

## Quantificação da alteração de temperatura em membros superiores durante o exercício resistido por meio de processamento de imagens de termografia infravermelhas

Quantification of temperature change in upper limbs during resistance exercise through infrared thermography image processing

Cuantificación del cambio de temperatura en miembros superiores durante el ejercicio de resistencia mediante procesamiento de imágenes por termografía infrarroja

Luan de Almeida Moura<sup>1</sup>  

Palle Grandjean-Thomsen<sup>1</sup>  

Mariana da Palma Valério<sup>1</sup>  

Higor Barreto Campos<sup>1</sup>  

Letícia Araújo Rios<sup>1</sup>  

Marcia Aparecida Silva Bissaco<sup>1</sup>  

Silvia Regina Matos da Silva Boschi<sup>1</sup>  

Silvia Cristina Martini<sup>1</sup>  

Terigi Augusto Scardovrlli<sup>1</sup>  

Alessandro Pereira da Silva<sup>1</sup>  

**Tipo de Publicação:** Artigo Completo

**Área do Conhecimento:** Área Exatas e Tecnologias

<sup>1</sup> Laboratório de Ambientes Virtuais e Tecnologia Assistiva (LAVITA), Universidade de Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

---

## RESUMO

**Objetivo:** Quantificar a área de alteração de temperatura em membros superiores antes, durante e após a prática do exercício resistido do tipo Rosca Scott por meio de processamento de imagens de termografia infravermelhas. **Métodos:** Todos os procedimentos utilizados respeitaram os princípios éticos aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) com parecer consubstanciado número: (CAAE 55217816.7.0000.5497). Portanto, foram utilizados 310 Imagens de termografia infravermelhas de 31 voluntários do sexo masculino com idade entre 18 e 40 anos, saudáveis, recrutados nos cursos de graduação e pós-graduação da UMC, as imagens foram comparadas pelo *software ThermoCam*. **Resultados:** Os resultados obtidos demonstraram que as áreas de interesse entre os Membros Superiores Direito e Esquerdo tem pequena alteração que se mantém de maneira uniforme até 30 minutos após a última série de exercícios resistidos. Comparando diferentes indivíduos nas etapas de registro foi possível observar que a camada de gordura subcutânea influencia na quantificação, pois comporta-se como meio isolante. **Conclusão:** A técnica utilizada identifica de forma rápida a resposta do corpo humano à atividade proposta mostrando a eficiência do exercício e possibilitando adaptações à prática da atividade física resistida.

**Palavras-chave:** Termografia, Infravermelho, Segmentação.

---

## ABSTRACT

**Objective:** Quantify the area of temperature change in the upper limbs before, during and after the practice of Scott Curl-type resistance exercise through infrared thermography image processing. **Methods:** All procedures used respected the ethical principles approved by the Research Ethics Committee (CEP) of the University of Mogi das Cruzes (UMC) with substantiated opinion number: (CAAE 55217816.7.0000.5497). Therefore, 310 infrared thermography images of 31 healthy male volunteers aged between 18 and 40 years old, recruited from undergraduate and postgraduate courses at UMC, were used. The images were compared using the ThermoCam software. **Results:** The results obtained demonstrated that the areas of interest between the Right and Left Upper Limbs have a small change that remains uniform up to 30 minutes after the last series of resistance exercises. Comparing different individuals in the recording stages, it was possible to observe that the subcutaneous fat layer influences quantification, as it behaves as an insulating medium. **Conclusion:** The technique used quickly identifies the human body's response to the proposed activity, showing the efficiency of the exercise and enabling adaptations to the practice of resistance physical activity.

**Keywords:** Thermography, Infrared, Segmentation.

---

## RESUMEN

**Objetivo:** Cuantificar el área de cambio de temperatura en los miembros superiores antes, durante y después de la práctica del ejercicio de resistencia tipo Scott Curl mediante procesamiento de imágenes por termografía infrarroja. **Métodos:** Todos los procedimientos utilizados respetaron los principios éticos aprobados por el Comité de Ética en Investigación (CEP) de la Universidad de Mogi das Cruzes (UMC) con dictamen fundamentado número: (CAAE 55217816.7.0000.5497). Para ello, se utilizaron 310 imágenes de termografía infrarroja de 31 voluntarios varones sanos, con edades entre 18 y 40 años, reclutados en cursos de pregrado y posgrado de la UMC, y se compararon mediante el *software ThermoCam*. **Resultados:** Los resultados obtenidos demostraron que las áreas de interés entre los Miembros Superiores Derecho e Izquierdo tienen un pequeño cambio que se mantiene uniforme hasta 30 minutos después de la última serie de ejercicios de resistencia. Comparando diferentes individuos en las etapas de registro, se pudo observar que la capa de

---

grasa subcutánea influye en la cuantificación, ya que se comporta como un medio aislante. **Conclusión:** La técnica utilizada identifica rápidamente la respuesta del cuerpo humano a la actividad propuesta, mostrando la eficiencia del ejercicio y permitiendo adaptaciones a la práctica de actividad física de resistencia.

