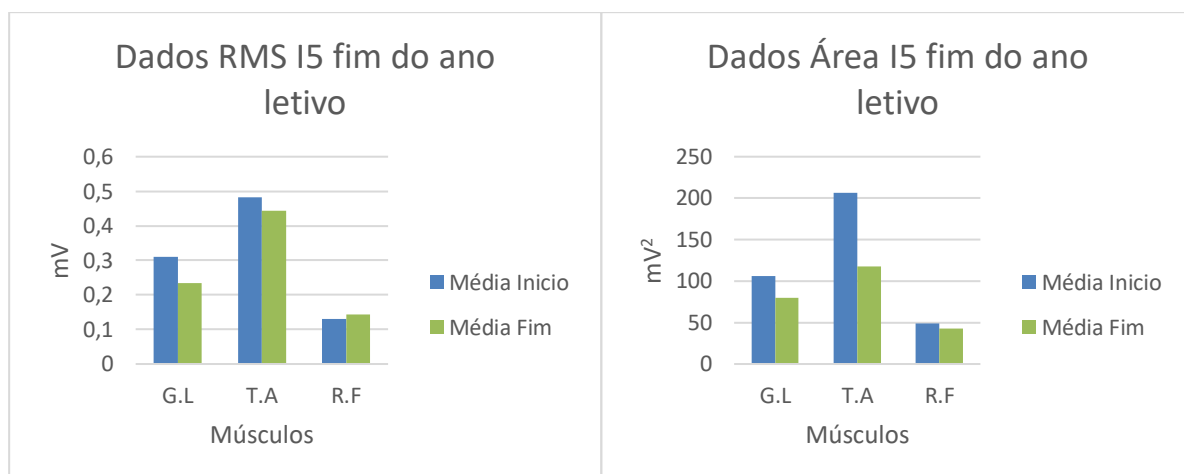


Figura 256 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I5 no fim do ano letivo.

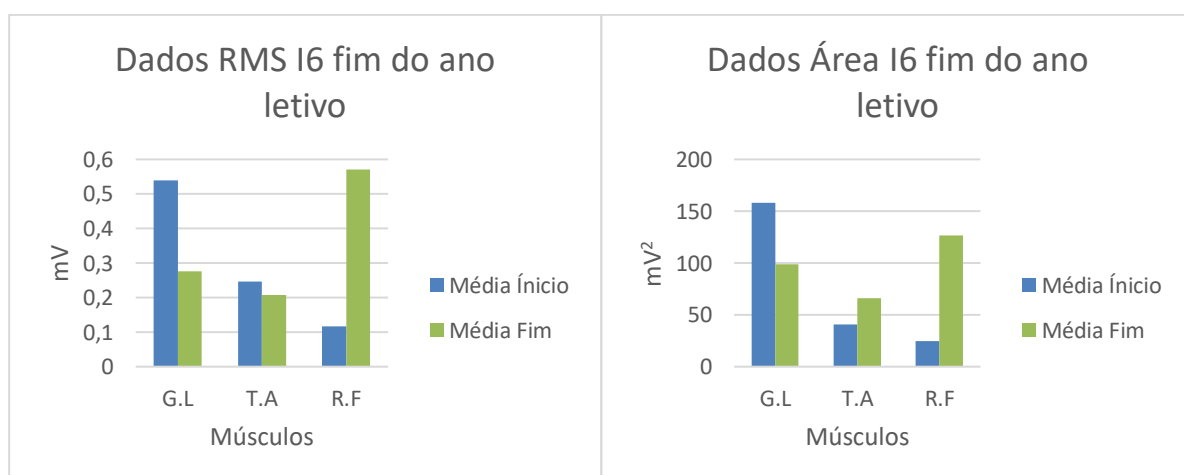


Figura 257 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I6 no fim do ano letivo.

