

**ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM OPERAÇÕES MILITARES**

Cap Cav **ANDRE ROLIM DA SILVA**

**ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DA TEMPERATURA CORPORAL, PREVENINDO-  
SE A HIPERTERMIA INDUZIDA PELO ESFORÇO FÍSICO, ASSOCIADAS À  
ESTRUTURA DO CURSO BÁSICO PÁRA-QUEDISTA  
DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

**Rio de Janeiro**  
2011

**Cap Cav ANDRÉ ROLIM DA SILVA**

**ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DA TEMPERATURA CORPORAL, PREVENINDO-  
SE A HIPERTERMIA INDUZIDA PELO ESFORÇO FÍSICO, ASSOCIADAS À  
ESTRUTURA DO CURSO BÁSICO PÁRA-QUEDISTA  
DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército Brasileiro, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Operações Militares.

Orientador: Maj Art Clayton Amaral Domingues

Coorientador: Maj Inf César Augusto Calembó Marra

**Rio de Janeiro**

**2011**

**Cap Cav ANDRE ROLIM DA SILVA**

**ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DA TEMPERATURA CORPORAL, PREVENINDO-  
SE A HIPERTERMIA INDUZIDA PELO ESFORÇO FÍSICO, ASSOCIADAS À  
ESTRUTURA DO CURSO BÁSICO PARA-QUEDISTA  
DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Escola de  
Aperfeiçoamento de Oficiais, como  
requisito parcial para a obtenção do grau  
de Mestre em Operações Militares.

Aprovado em : \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Cel Inf JULIO CÉSAR DE SALES – Presidente

---

Cap Art PEDRO HENRIQUE LUZ GABRIEL – 2º Membro

---

Maj Art CLAYTON AMARAL DOMINGUES – 3º Membro

A meus pais, meu eterno agradecimento  
por seus exemplos irretocáveis paciência  
e dedicação.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer ao Cap Luz, Cel Sales, Maj Marra, Cap Grigoli, Cap Rachel Lemes e minha grande amiga Andréia, pessoas que colaboraram e contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Maj Amaral, os mais especiais agradecimentos pela orientação segura e estímulo nesta grande empreitada. O caminho foi árduo, mas chegamos ao final. Que nossos estribos se choquem em cavalgadas futuras.

A todos os instrutores do Curso de Cavalaria da EsAO, pelo aperfeiçoamento, discussões e profissionalismo, sempre evidentes durante o curso.

A todos os meus amigos, que contribuíram de forma firme e precisa, prestando esclarecimentos e retirando dúvidas durante a execução deste trabalho, além da presença constante.

À minha família, que sempre zelou por mim, pelo amor e dedicação incondicionais, meu mais afetuoso agradecimento.

Finalmente, a Deus autor da vida e meu guardador em todas as horas.

“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido.

Não na vitória propriamente dita”

Mahatma Gandhi

## RESUMO

Distúrbios térmicos durante atividades físicas, em ambientes extremos, são acontecimentos que são bastante comuns, em correlação com a intensidade e o volume de atividades ou competições esportivas. Dos distúrbios térmicos podem advir situações extremamente danosas aos indivíduos em atividades físicas como a hipertermia, o choque hipertérmico, a rabdomiólise e fatalidade. A atividade em cursos operacionais no Exército Brasileiro, por diversas vezes, se desenvolve em ambientes extremos, como calor intenso, colocando em risco militares que a executam, com poucos estudos publicados a respeito do assunto voltado para a área militar. Dessa forma, desperta-se o interesse para o presente estudo; uma metodologia aplicada à prática do que é executado em um ambiente de curso operacional, o Curso Básico Pára-quedista (C Bas Pqdt). O presente estudo objetivou avaliar, dentre três formas de prevenção da hipertermia, Imersão em Água Fria (IAF), Banho em Água à Temperatura Ambiente (BATA) e Recuperação Passiva (RP), qual delas é a mais eficaz para redução da temperatura corporal, em virtude da Taxa de Redução da Temperatura Corporal ( $TR_{TC}$ ). Assim, 30 militares, alunos do C Bas Pqdt, com os melhores índices de provas iniciais para condição à matrícula, durante a primeira fase do curso, foram submetidos a três formas de redução da temperatura corporal, IAF, BATA e RP, durante um período,  $t = 10$  min, após as atividades diárias na Área de Estágios Pára-quedista, com Temperaturas Iniciais axilar,  $TI$  ( $^{\circ}C$ ), quando do início dos experimentos, observando-se a Umidade Relativa do Ar (URA) e a temperatura ambiental ( $T_A$ ). Findo  $t$ , os sujeitos foram retirados dos experimentos e suas temperaturas finais axilar,  $TF$  ( $^{\circ}C$ ), foram medidas. Os resultados dos experimentos levaram a crer que a  $TR_{TCIAF}$  são significativamente maiores que  $TR_{TCBATA}$  e  $TR_{TCRP}$ , considerando  $p < 0,05$ . Isso indica para uma maior eficácia da técnica IAF do que RP e BATA, recomendando que procedimentos parecidos poderão ser adotados durante as atividades de cursos operacionais.

