

## ANÁLISE ANTROPOMÉTRICA DO XIX CURSO DE OPERAÇÕES ESPECIAIS DA POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ

ANTHROPOMETRIC ANALYSIS OF THE 19TH SPECIAL OPERATIONS COURSE OF THE PARANÁ MILITARY POLICE

Ramon José Diniz Bodo<sup>1</sup>

**RESUMO:** O XIX Curso de Operações Especiais da Polícia Militar do Paraná totalizou 101 dias e foi estruturado em cinco fases com demandas físicas e psicofisiológicas distintas, o que permite observar como variações de rotina, carga de treinamento, sono e alimentação podem se refletir na composição corporal ao longo do processo. O objetivo deste estudo foi descrever a variação média do percentual de gordura corporal durante as fases do curso, considerando um acompanhamento antropométrico seriado. As avaliações foram realizadas pela antropometria utilizando o protocolo de Guedes com três dobras cutâneas (tricipital, abdominal e suprailíaca), coletadas no lado direito, no período da manhã, com duas medidas por ponto, e os cálculos foram processados em planilha do Microsoft Excel. As fases do curso compreenderam Semana ADM (7 dias), Fase Rústica (12 dias), Fase Técnica (65 dias), Fase de Operações (12 dias) e Fase de Sobrevida (5 dias), sendo que em todas as etapas os alunos permaneceram sob avaliação contínua, com possibilidade de desligamento por insuficiência física, técnica, tática e de comportamento. Os resultados indicaram aumento médio de 0,32% de gordura corporal na Semana ADM, redução média de 4,81% na Fase Rústica, aumento médio de 0,75% na Fase Técnica, aumento médio de 0,76% na Fase de Operações e redução média de 1,93% na Fase de Sobrevida. Conclui-se que a maior alteração ocorreu na Fase Rústica, na qual os alunos perderam quantidade considerável de gordura corporal em curto espaço de tempo, sugerindo forte influência de estresse operacional, alta exigência física e restrições de recuperação sobre o balanço energético do período.

**Palavras-chave:** Antropometria. Dobras cutâneas. Composição corporal. Treinamento operacional. Polícia militar.

**ABSTRACT:** The 19th Special Operations Course of the Paraná Military Police lasted 101 days and was organized into five phases with distinct physical and psychophysiological demands, allowing the observation of how changes in routine, training load, sleep, and food access may affect body composition throughout the process. This study aimed to describe the mean change in body fat percentage across the course phases based on serial anthropometric follow-up. Assessments were performed using anthropometry with the Guedes protocol and three skinfolds (triceps, abdominal, and suprailiac), measured on the right side in the morning, with two measurements per site, and calculations were processed in a Microsoft Excel spreadsheet. The course phases included an Administrative Week (7 days), a Rustic Phase (12 days), a Technical Phase (65 days), an Operations Phase (12 days), and a Survival Phase (5 days), while students were continuously evaluated in all stages and could be dismissed due to physical, technical, tactical, or behavior insufficiency. Results showed a mean increase of 0.32% body fat during the Administrative Week, a mean decrease of 4.81% during the Rustic Phase, a mean increase of 0.75% during the Technical Phase, a mean increase of 0.76% during the Operations Phase, and a mean decrease of 1.93% during the Survival Phase. It is concluded that the largest change occurred during the Rustic Phase, in which students lost a considerable amount of body fat in a short period, suggesting a strong influence of operational stress, high physical demands, and restricted recovery on energy balance during that stage.

**Keywords:** Anthropometry. Skinfolds. Body composition. Operational training. Military police.

<sup>1</sup>Bacharel em Educação Física. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

## I INTRODUÇÃO

A preparação para atividades de operações especiais exige que o profissional sustente desempenho físico e técnico sob cargas elevadas e cenários variáveis, nos quais deslocamentos, ações intermitentes de alta intensidade e execução de tarefas críticas se combinam a estressores ambientais e organizacionais, tornando a aptidão física um componente funcional e integrado, e não apenas um conjunto de capacidades isoladas, o que reforça a relevância de acompanhar respostas corporais ao longo de cursos intensivos para compreender como o organismo se adapta e quais fases produzem maior impacto sobre variáveis associadas ao desempenho e à prontidão (Vaara, 2022).

Entre as múltiplas demandas operacionais, o transporte de carga e a necessidade de deslocamento com equipamentos representam um eixo central de esforço, pois aumentam o custo fisiológico do movimento e intensificam tensões musculoesqueléticas, de modo que diferentes blocos de treinamento podem produzir respostas corporais distintas conforme a duração, a repetição e o nível de restrição de recuperação, sendo plausível que fases com maior volume e privação induzam alterações rápidas de composição corporal, enquanto fases mais longas e estruturadas permitam estabilização e recomposição parcial (Knapik, 2012).