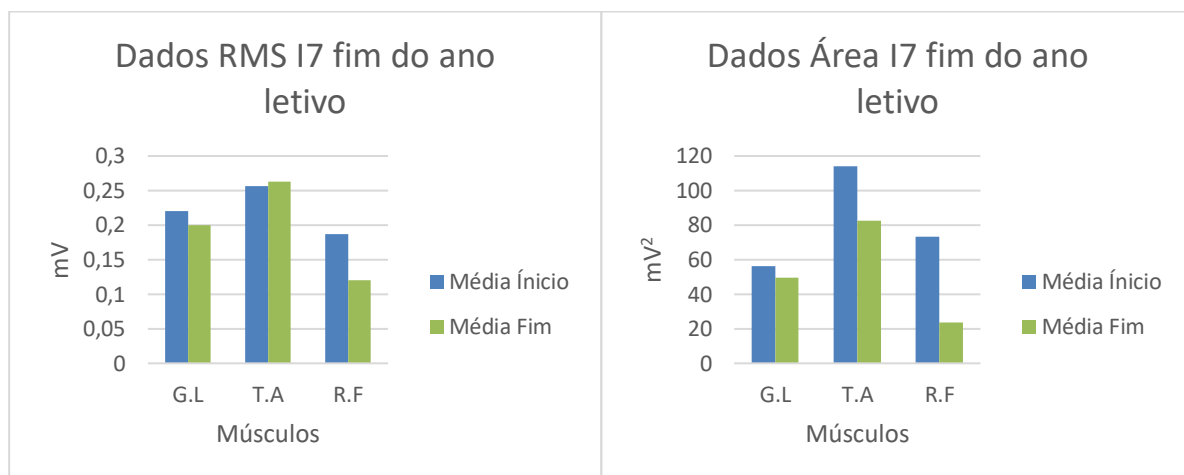


Figura 258 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I7 no fim do ano letivo.

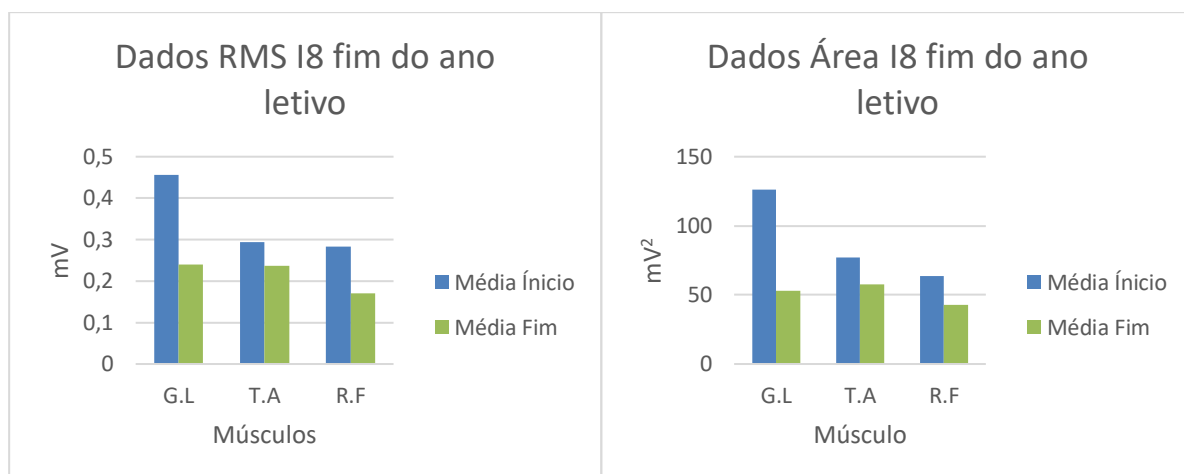


Figura 259 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I8 no fim do ano letivo.