**Palabras clave:** Termografía, Infrarrojos, Segmentación.

---

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade física, é muito reconhecida como um agente crucial para a promoção da saúde, tem sido estudada extensivamente pelos benefícios que proporciona ao corpo humano. Diversas pesquisas destacam seu papel na estimulação da vitalidade e na redução das taxas de mortalidade.<sup>1</sup> A prática regular de exercícios físicos não apenas aprimora a força, potência e resistência muscular, mas também contribui para a coordenação, velocidade, agilidade, equilíbrio e prevenção de lesões, além de apresentar inúmeros benefícios fisiológicos, como melhorias nos sistemas cardiovascular e endócrino, e na composição corporal.<sup>2,3</sup>

A definição precisa de atividade física como uma contração muscular, acompanhada de consumo de energia e estímulo de funções orgânicas, destaca sua importância para o equilíbrio orgânico.<sup>4</sup> No contexto específico dos exercícios resistidos, caracterizados pela prática de resistência gradual contração muscular, a aplicação adequada dessas atividades pode resultar em melhorias significativas na aptidão física e na qualidade de vida de indivíduos.<sup>1</sup>

O exercício resistido conhecido como "Rosca Scott", visa isolar o desenvolvimento do músculo bíceps. A técnica envolve a flexão dos cotovelos enquanto segura uma barra, resultando em um movimento que afeta diretamente o bíceps, braquial, braquiorradial e antebraço.<sup>5</sup>

Com isso, a termografia tenha sido amplamente utilizada como uma ferramenta auxiliar no monitoramento de atividades esportivas e diagnósticos, seu emprego específico na análise quantitativa de exercícios resistidos, como a "Rosca Scott", ainda carece de investigação detalhada.<sup>6,7,8</sup> Através disso, um sistema de processamento digital de imagens, baseado em crescimento de região, pode propiciar dados quantitativos relevantes pra melhorar a prevenção de lesões provindas do treinamento com exercícios resistidos. Assim, o objetivo do presente estudo é quantificar a área de alteração de temperatura em membros superiores antes, durante e após a prática do exercício resistido do tipo Rosca Scott por meio de processamento de imagens de termografia Infravermelhas.

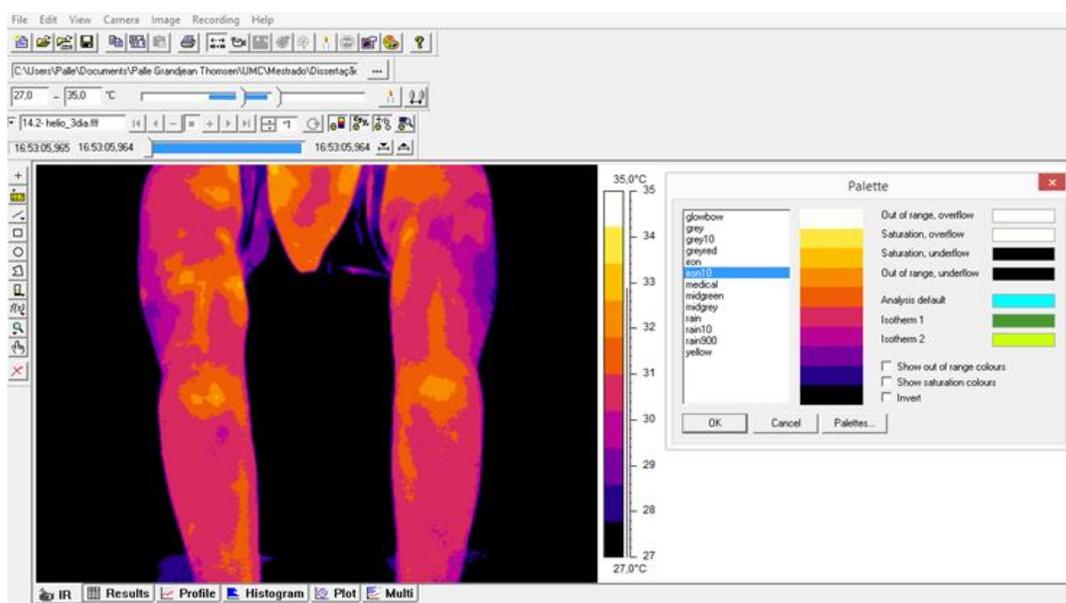
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As imagens de termografia utilizadas são da pesquisa de dissertação de Silva e Martins (2017).<sup>9</sup> Todos os procedimentos respeitam os princípios éticos inerentes ao projeto, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), com parecer consubstanciado número CAAE 55217816.7.0000.5497. O banco de imagens utilizados é composto por 310 imagens de 31

voluntários do sexo masculino com idade entre 18 e 40 anos, saudáveis, selecionados nos cursos de graduação e pós-graduação da UMC.