Em cursos prolongados, a composição corporal pode variar como consequência do equilíbrio entre demandas físicas, ingestão energética disponível e oportunidades de repouso, e essas mudanças podem ocorrer de maneira não linear ao longo do tempo, especialmente quando a organização pedagógica alterna períodos de estresse intenso com períodos de instrução técnica em que há maior previsibilidade de rotina, tornando importante descrever a trajetória das alterações ao longo das fases para interpretar o efeito do planejamento do curso e subsidiar decisões sobre monitoramento, prevenção de perdas indesejáveis e preservação do desempenho (Pihlainen, 2023).

Nesse contexto, a antropometria se destaca como ferramenta aplicável em campo para estimar e monitorar componentes corporais, desde que executada com padronização, treinamento do avaliador e controle de procedimentos, pois a consistência das medidas é determinante para diferenciar variações reais de oscilações decorrentes do método, o que é particularmente pertinente em cursos intensivos em que parte das alterações pode ser pequena em algumas fases e muito expressiva em outras, demandando comparabilidade robusta entre momentos de avaliação (World Health Organization, 2017).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 EXIGÊNCIAS FISIOLÓGICAS DE TREINAMENTOS MILITARES/OPERACIONAIS

As exigências fisiológicas de treinamentos militares e operacionais combinam, com frequência, esforços prolongados em intensidade moderada com episódios curtos e repetidos de alta intensidade, de modo que a execução de tarefas essenciais exige do militar uma base cardiorrespiratória robusta, resistência muscular para sustentar ações repetitivas e força suficiente para lidar com agarrar, arrastar, levantar e transpor, tudo isso sob variações de terreno, clima e restrições de equipamento, o que torna a preparação física mais próxima de um conjunto de capacidades integradas do que de uma qualidade isolada, e reforça que a prescrição deve respeitar progressão, especificidade e controle de carga para otimizar desempenho e reduzir risco de lesões (Vaara, 2022).

A marcha com carga é um determinante central do desempenho em contextos operacionais, pois o transporte de equipamentos amplia o custo fisiológico do deslocamento e impõe estresse musculoesquelético repetitivo, e por isso intervenções de treinamento precisam contemplar tanto condicionamento geral quanto componentes direcionados à tolerância ao deslocamento carregado, já que melhorias costumam ocorrer quando há consistência no treinamento físico e quando a progressão de distância, velocidade e massa transportada é cuidadosamente escalonada para favorecer adaptação sem elevar desnecessariamente a incidência de dor e lesões (Knapik, 2012). 3

O transporte de carga também altera a biomecânica do deslocamento ao modificar postura, amplitude articular e padrão de passada, exigindo maior estabilização do tronco e aumentando a demanda sobre membros inferiores e estruturas de suporte, o que eleva simultaneamente o gasto energético e o acúmulo de fadiga, especialmente em superfícies irregulares ou inclinações, e isso indica que a preparação deve incluir fortalecimento de cadeias musculares estabilizadoras, treino de técnica de marcha e exposição progressiva a condições que mimetizem o ambiente operacional para reduzir deterioração técnica ao longo do esforço (Boffey, 2019).

Em cenários de maior duração, a combinação entre volume elevado de trabalho físico, recuperação limitada e estressores ambientais pode produzir mudanças palpáveis no desempenho e na composição corporal, o que tem implicações diretas para cursos operacionais intensivos, pois perdas de massa corporal, alterações em massa magra e flutuações de aptidão podem ocorrer de forma relevante ao longo de períodos operacionais, justificando

monitoramento sistemático e ajustes na periodização para preservar capacidade funcional e reduzir a queda de desempenho em tarefas indispensáveis (Pihlainen, 2023).

Quando a meta é otimizar desempenho em tarefas militares essenciais, torna-se estratégico organizar o treinamento para gerar adaptações amplas, pois o militar precisa sustentar prontidão para correr, deslocar-se, combater e executar ações técnicas em sequência, e isso favorece abordagens que integrem força, resistência e capacidade de realizar esforços intermitentes, com atenção ao gerenciamento da carga interna e externa para que o ganho de condicionamento não se traduza em aumento de lesões por excesso de volume ou por inadequação entre estímulo e necessidade real da tarefa (Vaara, 2022).

No caso específico do desempenho com carga, há evidências de que programas que combinam condicionamento aeróbio, fortalecimento e prática direcionada ao transporte melhoram resultados, porque o condicionamento reduz o custo relativo do esforço, a força contribui para suportar melhor o equipamento e estabilizar segmentos corporais, e a prática direcionada aprimora a economia do movimento e a tolerância musculoesquelética, desde que o treinamento respeite adaptação gradual e evite saltos bruscos de carga que aumentem o estresse mecânico (Knapik, 2012).

Além do peso absoluto transportado, fatores como distribuição da carga, ajuste do equipamento e padrão de movimento influenciam o custo metabólico e o risco de desconforto, o que é relevante em cursos de operações especiais, nos quais o candidato precisa manter desempenho sob fadiga e com menor margem de compensação técnica, e assim o treinamento deve incorporar educação motora para ajuste de mochila e colete, fortalecimento lombo-pélvico e rotinas de mobilidade e estabilidade que reduzam compensações, favorecendo a manutenção da eficiência biomecânica mesmo após longos períodos de deslocamento (Boffey, 2019).