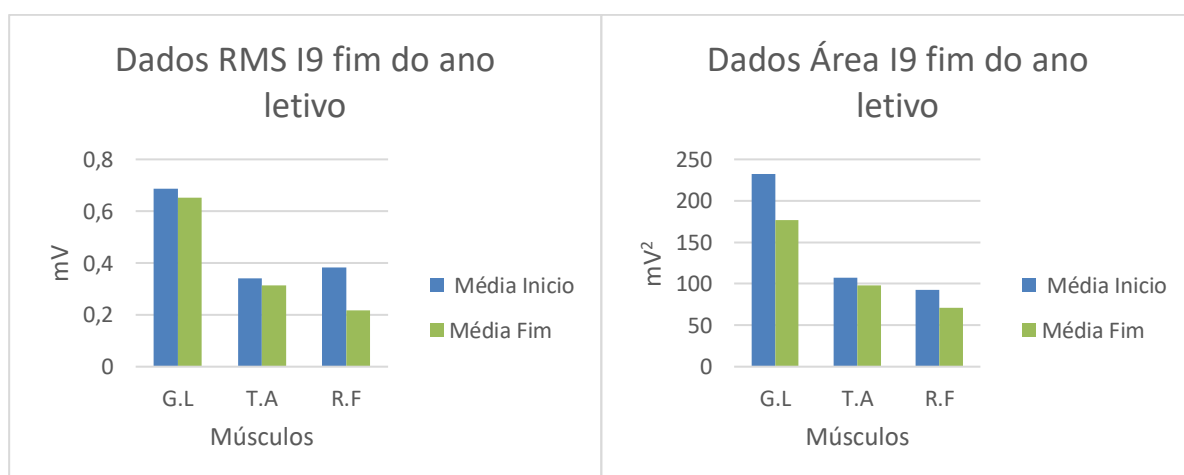


Figura 260 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I9 no fim do ano letivo.

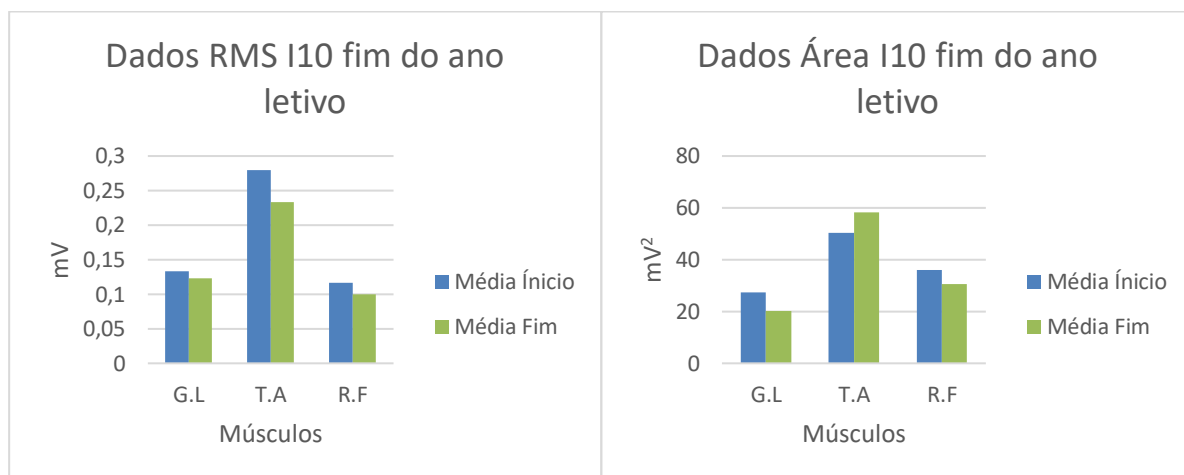


Figura 261 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I10 no fim do ano letivo.