Para a etapa de processamento das imagens de termografia infravermelhas, primeiramente foram feitos os ajustes dos parâmetros das imagens de termografia infravermelhas utilizando o *software ThermoCam Researcher Professional 2.10 - FLIR*, que possibilita a comparação de cada região individualmente a fim de obter as temperaturas máximas e mínimas. A figura 1 mostra a interface do *software*, onde foram realizados os ajustes de parâmetros.

**FIGURA 1.** Interface do *software ThermoCam Researcher Professional 2.10 – FLIR*



**Fonte:** Moura *et al.* 2023. Dados extraídos do *software ThermoCam Researcher Professional 2.10*.

Os parâmetros de temperatura ambiente e umidade relativa foram obtidos durante a aquisição das imagens. Nesse estudo, a emissividade e a escolha da paleta de cores permitiram a correção das temperaturas das imagens. A interface do *software* possui os parâmetros de correção: *Emissivity*: Emissividade térmica do objeto (pele humana: 0,98 – ITC; THERMOWORKS); *Distance*: Distância entre a câmera e o objeto de análise (1m); *Reflected temperature*: Temperatura refletida de outras fontes (0); *Atmospheric temperatura*: Temperatura atmosférica (22° C); *Relative humidity*: Umidade relativa (60%).

Após verificação de todas as cores disponíveis no *software*, a paleta que melhor retratou as regiões de interesse, possibilitando a identificação dos pixels, foi a paleta “IRON 10”, que trabalha com 10 cores da escala “IRON”. Após análise das temperaturas máximas e mínimas de todas as imagens, buscando a padronização das cores representada pela escala, foi estabelecido a escala de temperatura entre 27° C a 35°C.

Devido a padronização para aquisição das imagens e pelo fato de ser desconhecida a resolução, verificou-se as dimensões da mesa utilizada para a prática das atividades físicas resistidas (Rosca Scott), através do *software AutoCAD® 2016* (CAD - Desenho Auxiliado por Computador) da Autodesk, versão gratuita para estudantes e educadores. Para tanto foi inserida a imagem e uma escala de 1mm x 1mm foi criada.

Com a escala desenvolvida e sabendo as dimensões da mesa, foi possível modificar a imagem para que ficasse dentro da escala.

As imagens foram organizada de 1 a 10 para cada membro, sendo: Img 1: Imagem (basal) sem a realização do exercício; Img 2: Imagem logo após 1º série de exercício, repetições até a fadiga (carga de 6 kg); Img 3: Imagem logo após 2º série de exercício, repetições até a fadiga (carga de 10 kg); Img 4: Imagem logo após 3º série de exercício; Img 5: Imagem 2 min o exercício; Img 6: Imagem 5 min após o exercício; Img 7: Imagem 15 min após o exercício; Img 8: Imagem 30 min após o exercício; Img 9: Imagem 24 horas após o exercício; Img 10: Imagem 48 horas após o exercício.

Foi selecionada a área de interesse das imagens utilizando o editor gráfico *Open Source GIMP 2.8.20* (GNU *Image Manipulation Program*) para análise individual das áreas dos membros superiores direito e esquerdo, sem que um interferisse no resultado de cálculo da área do outro. Para isso, cada imagem foi dividida em 2, somando 620 imagens para análise.

Para realizar a quantificação da área por crescimento de região através de semente nas imagens de termografia infravermelha usando processamento digital de imagens foi usada a versão v.2.0. Foi implementado o modelo de cores HSI, o qual permite ao usuário selecionar um limiar único de processamento, selecionando os valores de matiz (H), saturação (S) e intensidade (I) da imagem referência, ou seja, a seleção da semente para aplicar a técnica de crescimento de regiões, como forma de calibração do *software* para o conjunto de imagens utilizado.

Para calibrar o *CFC\_Image* para o conjunto de imagens, foi utilizada sua ferramenta de captura de tonalidades. Para a captura de tonalidades (ou seja, a semente) pode-se também usar uma lupa e um box de diálogo onde é possível indicar a classe e a cor que os pixels serão classificados e pintados. Com o auxílio desta lupa e do mouse seleciona-se alguns pixels que contém as tonalidades que representam o range de temperatura desejado.