4

## 2.2 ESTRESSE, PRIVAÇÃO DE SONO E RESTRIÇÃO ALIMENTAR

O estresse operacional militar frequentemente envolve esforço físico contínuo associado a pressões cognitivas e emocionais, ocorrendo em ambientes nos quais o repouso é limitado e o repertório de tarefas exige desempenho persistente, e nesse cenário a performance pode se degradar por mecanismos combinados de fadiga central e periférica, alterações endócrinas e redução da capacidade de produzir força e potência de forma repetida, o que impacta diretamente tarefas como deslocamento, manipulação de equipamentos e execução de ações técnicas sob exaustão (NINDL, 2002).

A privação de sono em operações militares tende a comprometer atenção sustentada, tempo de reação, vigilância e julgamento, o que repercute tanto em tarefas cognitivas quanto em atividades físicas que dependem de coordenação e controle motor, e como o ambiente operacional alterna monotonia com picos de demanda, a sonolência acumulada aumenta a chance de erros, acidentes e decisões inadequadas, tornando o sono um componente de prontidão operacional e não apenas uma variável de conforto (Giam, 1997).

Em operações de combate contínuas, a redução do sono produz deterioração progressiva do desempenho, especialmente em tarefas prolongadas de vigilância e processamento rápido de informação, e ainda que a motivação possa sustentar ações por curtos períodos, os déficits tendem a ressurgir de forma mais intensa com o prolongamento do tempo acordado e com a ocorrência de demandas noturnas, reforçando a necessidade de contramedidas como cochilos estratégicos, planejamento de turnos e organização do trabalho conforme vulnerabilidades circadianas (Institute of Medicine, 1994).

A restrição energética é comum em contextos militares por causa do alto gasto calórico combinado à ingestão insuficiente, seja por logística, tempo reduzido para refeições ou supressão de apetite, e esse desequilíbrio pode comprometer a recuperação e a manutenção de massa corporal, além de ampliar riscos associados à baixa disponibilidade energética, com potenciais repercussões hormonais, de saúde óssea e de desempenho, o que em cursos intensivos pode acelerar a fadiga e reduzir a tolerância a cargas repetidas (O'leary, 2020).

Sob estresse operacional prolongado, o desempenho físico pode ser afetado de forma mensurável em janelas relativamente curtas, especialmente quando há acúmulo de trabalho físico e redução do repouso, e isso é relevante para cursos que impõem repetição de esforços e tarefas combinadas, pois a queda de potência, resistência e capacidade de repetir sprints ou ações intensas pode emergir junto de aumento do esforço percebido, elevando o risco de falhas técnicas e de eventos de sobrecarga (NINDL, 2002).

A privação de sono também altera humor, motivação e percepção subjetiva de fadiga, de modo que mesmo quando a capacidade fisiológica absoluta não parece drasticamente reduzida em avaliações pontuais, o desempenho real no terreno pode piorar por menor persistência e maior variabilidade atencional, o que se torna crítico em tarefas que exigem navegação, observação e execução precisa sob pressão, indicando que a preparação deve considerar resiliência e manejo do sono como parte da prontidão (Giam, 1997).

A síntese de evidências sobre operações contínuas destaca que o tempo acordado e a fragmentação do sono interagem com estressores ambientais e carga de trabalho, gerando

degradação cumulativa em desempenho, segurança e julgamento, o que sustenta tratar o sono como recurso tático e planejar oportunidades de repouso de maneira deliberada, inclusive porque falhas por lapsos de atenção e microcochilos podem ocorrer justamente em momentos em que o indivíduo se percebe funcional, mas já está fisiologicamente vulnerável (Institute of Medicine, 1994).

### 2.3 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL POR ANTROPOMETRIA

A antropometria é empregada para monitorar composição corporal por ser um método de campo com boa aplicabilidade, desde que executado com padronização rigorosa, pois a utilidade científica depende de medidas confiáveis de massa corporal, estatura e circunferências obtidas com postura adequada, instrumentos calibrados e rotinas consistentes de mensuração, o que permite comparar diferentes momentos do treinamento e interpretar mudanças corporais como respostas ao volume de trabalho, ao estresse e à recuperação, especialmente quando se pretende relacionar perfil antropométrico com desempenho e tolerância às cargas do curso (World Health Organization, 2017).

A qualidade do dado antropométrico depende de procedimentos operacionais claros e controle de variabilidade, uma vez que pequenas discrepâncias de posicionamento, tensão da fita, alinhamento corporal ou leitura do adipômetro podem alterar classificações e estimativas, e por isso recomenda-se treinamento do avaliador, repetição sistemática de medidas, regras para aceitação e registro, além de padronização da sequência de mensuração, pois esses cuidados aumentam a reproduzibilidade e reduzem viés, melhorando a comparabilidade entre avaliadores e entre momentos distintos em pesquisas aplicadas a grupos operacionais (National Health and Nutrition Examination Survey, 2017).