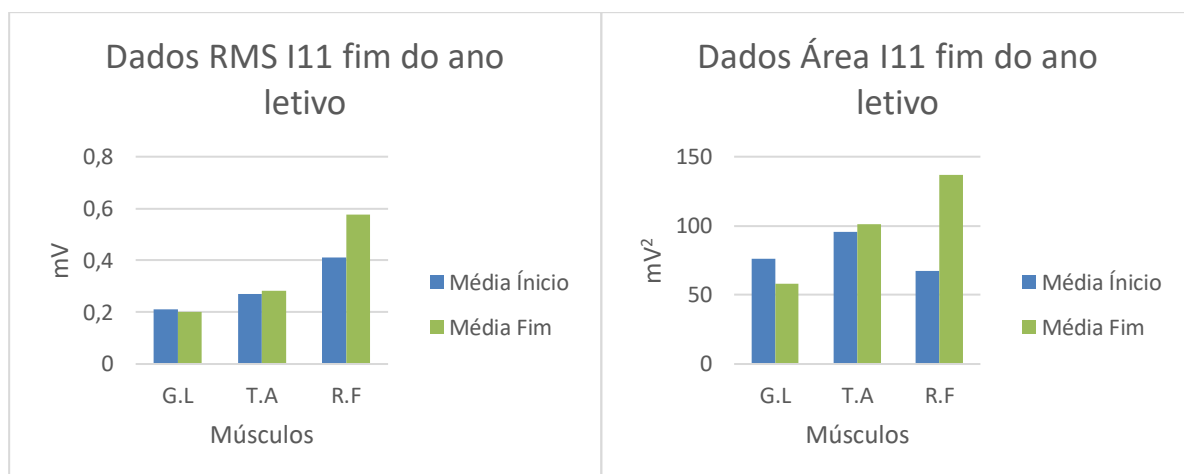


Figura 262 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I11 no fim do ano letivo.

Anexo C – Início do ano letivo

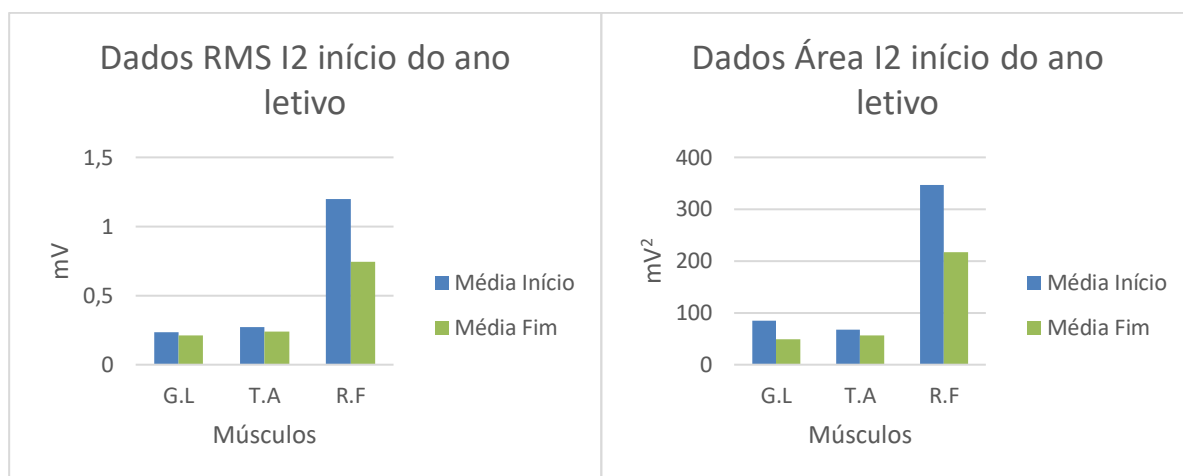


Figura 263 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I2 no início do ano letivo.