O procedimento para a aplicação da técnica do Processamento de imagem escolhido, foi primeiramente a seleção de um pixel de interesse por meio de uma ferramenta específica de captura de tonalidades. Em seguida, realizou-se a parametrização do intervalo da captura de tonalidades, intervalo HSV (figura 2).

**FIGURA 2.** Captura de tonalidades – Intervalo HSV



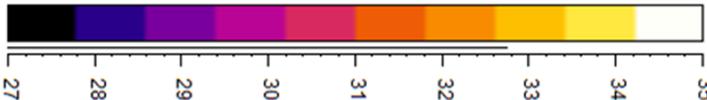
**Fonte:** Moura *et al.* 2023. Dados extraídos do *software ThermoCam Researcher Professional 2.10*.

Para melhor visualização das sementes selecionadas, durante o processamento da imagem, optou-se por uma alteração da cor original do pixel na escala “IRON10” conforme quadro 1 para verificar a segmentação das imagens por semente.

**QUADRO 1.** Área de interesse, escolha da semente e associação com a temperatura de acordo com a paleta de cores “IRON 10”

Pixel	ÁREA DE INTERESSE – ESCOLHA DA SEMENTE		
	Cor real	Cor da região	Range de temperatura
SEMENTE 1			33,4° a 34,2° C
SEMENTE 2			32,6° a 33,4° C

PALETA DE CORES “IRON 10”	
	27,0°C a 35,0°C

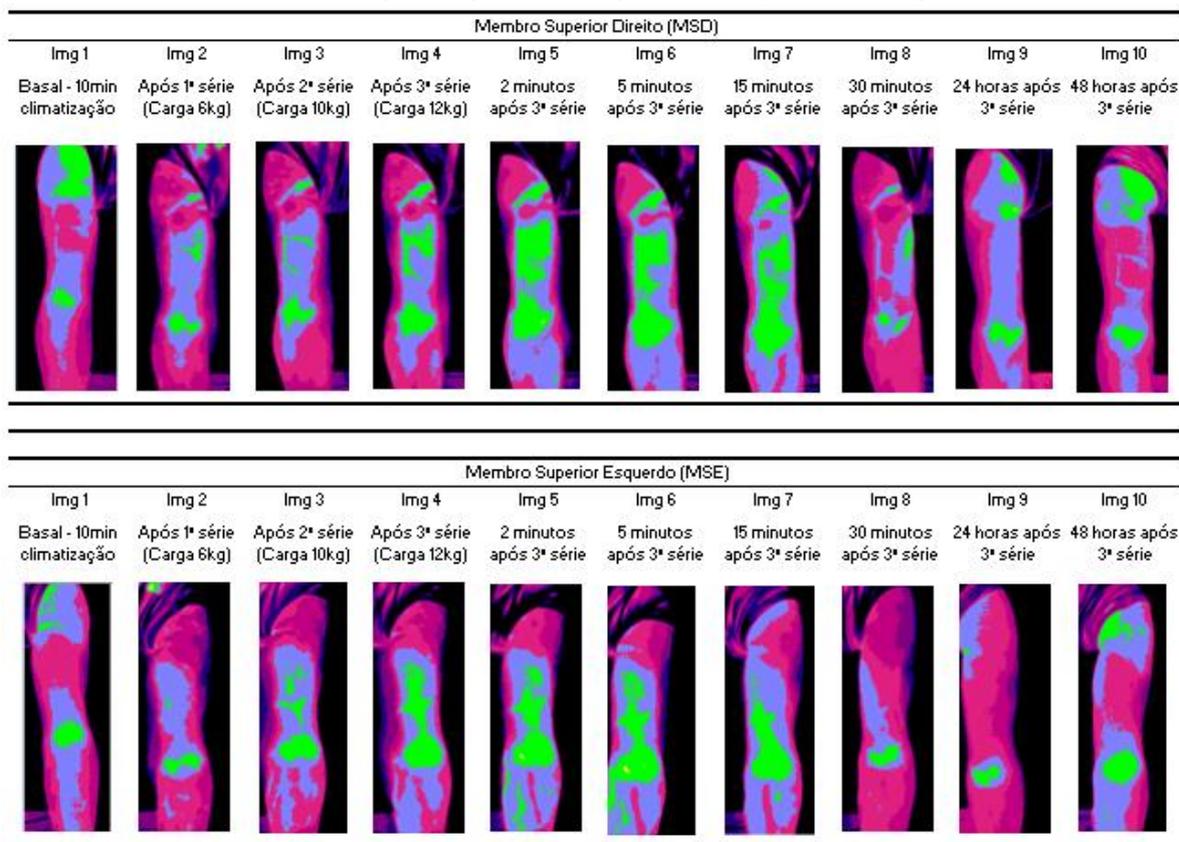
Fonte: Moura *et al.* 2023.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo foram processadas 620 imagens de 31 voluntários. Como exemplo do procedimento adotado, a figura 3 ilustra as imagens de um voluntário segmentadas em sequência de registro (Img 1 a Img 10) separadas em membros superiores direito (MSD) e membro superior esquerdo (MSE). Neste registro é possível observar que entre o período após a 1ª série de exercício resistido com carga de 6kg (Img 2) até os 15 minutos após a 3ª série de exercícios resistidos com carga de 12kg (Img 7) uma elevação de temperatura nos grupos musculares alvos do exercício resistido do tipo Rosca Scott para MSD e MSE. Essa elevação de temperatura pode ser explicada pelo sistema de termorregulação corporal irradiando sangue para a pele.<sup>10</sup>