A estimativa de gordura corporal por dobras cutâneas se apoia na relação entre gordura subcutânea e gordura total e na possibilidade de inferir densidade corporal a partir de espessuras medidas em sítios anatômicos específicos, o que exige precisão na identificação dos pontos, na preensão consistente do tecido e no tempo de leitura do adipômetro, e também requer atenção a fatores como idade e variação individual de distribuição de gordura, pois essas características influenciam a validade das equações e justificam a escolha cuidadosa de protocolos em amostras adultas com amplitude etária (Durnin, 1974).

Modelos generalizados para homens que estimam densidade corporal a partir de dobras cutâneas são particularmente úteis quando métodos labororiais não são viáveis, mas seu uso em contexto científico exige aderência ao protocolo de sítios mensurados, técnica apurada e

reconhecimento das limitações do método, já que erros de medida podem amplificar erro de estimativa, e diferenças no perfil corporal do grupo avaliado podem influenciar a acurácia, o que reforça a importância de padronização e de interpretação prudente quando os resultados forem utilizados para comparar grupos, fases do curso ou mudanças ao longo do treinamento (Jackson, 1978).

Além das dobras cutâneas, medidas simples como circunferências e índices derivados de massa corporal e estatura podem auxiliar o acompanhamento, desde que coletadas com precisão e descritas de forma transparente, porque circunferência de cintura, por exemplo, pode oferecer um indicador complementar relacionado à distribuição corporal e ao risco cardiometaabólico, e em estudos com militares esses dados permitem contextualizar resultados de desempenho, ajudando a diferenciar mudanças por perda de massa corporal total de mudanças por redistribuição de tecidos, sempre com atenção à padronização de local anatômico e postura durante a medida (World Health Organization, 2017).

A confiabilidade entre avaliadores e ao longo do tempo é um requisito central para que a antropometria sustente inferências válidas, e por isso rotinas de controle de qualidade, calibração dos instrumentos, auditoria do procedimento e registro detalhado do protocolo utilizado reduzem a probabilidade de que variações no método sejam confundidas com mudanças reais do corpo, o que é especialmente relevante em cursos intensivos em que flutuações rápidas podem ocorrer e em que o pesquisador precisa distinguir efeitos do treinamento de variações decorrentes do processo de medição (National Health and Nutrition Examination Survey, 2017).

7

Como a estimativa de gordura corporal por dobras cutâneas se baseia em pressupostos populacionais e na consistência técnica, a aplicação científica em militares deve priorizar protocolos reconhecidos, descrição explícita dos sítios, duplicação de medidas e padronização do avaliador, pois esses cuidados tornam os resultados mais comparáveis, reduzindo o ruído de mensuração e permitindo que variações observadas ao longo de um curso sejam interpretadas com maior confiança, inclusive para relacionar composição corporal a desempenho e tolerância a cargas operacionais (Durnin, 1974).

### 3 RESULTADOS

Os resultados do acompanhamento antropométrico ao longo do XIX Curso de Operações Especiais da Polícia Militar do Paraná devem ser compreendidos à luz da estrutura total do curso, que teve duração de 101 dias e foi organizado em fases com demandas físicas,

cognitivas e logísticas bastante distintas, o que permitiu observar um padrão de oscilações na gordura corporal média conforme o ambiente de treinamento alternava períodos de maior estresse com períodos de maior regularidade de sono e alimentação, sempre sob o contexto de avaliação contínua e possibilidade de desligamento por insuficiência física, técnica, tática e de comportamento.

A primeira etapa, denominada Semana ADM, correspondeu a um período de sete dias mais voltado para orientações, instruções iniciais e alinhamento de regras e rotinas, no qual o esforço físico tende a existir, mas com caráter menos extremo quando comparado às fases subsequentes, e nessa fase foi observado um ganho médio de 0,32% de gordura corporal, sinalizando que o início do curso não se comportou como um bloco de perda imediata de gordura, mas como um momento de transição e ajuste ao novo regime.

Esse aumento médio de 0,32% na Semana ADM pode ser interpretado como resultado de múltiplos fatores que se sobrepõem, incluindo a reorganização das rotinas, alterações no padrão de sono típico do ambiente de instrução, mudanças na ingestão alimentar e até variações esperadas de mensuração inerentes a avaliações em campo, de modo que, mesmo quando o protocolo é padronizado, pequenas alterações de rotina e de comportamento nos primeiros dias podem refletir em mudanças discretas na estimativa de gordura corporal.

8

---

Na sequência do curso, a Fase Rústica foi caracterizada por 12 dias de forte exigência física associada a estresse intenso, com restrição de sono e alimentação, compondo um cenário de alta carga interna e externa no qual o aluno é exposto a grande volume de esforço e limitado tempo de recuperação, e justamente nessa fase foi verificada a maior alteração média em todo o curso, com perda de 4,81% de gordura corporal.