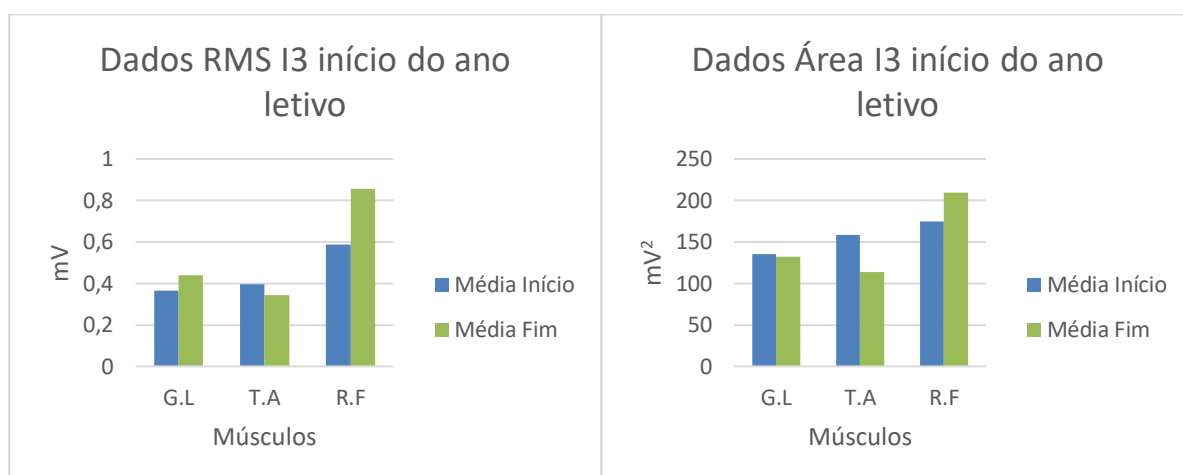


Figura 264 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I3 no início do ano letivo.

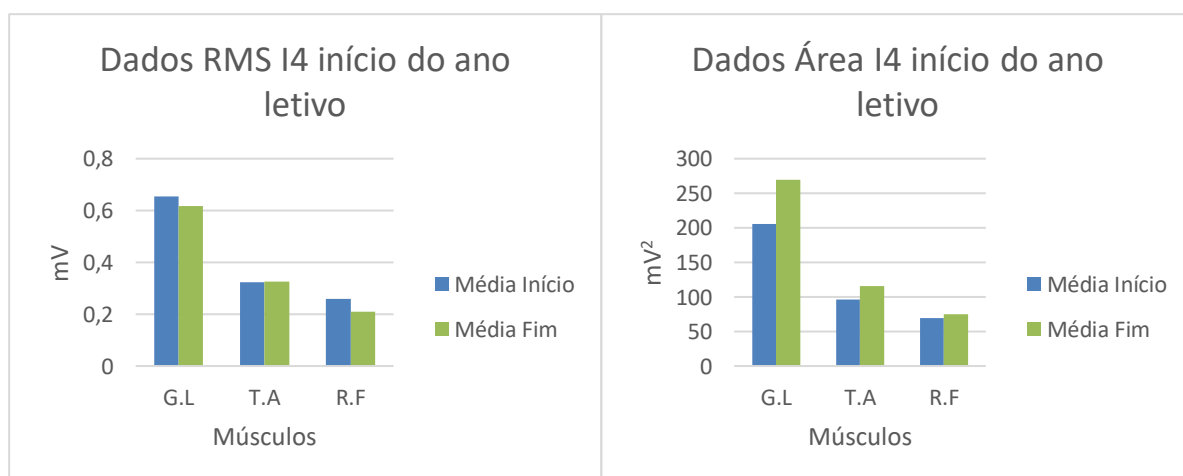


Figura 265 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I4 no início do ano letivo.