Nesse contexto, a análise das imagens revela uma resposta dinâmica do corpo à terceira série de exercícios. A variação, não uniforme, na temperatura após 24 horas sugere uma ativação aguda dos processos musculares, evidenciando o início do fenômeno inflamatório associado à reparação das micro lesões induzidas pelos exercícios resistidos.<sup>10</sup> Essa não homogeneidade térmica pode ser interpretada como um indicador da complexidade e diversidade das respostas fisiológicas durante o período pós-exercício, enfatizando a necessidade de uma abordagem abrangente na compreensão dos efeitos do treinamento resistido no organismo.<sup>11</sup> Além disso, essas descobertas ressaltam a importância de estratégias de recuperação específicas para otimizar os benefícios do exercício.<sup>12</sup>

**FIGURA 3.** Segmentação das imagens em sequência de registro.



Fonte: Moura *et al.* 2023.

Esses mesmos resultados podem ser observados também nos outros voluntários, conforme os dados obtidos do cálculo da área total de pixels ativados sobre a área de interesse. Estas informações são apresentadas na tabela 1 e tabela 2.

Os valores encontrados (Tabela 1 e Tabela 2) mostram que a prática do exercício resistido do tipo Rosca Scott envolve bíceps, braquial, braquiorradial e antebraço, a termografia pode ser utilizada como técnica de acompanhamento de atividades esportivas e quando implementada a técnica de processamento das imagens de termografia infravermelhas para quantificar a região os resultados obtidos contribuem para os entendimentos da ação do exercício no grupo de músculos alvo.<sup>13</sup>

Os tecidos musculares realizam movimentos de contração e relaxamento,<sup>14,15</sup> desencadeados pelo movimento relativo das fibras (miosinas e actinas) e como observado nos resultados, nos voluntários 2, 6, 7 e 22 a temperatura permanece constante durante toda a prática e somente 30 minutos após (Img 8), também se observa um aumento da área que pode ser explicado pela camada de gordura subcutânea que exerce influência na troca de temperatura pois atua como um isolante.<sup>16</sup>

Essa comparação entre o Músculo Superior Dominante (MSD) e o Músculo Superior Não Dominante (MSE) revela variações significativas nas etapas 8 e 9. A variação considerável na área entre os músculos superiores é atribuível à ação simultânea de exercício.<sup>17</sup> Contudo, destaca-se que a musculatura dos

membros não dominantes apresenta danos mais pronunciados em suas fibras, caracterizados por rupturas, alargamentos ou prolongamentos de "micro lesões".<sup>18,19</sup> Essas alterações desencadeiam um processo inflamatório, resultando em uma ampliação notável na área afetada pela variação térmica.<sup>20</sup>