A perda média de 4,81% de gordura corporal na Fase Rústica, por ocorrer em um intervalo curto de 12 dias, sugere um período de grande déficit energético e alta demanda metabólica, no qual a disponibilidade de energia para manutenção do tecido adiposo torna-se reduzida pela combinação entre gasto elevado e ingestão limitada, somando-se a isso a influência do sono insuficiente e do estresse operacional, que podem alterar o apetite, a distribuição de esforços e o padrão de recuperação, favorecendo um balanço energético negativo mais pronunciado.

Além da magnitude do valor observado, a Fase Rústica se destaca por ocorrer logo no começo do curso, quando os alunos ainda estão em processo de adaptação às rotinas, ao ritmo de atividades e ao padrão de privação, o que pode potencializar a resposta corporal, pois a mudança abrupta de ambiente e de carga de trabalho tende a impor um choque fisiológico que

se traduz em rápida mobilização de reservas, especialmente quando há pouco espaço para compensação alimentar e para recuperação adequada.

A interpretação dessa perda intensa também deve considerar que, em todas as fases, os alunos permanecem em constante avaliação e podem ser desligados por insuficiência, o que implica que a coorte observada ao avançar nas fases tende a representar os indivíduos que conseguiram sustentar desempenho e adaptação ao treinamento, e desse modo os valores médios de fases posteriores podem refletir não apenas o efeito do conteúdo do treinamento, mas também a permanência daqueles com maior tolerância ao estresse, com maior eficiência de recuperação e com maior capacidade de manter a execução das tarefas.

Após a Fase Rústica, o curso transita para a Fase Técnica, com duração de 65 dias, caracterizada por instruções técnicas e físicas voltadas à capacitação para resolução de problemas e desenvolvimento de capacidade técnica compatível com a exigência do curso, porém agora com a presença de períodos mais regulares de sono e alimentação, e nessa fase observou-se um ganho médio de 0,75% de gordura corporal.

O ganho médio de 0,75% na Fase Técnica pode ser entendido como um movimento de recomposição parcial após um período de restrição mais severa, visto que a regularização relativa do sono e da alimentação tende a reduzir o déficit energético extremo, ao mesmo tempo em que o treinamento permanece intenso e contínuo, criando um equilíbrio em que parte dos alunos pode recuperar pequenas frações de gordura corporal sem necessariamente reduzir o volume de trabalho, especialmente quando a ingestão alimentar retorna a patamares mais consistentes ao longo de várias semanas.

Outro aspecto relevante é que a Fase Técnica, por ser extensa, tende a consolidar adaptações e a estabilizar rotinas, e isso costuma reduzir oscilações abruptas, gerando mudanças menores, porém cumulativas, o que torna coerente que a variação média observada tenha sido discreta quando comparada à Fase Rústica, ainda que seja expressiva como tendência de reversão parcial no sentido de ganho após grande perda inicial.

A Fase de Operações, composta por 12 dias, foi descrita como um período em que os alunos vivenciam situações de ocorrências simuladas e reais, com períodos de sono reduzido e alimentação, introduzindo novamente um ambiente de maior imprevisibilidade e pressão operacional, e nessa etapa os resultados indicaram um ganho médio de 0,76% de gordura corporal.

O ganho médio de 0,76% observado na Fase de Operações, apesar de ocorrer em um contexto com sono reduzido, pode refletir que a dinâmica do período não reproduz exatamente

o mesmo padrão de restrição calórica e volume físico contínuo da Fase Rústica, já que a natureza das atividades pode alternar picos de intensidade com momentos de espera, deslocamentos e planejamento, e assim a resposta média em gordura corporal pode apontar para manutenção ou leve recomposição, em vez de queda acentuada, sobretudo se houver oportunidade de alimentação em determinados intervalos.

Também é importante reconhecer que, em fases com maior variabilidade de tarefas, a rotina alimentar pode ser menos previsível, mas em alguns dias pode ser mais disponível do que em fases explicitamente estruturadas para privação intensa, e nesse caso a média de ganho de gordura corporal pode representar uma combinação entre dias de alta despesa e dias de reposição energética mais significativa, resultando em um balanço final modestamente positivo ao término da fase.

Encerradas as atividades operacionais, a Fase de Sobrevivência teve duração de cinco dias e foi descrita como um período de estresse intenso com restrição de sono e alimentação, configurando um bloco curto, porém concentrado, de privação e exigência, e nessa fase foi observada uma perda média de 1,93% de gordura corporal.

A perda média de 1,93% na Fase de Sobrevivência, ainda que menor do que a observada na Fase Rústica, é consistente com a curta duração dessa etapa e com o fato de que ela ocorre depois de um curso já longo, no qual o corpo do aluno pode estar com reservas energéticas diferentes e com um histórico recente de oscilações, de modo que um novo período de privação tende a gerar redução perceptível, porém em magnitude menor quando comparada ao primeiro grande bloco de restrição intensa do curso.

Ao considerar o encadeamento das fases, observa-se um padrão geral de grande redução de gordura corporal durante a Fase Rústica, seguida por recomposição gradual e discreta durante a Fase Técnica e a Fase de Operações, e então uma nova redução relevante durante a Fase de Sobrevivência, o que caracteriza uma trajetória ondulatória, na qual períodos de privação intensa imprimem quedas rápidas e períodos com maior regularidade de sono e alimentação permitem recuperação parcial.