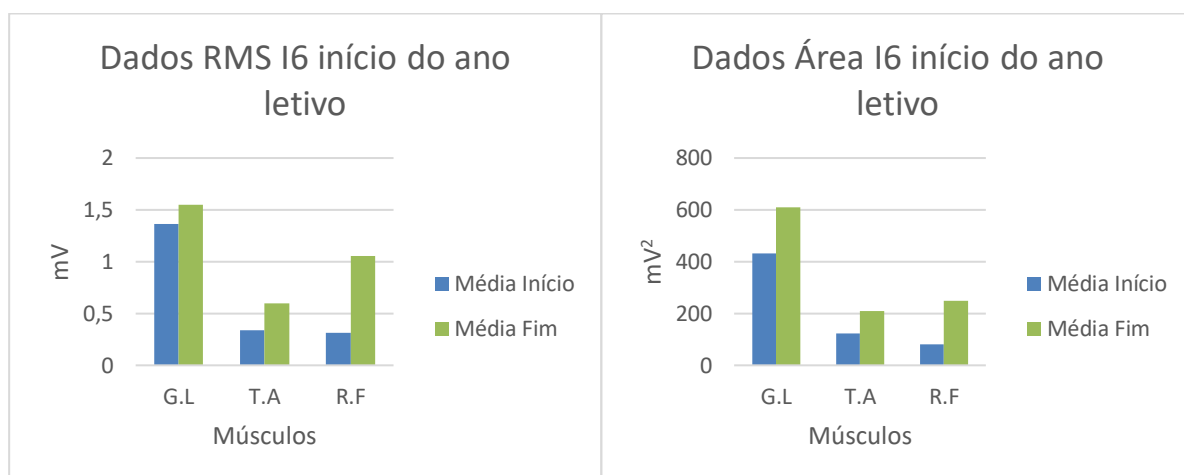


Figura 266 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I6 no início do ano letivo.

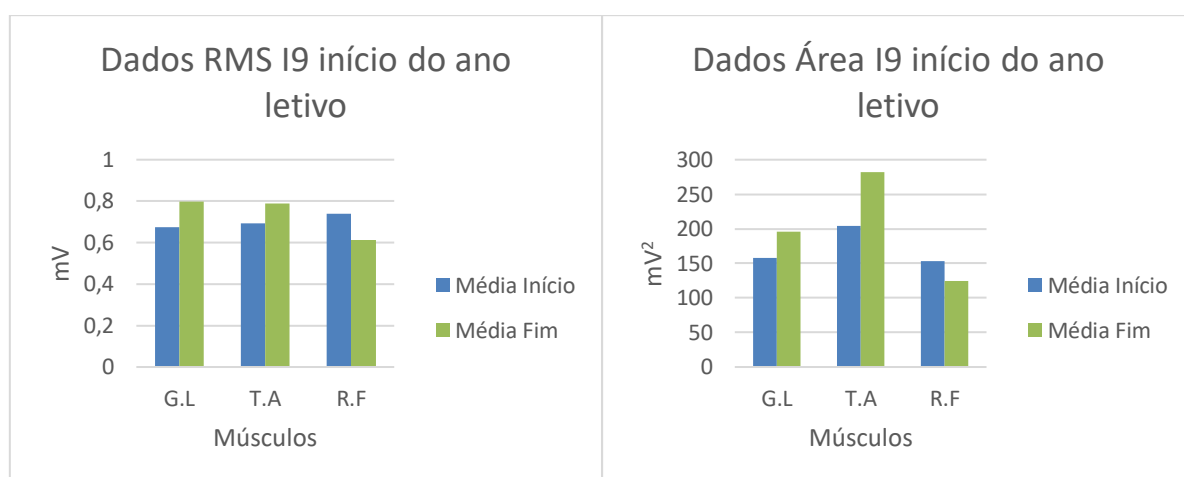


Figura 267 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I9 no início do ano letivo.

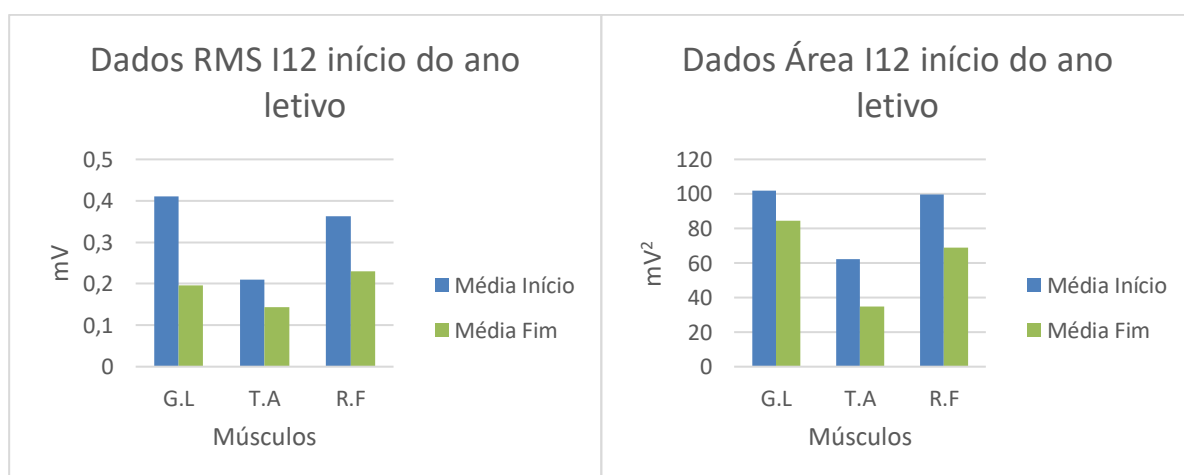


Figura 268 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I12 no início do ano letivo.