**TABELA 1.** Resultados das áreas segmentadas 1 a 5 cm<sup>2</sup> por MSD e MSE.

	Img 1		Img 2		Img 3		Img 4		Img 5	
	Basal - 10min climatização		Após 1ª série (6kg)		Após 2ª série (10kg)		Após 3ª série (12kg)		2 minutos após 3ª série	
	Área total MSD	Área total MSE	Área total MSD	Área total MSE	Área total MSD	Área total MSE	Área total MSD	Área total MSE	Área total MSD	Área total MSE
V1	25,86	24,28	19,19	15,43	19,50	22,80	22,93	25,36	32,83	32,00
V2	3,78	2,24	1,52	1,24	1,30	1,19	3,23	3,79	3,95	4,07
V3	13,50	18,34	33,44	33,35	36,30	34,21	40,34	36,48	40,84	35,52
V4	1,18	0,33	8,37	7,27	10,08	10,17	13,47	14,81	18,65	15,05
V5	25,58	25,10	32,27	30,91	32,06	33,25	31,46	34,83	38,43	36,86
V6	33,23	26,73	32,27	23,67	31,99	30,74	32,98	30,43	31,77	30,03
V7	15,62	14,61	27,51	23,25	26,37	20,62	24,23	21,95	27,26	18,43
V8	0,00	0,00	0,00	0,00	26,60	34,00	30,01	38,90	41,01	40,15
V9	32,34	33,21	42,65	35,07	44,54	40,99	41,83	43,56	46,36	47,17
V10	29,89	30,26	0,00	15,12	22,49	24,93	34,49	29,63	38,44	30,24
V11	37,25	29,88	36,04	27,54	33,53	30,11	35,04	34,13	37,78	37,14
V12	38,48	42,66	36,14	37,01	33,77	38,44	33,77	38,77	24,65	37,95
V13	47,78	35,49	51,69	47,70	53,35	46,90	56,08	54,44	50,11	59,01
V14	44,45	44,37	22,86	22,59	27,97	31,97	37,60	43,42	46,24	48,69
V15	15,33	16,06	26,14	31,44	37,73	30,14	40,71	39,89	38,49	38,04
V16	8,77	8,95	4,42	4,38	9,90	9,07	15,71	18,41	21,00	21,06
V17	9,82	9,24	22,33	21,31	31,65	28,71	31,48	29,60	37,67	32,93
V18	0,29	0,25	12,08	13,05	9,47	12,90	14,90	17,48	18,29	20,57
V19	49,85	46,39	46,02	48,88	40,22	46,25	41,94	41,10	44,87	43,33
V20	24,37	26,04	31,59	30,07	37,58	35,17	37,24	36,59	40,68	39,41
V21	15,02	14,58	31,40	28,49	37,16	31,23	37,54	34,11	33,54	35,97
V22	17,39	19,27	29,48	21,70	23,39	25,54	30,16	30,32	36,83	30,22
V23	43,17	46,00	45,28	39,55	49,14	43,23	45,92	40,62	50,79	43,88
V24	19,30	17,90	20,87	21,61	23,15	25,54	24,43	27,24	24,77	28,31
V25	3,68	4,03	0,46	0,56	0,54	0,63	0,42	0,41	1,40	1,42
V26	14,88	14,69	30,99	25,20	34,38	29,35	36,55	33,32	42,11	39,69
V27	24,87	20,15	36,12	35,40	40,25	40,16	34,01	37,94	41,15	40,77
V28	31,54	39,71	40,49	35,79	39,82	36,31	39,82	36,31	40,66	34,10
V29	7,05	6,55	13,29	12,81	25,38	23,37	25,38	23,37	22,65	22,11
V30	14,45	12,30	28,88	23,61	35,48	30,66	33,66	32,35	36,31	38,13
V31	39,77	39,63	45,80	41,36	44,74	46,64	26,77	37,31	20,62	27,18

Fonte: Moura et al. 2023.