Somando-se as variações médias observadas por fase, o curso como um todo apresentou tendência líquida de redução de gordura corporal ao final do período, já que o ganho de 0,32% na Semana ADM, seguido da perda de 4,81% na Fase Rústica, do ganho de 0,75% na Fase Técnica, do ganho de 0,76% na Fase de Operações e da perda de 1,93% na Fase de Sobrevivência resulta em uma variação média acumulada aproximada de -4,91% ao longo dos 101 dias, o que reforça que os blocos de maior privação tiveram impacto dominante sobre o balanço final.

Esses achados também precisam ser interpretados considerando a avaliação contínua em todas as fases, pois a possibilidade de desligamento por insuficiência pode produzir um efeito de seleção ao longo do curso, no qual os alunos que permanecem podem apresentar maior capacidade de sustentar o esforço e de recuperar-se, o que tende a reduzir extremos em fases posteriores e, ao mesmo tempo, manter o padrão de perdas mais intensas em fases projetadas para estresse elevado, já que são períodos em que o curso intencionalmente impõe limites mais rígidos.

No que se refere ao método de avaliação da composição corporal, foi adotado o protocolo de Guedes com três dobras cutâneas, tricipital, abdominal e supra-ilíaca, coletadas no lado direito dos alunos, em período da manhã, com a realização de duas medidas em cada ponto, estratégia que contribui para maior consistência e para redução de erro aleatório, especialmente quando se trabalha com variações percentuais relativamente pequenas em algumas fases e se busca comparar mudanças ao longo do tempo.

A escolha de coletar as dobras no período da manhã reduz a influência de variações diurnas relacionadas a rotina de atividades, alimentação recente e flutuações de postura e hidratação ao longo do dia, e a decisão de padronizar o lado direito e repetir duas medidas por ponto tende a fortalecer a confiabilidade do dado, desde que a técnica de pinçamento e leitura tenha sido aplicada de forma uniforme, o que é crucial quando se pretende interpretar ganhos discretos como os observados na Fase Técnica e na Fase de Operações.

11

Os cálculos foram realizados por planilha Excel, o que facilita padronização de fórmulas, organização de banco de dados e conferência de consistência, especialmente quando o estudo envolve múltiplos momentos de avaliação distribuídos ao longo de 101 dias, e esse tipo de tratamento permite registrar médias e variações por fase, além de manter rastreabilidade dos valores brutos de dobras e das estimativas resultantes, favorecendo transparência metodológica no relato dos resultados.

Quanto aos materiais, foi utilizado adipômetro de marca a ser especificada, e embora a marca e o modelo possam parecer detalhes operacionais, sua descrição no relatório final é relevante para reproduzibilidade e comparação com outros trabalhos, pois diferentes instrumentos podem apresentar pequenas diferenças de calibração e pressão, e em estudos em campo a clareza quanto ao equipamento e à padronização de uso ajuda a contextualizar a precisão esperada dos dados.

Em síntese, ao observar os resultados, conclui-se que a Fase Rústica foi o período de maior impacto sobre a redução de gordura corporal média, evidenciando perda considerável em

curto espaço de tempo, enquanto as fases subsequentes mostraram tendência de recomposição parcial quando houve maior regularidade de sono e alimentação, e, por fim a Fase de Sobrevivência voltou a reduzir a gordura corporal, reforçando que os blocos de privação intencional e estresse intenso parecem ser os principais responsáveis pelas quedas mais acentuadas na composição corporal ao longo do curso.

#### 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A oscilação da gordura corporal ao longo dos 101 dias do curso, com aumento discreto na Semana ADM (+0,32%), grande queda na Fase Rústica (-4,81%), recomposição parcial na Fase Técnica (+0,75%) e na Fase de Operações (+0,76%) e nova redução na Sobrevivência (-1,93%), sugere que a composição corporal respondeu principalmente à especificidade e ao encadeamento das demandas de cada etapa, o que é compatível com a ideia de que o desempenho em tarefas militares essenciais depende de múltiplas capacidades integradas e de como a carga de treinamento é periodizada, já que fases de maior previsibilidade tendem a estabilizar respostas, enquanto fases de estresse intenso e alta carga interna podem produzir mudanças mais abruptas em curto prazo (Vaara, 2022).

A perda acentuada de gordura na Fase Rústica em apenas 12 dias (-4,81%) pode ser interpretada como consequência de um período de grande exigência física com provável aumento do gasto energético total, especialmente se parte relevante das tarefas incluiu deslocamentos, marchas e atividades com equipamentos, pois a literatura sobre desempenho com transporte de carga reforça que a marcha carregada eleva substancialmente o custo fisiológico do deslocamento e, quando combinada a progressões intensas e a baixo tempo de recuperação, tende a induzir adaptações e perdas corporais mais rápidas, ainda que isso também aumente o risco de sobrecarga quando o estresse é concentrado (Knapik, 2012).