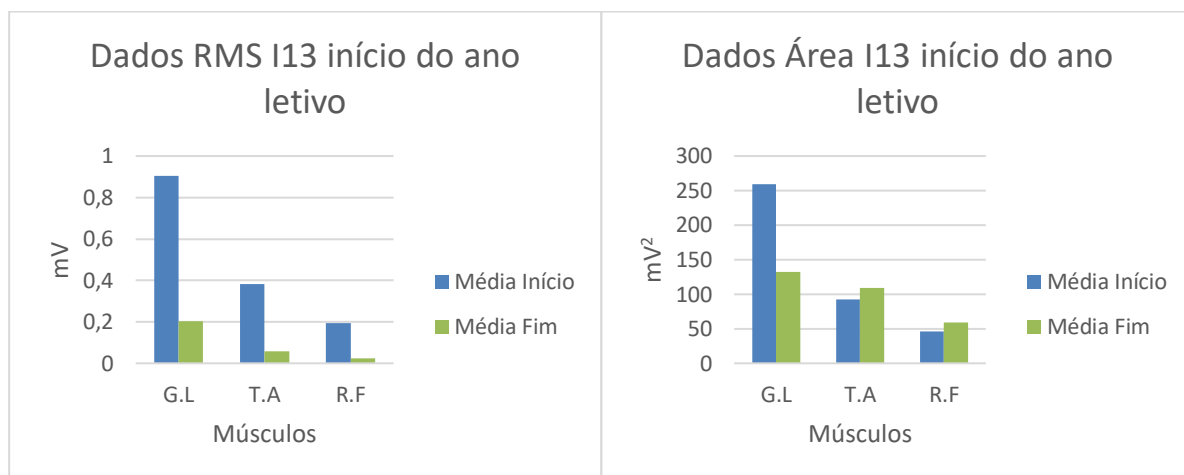


Figura 269 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I13 no início do ano letivo.

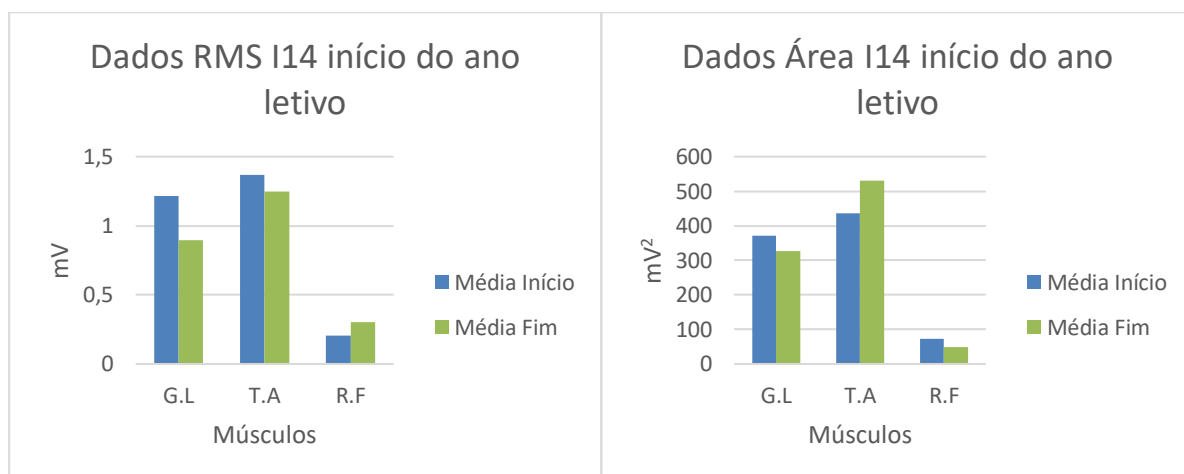


Figura 270 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I14 no início do ano letivo.