**TABELA 2.** Resultados das áreas segmentadas 6 a 10 cm<sup>2</sup> por MSD e MSE.

	Img 6		Img 7		Img 8		Img 9		Img 10	
	5 minutos após 3ª série		15 minutos após 3ª série		30 minutos após 3ª série		24 horas após 3ª série		48 horas após 3ª série	
	Área total MSD	Área total MSE	Área total MSD	Área total MSE	Área total MSD	Área total MSE	Área total MSD	Área total MSE	Área total MSD	Área total MSE
V1	34,01	31,86	36,30	31,65	12,35	9,15	30,17	9,00	25,11	28,10
V2	2,87	3,00	35,91	35,28	21,34	21,72	14,31	9,83	2,82	4,68
V3	38,05	34,55	38,30	33,69	35,76	28,67	10,25	15,69	46,39	43,24
V4	19,49	19,46	28,25	27,44	25,73	23,55	15,70	7,20	7,73	12,41
V5	38,30	37,11	41,43	43,47	32,03	27,27	32,03	22,58	16,61	10,61
V6	31,69	31,00	44,84	46,34	42,12	39,59	35,79	23,64	19,11	27,20
V7	33,01	31,87	40,81	33,73	31,88	32,30	27,20	21,18	19,95	11,48
V8	39,91	39,02	36,83	28,56	36,83	43,60	5,46	3,07	0,94	0,59
V9	47,77	48,70	41,96	44,15	38,90	38,81	17,80	9,53	32,66	39,91
V10	40,30	35,06	37,84	38,05	31,46	27,92	24,27	19,09	25,27	20,67
V11	35,78	34,23	37,78	37,74	40,72	40,39	28,53	19,49	30,00	24,66
V12	30,63	38,58	38,13	37,93	39,10	41,48	35,31	41,10	36,75	35,00
V13	51,68	54,71	52,51	47,95	55,35	52,11	48,08	52,11	24,51	16,54
V14	50,24	51,81	36,85	38,74	26,58	26,30	11,88	13,38	31,76	29,22
V15	39,41	40,77	31,03	33,18	29,50	27,97	7,07	11,25	24,73	27,65
V16	21,02	24,89	35,68	34,64	3,15	3,52	20,34	19,25	20,34	19,99
V17	35,89	33,21	18,15	18,07	26,39	18,07	14,32	14,65	13,13	11,32
V18	23,33	25,95	17,45	18,85	8,75	9,31	0,12	0,29	6,96	9,97
V19	43,38	42,79	48,73	49,76	42,46	41,73	27,79	20,88	29,00	41,73
V20	39,94	38,52	38,47	39,40	24,88	27,45	39,68	40,24	32,28	39,53
V21	35,90	37,96	36,82	37,65	33,02	23,45	35,98	37,99	20,41	22,38
V22	36,77	35,26	42,53	40,28	34,25	29,92	14,37	19,88	32,12	35,11
V23	51,74	45,68	50,75	45,56	40,33	32,65	41,18	43,23	11,13	13,13
V24	25,59	33,54	33,25	35,24	22,11	22,57	24,20	22,83	10,35	18,34
V25	2,37	2,05	2,84	3,14	1,70	2,22	3,49	3,52	8,58	7,93
V26	41,03	41,31	39,26	37,16	28,31	28,55	31,61	25,20	16,76	9,26
V27	42,74	40,56	42,01	46,47	41,92	46,47	47,35	46,62	13,40	12,24
V28	39,85	35,37	35,77	29,40	30,47	31,72	40,74	37,41	14,90	13,08
V29	32,25	27,76	29,28	26,93	5,13	4,79	3,85	5,87	27,24	21,61
V30	39,67	40,19	41,71	42,39	38,87	39,12	8,47	8,36	38,08	34,05
V31	20,00	25,98	33,08	39,13	45,43	49,17	25,99	26,08	42,62	42,04

Fonte: Moura et al. 2023.

---

#### 4. CONCLUSÃO

A ferramenta pode auxiliar diagnósticos investigativos e tratamentos de doenças, além das adequações em treinamentos e exercícios físicos já discutidos, uma vez que foi possível detectar com mais precisão as temperaturas antes, durante e depois da realização do exercício.

Também foi possível observar que o crescimento de região, aplicado às imagens de termografia infravermelhas, pode ser utilizado como importante ferramenta no desenvolvimento de novas técnicas e equipamentos para prática de exercícios resistidos. Possibilitando a quantificação da área ativada, mostrando a eficiência do exercício no desenvolvimento do músculo alvo e auxiliando na intensidade e quantidade de cargas envolvidas na prática.

---

#### AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

Agradecimento a Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) e FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo #2017/16292-1) pelo suporte financeiro.