O padrão de redução intensa durante a Fase Rústica e, em menor magnitude, durante a Fase de Sobrevivência (-1,93% em 5 dias) é coerente com a exposição a estressores operacionais como privação de sono e restrição alimentar, pois há evidências de que o estresse militar sustentado por várias dezenas de horas provoca respostas fisiológicas que afetam a performance e a recuperação, e, quando essas respostas se somam a alto volume de esforço e baixa reposição energética, torna-se plausível observar uma mobilização mais intensa de reservas, com repercussão sobre a gordura corporal estimada, sobretudo quando o período é desenhado para maximizar exigência e minimizar conforto (Nindl, 2002).

A recomposição parcial observada na Fase Técnica (+0,75% ao longo de 65 dias) e na Fase de Operações (+0,76% em 12 dias) pode refletir uma redução do déficit energético extremo quando o curso volta a oferecer janelas mais regulares de alimentação, mesmo que a carga de treinamento permaneça alta, e essa leitura ganha força quando se considera que a baixa disponibilidade energética em militares é um risco relevante em ambientes de alta demanda, com potenciais repercussões de saúde e desempenho, de modo que pequenas recuperações de gordura corporal podem representar um retorno para um balanço energético menos negativo, ainda dentro de um contexto de estresse e de monitoramento contínuo (O'leary, 2020).

Embora a Fase de Operações tenha sido descrita com sono reduzido, o ganho médio de gordura corporal (+0,76%) não necessariamente contradiz o ambiente de privação, porque a privação de sono afeta não apenas desempenho cognitivo e vigilância, mas também a organização do comportamento e a distribuição da atividade ao longo do dia, e assim fases com tarefas mais variáveis podem alternar picos de esforço com momentos de espera e planejamento, enquanto a fadiga do sono pode reduzir a intensidade sustentada de parte das atividades, gerando um resultado médio que não se expressa como perda, mesmo sob stress, especialmente se a alimentação foi menos restrita do que nas etapas de privação intencional (Giam, 1997).

A diferença entre a resposta da Fase Rústica, com perda muito elevada, e a resposta da Fase de Operações, com ganho discreto, pode ser discutida considerando que o impacto da privação de sono no desempenho tende a ser progressivo e dependente do tempo acordado, com deterioração mais evidente em tarefas sustentadas e sob influência circadiana, e assim um período operacional pode impor maior exigência decisional e técnica, mas nem sempre o mesmo volume físico contínuo, além de poder incluir oportunidades intermitentes de descanso ou alimentação, o que ajudaria a explicar por que a gordura corporal média não continuou caindo, apesar de haver sono reduzido (Institute of medicine, 1994).

A perda de gordura na Fase Rústica e na Sobrevivência também pode estar associada ao componente biomecânico do curso, já que o transporte de carga e as tarefas em terreno variado alteram a mecânica do movimento, elevam o custo energético e aumentam o trabalho estabilizador do tronco, o que tende a intensificar o gasto energético e a fadiga periférica, e, em um cenário em que os alunos são constantemente avaliados e podem ser desligados por insuficiência, é plausível que os mais aptos a sustentar esse padrão permaneçam, criando uma amostra progressivamente mais resiliente, o que pode contribuir para variações menores em fases posteriores (Boffey, 2019).

Ao comparar a trajetória observada no curso com evidências sobre operações militares, a alternância entre perdas mais acentuadas em períodos de estresse intenso e recuperações parciais em períodos com maior regularidade é compatível com a noção de que operações e treinamentos prolongados podem alterar desempenho e composição corporal de modo dependente do contexto, da duração e do acesso a recuperação, e isso reforça que a interpretação das mudanças percentuais por fase deve considerar não apenas a intensidade do esforço, mas também a duração prolongada do curso e a forma como o conteúdo técnico e físico é distribuído em blocos com demandas distintas (Pihlainen, 2023).

Do ponto de vista metodológico, os ganhos discretos observados na Semana ADM (+0,32%) e em fases de recomposição (+0,75% e +0,76%) exigem cautela interpretativa, porque mudanças pequenas podem ser influenciadas por variação biológica e por erro de mensuração, ainda que a padronização adotada, com coleta pela manhã, lado direito e duas medidas por ponto, fortaleça a consistência, e por isso a discussão deve explicitar que procedimentos padronizados de medidas físicas são essenciais em estudos de campo para que oscilações de pequena magnitude representem mudanças reais e não apenas ruído do método (World health organization, 2017).

A escolha do protocolo de dobras e o processamento em planilha tornam indispensável reconhecer que equações e estimativas de densidade corporal são sensíveis a pequenas variações na espessura medida, de modo que a descrição completa do adipômetro, sua calibração e a consistência do avaliador são partes importantes para sustentar a validade dos achados, especialmente quando o estudo aponta mudanças muito grandes em fases curtas, como na Fase Rústica, e mudanças pequenas em fases longas, como na Fase Técnica, já que o método pode captar tendências reais, mas também amplificar pequenas diferenças quando a técnica não é rigidamente controlada (Jackson, 1978).