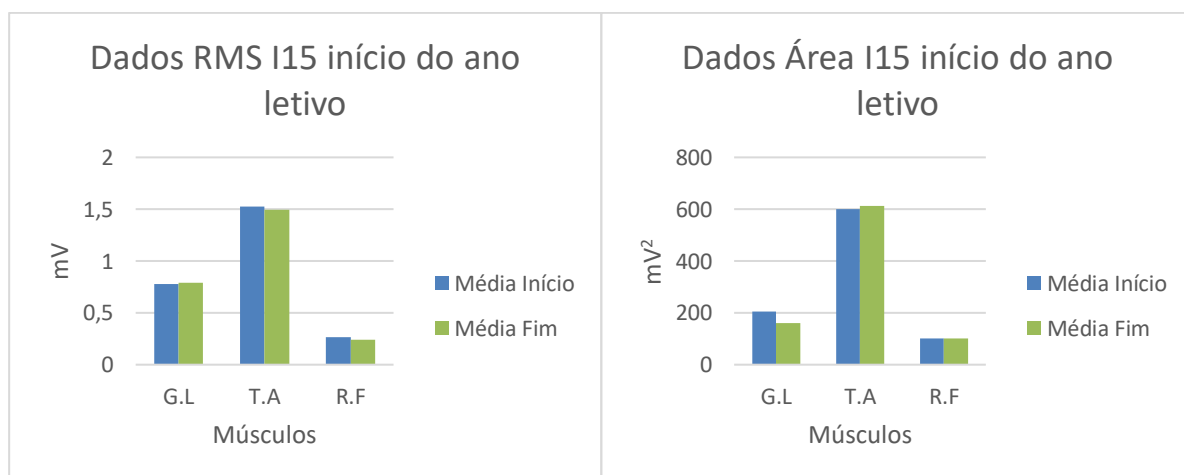


Figura 271 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I15 no início do ano letivo.

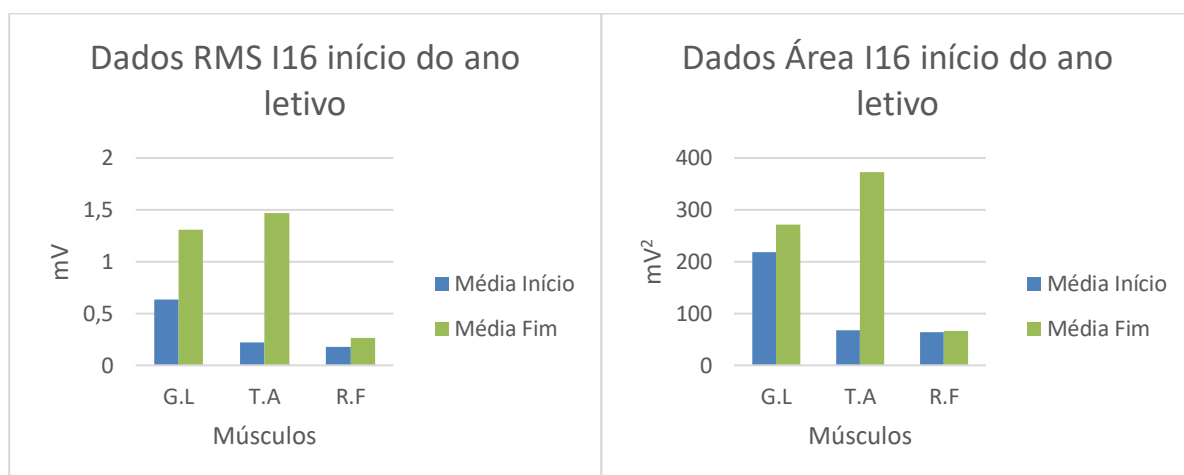


Figura 272 - Valores médios do RMS (esquerda) e da Área (direita) para o I16 no início do ano letivo.