---

## REFERÊNCIAS

1. Zhao, M., Veeranki, S. P., Magnussen, C. G., & Xi, B. Recommended physical activity and all cause and cause specific mortality in US adults: prospective cohort study. *Bmj*, 370. (2020); <https://doi.org/10.1136/bmj.m2031>
2. Kraus, W. E., Powell, K. E., Haskell, W. L., Janz, K. F., Campbell, W. W., Jakicic, J. M., ... & 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical activity, all-cause and cardiovascular mortality, and cardiovascular disease. *Medicine and science in sports and exercise*. (2019), 51(6), 1270.
3. Izquierdo, M., Merchant, R. A., Morley, J. E., Anker, S. D., Aprahamian, I., Arai, H., ... & Singh, M. F. International exercise recommendations in older adults (ICFSR): expert consensus guidelines. *The journal of nutrition, health & aging*. (2021); 25(7), 824-853. <http://dx.doi.org/10.1007/s12603-021-1665-8>.
4. Erickson, K. I., Hillman, C., Stillman, C. M., Ballard, R. M., Bloodgood, B., Conroy, D. E., ... & Powell, K. E. Physical activity, cognition, and brain outcomes: a review of the 2018 physical activity guidelines. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(6), 1242. (2019); doi: 10.1249/MSS.0000000000001936.
5. Júnior, J. B. P. S., da Silva, K. G. D., Rattes, T. S., & Júnior, J. C. M. N. Efeitos da oclusão vascular na hipertrofia do bíceps braquial em homens na cidade de Santarém-Pará. *Research, Society and Development*, 11(16), e362111638373-e362111638373. (2022); <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i16.38373>
6. Sillero-Quintana, M., Gomez-Carmona, P. M., & Fernández-Cuevas, I. Infrared thermography as a means of monitoring and preventing sports injuries. In *Research Anthology on Business Strategies, Health Factors, and Ethical Implications in Sports and eSports* (pp. 832-865). IGI Global. (2021); 10.4018/978-1-7998-7707-3.ch046
7. Kumar, P., Gaurav, A., Rajnish, R. K., Sharma, S., Kumar, V., Aggarwal, S., & Patel, S. Applications of thermal imaging with infrared thermography in Orthopaedics. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 24, 101722. (2022); <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.101722>.
8. Ramirez-GarciaLuna, J. L., Bartlett, R., Arriaga-Caballero, J. E., Fraser, R. D., & Saiko, G. Infrared thermography in wound care, surgery, and sports medicine: a review. *Frontiers in physiology*, 13, 210. (2022); <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.838528>.
9. Silva, B. M. O., & Martins, R. Á. B. L. Efeito da laserterapia de baixa potência sobre a fadiga do bíceps braquial em voluntários sadios submetidos a exercício resistido: avaliação por termografia infra-vermelha. 2017; 74.
10. Ibiapina, D. S., Diógenes, L. M., Branco, V. T., Freitas, S. M., & Motta, L. Análise estatística da qualidade das medidas das propriedades de forma de agregados com o uso do processamento digital de imagens (PDI). 2020; <https://doi.org/10.14295/transportes.v28i5.1865>.
11. Rabelo, I. S. R., dos Santos João, P. A. V., Silva, L. S., da Costa, Y. P., & Batista, G. R. Utilização da termografia como marcador de treinamento e prevenção de lesões nos esportes: uma revisão sistemática no voleibol. *Research, Society and Development*, (2022); 11(14), e129111436037-e129111436037. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i14.36037>
12. Ruiz, R. D. B., Junior, A. C., Neto, A. F., & Fernandes, B. Processamento Digital de Imagens Para Detecção Automática de Fissuras Em Revestimentos Cerâmicos de Edifícios. *Ambiente Construído*. 2021 Jan;21(1), 139–147, <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000100498>.
13. Carvalho, A. M., Santos, L. D., Holanda, F. S., & Pedrotti, A. Digital image processing for evaluation of paspalum millegrana schrad root system. *Revista Caatinga*. 2020 Mar;33(1), 100–107, <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n111rc>.
14. Zhu, K., Furlan, F., & Marquetto, R. Quantificação de elementos do tecido pancreático através da segmentação com superpíxeis e graph-cut. 2021 Oct; <https://doi.org/10.5753/latinoware.2021.19910>.

- 
15. Potter, K. A., & Merle, C. Termodinâmica para Engenheiros. Tradução da 1ª Ed. Norte Americana. Cengage Learning Editores, 2016.
  16. Nêuton, F., & Elizabeth N. Uso Da Termografia Infravermelha Como Método de Diagnóstico Diferencial Na Cefaleia Primária. Pan American Journal of Medical Thermology. 2023 Aug;10, 004, <https://doi.org/10.18073/pajmt.2023.10.004>.
  17. Faria, I. S. S., Amaral, R. S., Paula, L. V., & Salles, P. Use of Thermography as an Auxiliary Method to Diagnose Orofacial Pain: A Case Study. Revista CEFAC. 2021;23(6), <https://doi.org/10.1590/1982-0216/20212369521>.
  18. Bezerra, A. M., Ribeiro, S. R., Araújo, S. C., Araújo, F. F., & Cruz, R. Alterações termográficas em atletas de ginástica rítmica após uma sessão de treinamento/ thermographic changes in rhythmic gymnastics athletes after a training session. Brazilian Journal of Development. 2020;6(12), 99522–99529, <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-444>.
  19. Carvalho, F. F. D. P. A Termografia por infravermelhos como ferramenta de análise na prática desportiva: estudo de um caso aplicado ao futsal. Universidade da Beira Interior (Portugal). 2021; 28974915.
  20. Ravelo, I., Alexandre, P., Dos, V., Santos, J., & Souza, L. Use of thermography as a training marker and prevention of injuries in sports: a systematic review in volleyball. 2022 Oct;11(4), <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i14.36037>.
  21. Cruz, R. S., Araújo, F., & Araújo, S. Mapeamento termográfico de membros inferiores de jovens atletas de futsal. Research, Society and Development. 2022 May;11(7), e42011730341, <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30341>.