14

## 5 CONCLUSÃO

A dinâmica de alterações no percentual de gordura corporal ao longo dos 101 dias evidenciou um padrão oscilatório associado às características de cada fase, com variações discretas em períodos de maior organização administrativa ou de instrução e reduções mais acentuadas em fases explicitamente marcadas por estresse intenso e restrições de recuperação, o que indica que a composição corporal respondeu de forma sensível ao contexto operacional imposto, sobretudo quando há alta carga interna acumulada em curto espaço de tempo.

A Fase Rústica destacou-se como o principal ponto de inflexão dos resultados por apresentar a maior redução média de gordura corporal em apenas 12 dias, o que sugere um período de balanço energético fortemente negativo e grande exigência física, compatível com ambientes em que o esforço é elevado e o deslocamento com demandas repetidas tende a ampliar o custo fisiológico total, especialmente quando o acesso à recuperação é limitado e a pressão de desempenho permanece constante.

Nas fases em que houve maior regularidade de sono e alimentação, observaram-se aumentos médios discretos do percentual de gordura corporal, o que pode ser interpretado como recomposição parcial após perdas relevantes, sem que isso signifique necessariamente redução de exigência do curso, mas sim uma mudança no equilíbrio entre gasto e ingestão, aspecto que é coerente com a preocupação militar contemporânea sobre déficits energéticos em ambientes de treinamento e suas implicações para recuperação, saúde e manutenção do desempenho ao longo do tempo.

Por fim, a adoção de protocolo antropométrico com dobras cutâneas em ambiente de curso operacional mostrou-se adequada para identificar tendências por fase e evidenciar diferenças de magnitude entre períodos, desde que se mantenha rigor técnico e descrição completa de instrumentos e rotinas de coleta, pois equações de estimativa são sensíveis a pequenas variações de medida e exigem padronização para que mudanças discretas sejam interpretadas com segurança, reforçando a necessidade de controle metodológico quando os resultados forem utilizados para orientar decisões de acompanhamento e planejamento do treinamento.

15

## REFERÊNCIAS

- BOFFEY, D. et al. The Physiology and Biomechanics of Load Carriage Performance. *Military Medicine*, v. 184, n. 1-2, p. e83-e90, 2019. DOI: [10.1093/milmed/usy218](https://doi.org/10.1093/milmed/usy218).
- DURNIN, J. V. G. A.; WOMERSLEY, J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, v. 32, n. 1, p. 77-97, 1974. DOI: [10.1079/bjnj19740060](https://doi.org/10.1079/bjnj19740060).
- GIAM, G. C. Effects of sleep deprivation with reference to military operations. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore*, v. 26, n. 1, p. 88-93, 1997.
- INSTITUTE OF MEDICINE. The Effects of Sleep Deprivation on Performance During Continuous Combat Operations. In: INSTITUTE OF MEDICINE. Food Components to Enhance Performance: An Evaluation of Potential Performance-Enhancing Food Components for Operational Rations. Washington, DC: National Academies Press, 1994. DOI: [10.17226/4563](https://doi.org/10.17226/4563).

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978. DOI: [10.1079/bjnl19780152](https://doi.org/10.1079/bjnl19780152).

KNAPIK, J. J. et al. A systematic review of the effects of physical training on load carriage performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 26, n. 2, p. 585-597, 2012. DOI: [10.1519/JSC.0b013e3182429853](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182429853).

NATIONAL HEALTH AND NUTRITION EXAMINATION SURVEY (U.S.); NATIONAL CENTER FOR HEALTH STATISTICS (U.S.). National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES): Anthropometry Procedures Manual. Hyattsville, MD: U.S. Department of Health and Human Services; Centers for Disease Control and Prevention, 2017.

NINDL, B. C. et al. Physical performance responses during 72 h of military operational stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 34, n. 11, p. 1814-1822, 2002. DOI: [10.1097/00005768-200211000-00019](https://doi.org/10.1097/00005768-200211000-00019).

O'LEARY, T. J.; WARDLE, S. L.; GREEVES, J. P. Energy Deficiency in Soldiers: The Risk of the Athlete Triad and Relative Energy Deficiency in Sport Syndromes in the Military. *Frontiers in Nutrition*, v. 7, 2020. DOI: [10.3389/fnut.2020.00142](https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00142).

PIHLAINEN, K. et al. Changes in physical performance, body composition and physical training during military operations: systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, art. 21455, 2023. DOI: [10.1038/s41598-023-48712-2](https://doi.org/10.1038/s41598-023-48712-2).

VAARA, J. P. et al. Physical training considerations for optimizing performance in essential military tasks. *European Journal of Sport Science*, v. 22, n. 1, p. 43-57, 2022. DOI: [10.1080/17461391.2021.1930193](https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1930193).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Section 5: Collecting Step 2 data: Physical Measurements. (WHO STEPS Surveillance). Geneva: WHO, 2017.