**PALAVRAS CHAVE:** Hipertermia, Temperatura Corporal, Curso Básico Pára-quedista.

## RESUMEN

Los disturbios térmicos durante las actividades físicas, en ambientes extremos, son acontecimientos bastante comunes, en correlación con la intensidad y el volumen de actividades o competiciones deportivas. De los disturbios térmicos pueden derivar situaciones extremadamente dañinas a los individuos en actividades físicas como la hipotermia, el choque hipertérmico, la rabdomiólisis y la fatalidad. La actividad en cursos operacionales en el Ejército Brasileiro, por diversas razones, se desarrolla en ambientes extremos, como calor intenso, colocando en riesgo a los militares que la ejecutan, con pocos estudios publicados respecto al asunto direccionados al área militar. De esa forma, se despierta el interés para el presente estudio; una metodología aplicada a la práctica de lo que es ejecutado en un ambiente de curso operacional, el Curso Básico de Paracaidista (C Bas Pqdt). El presente estudio tuvo como objetivo evaluar, entre tres formas de prevención de hipertermia, Inmersión en Agua Fría (IAF), Baño en Agua a Temperatura Ambiente (BATA) y Recuperación Pasiva (RP), cual de ellas es más eficaz para la reducción de la temperatura corporal, en virtud de la Tasa de Reducción de la Temperatura Corporal ( $TR_{TC}$ ). Así, 30 militares alumnos del C Bas Pqdt, con los mejores índices de pruebas iniciales para las condiciones de matrícula, durante la primera fase del curso, fueron sometidos a tres formas de reducción de la temperatura corporal, IAF, BATA y RP, durante un período,  $t = 10$  min, después de las actividades diarias en el Área de Instrucción Paracaidista, con temperaturas iniciales axilar,  $TI$  ( $^{\circ}C$ ), al inicio de los experimentos, observándose la Humedad Relativa del Aire (URA) y la temperatura ambiental ( $TA$ ), finalizado  $t$ , los sujetos fueron retirados de los experimentos y sus temperaturas finales axilares,  $TF$  ( $^{\circ}C$ ), fueron medidas. Los resultados de los experimentos llevaron a creer que la  $TR_{TCIAF}$  son significativamente mayores que  $TR_{TCBATA}$  y  $TR_{TCRP}$ , considerando  $p < 0,05$ . Eso indica una mayor eficacia de la técnica IAF que de RP y BATA, recomendando que procedimientos parecidos podrán ser adoptados durante las actividades de los cursos operacionales.

**PALABRAS CLAVE:** Hipertermia, Temperatura Corporal, Curso Básico de Paracaidista.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Como o corpo reage a mudança de temperatura.....	28
FIGURA 2	Correlação entre a temperatura muscular e o salto.....	32
FIGURA 3	Conversão entre os índices de bulbo úmido e bulbo seco.....	37
FIGURA 4	Condutas durante a atividade física associada a cores das bandeirolas.....	38
FIGURA 5	Valores de URA durante o mês de janeiro.....	50
FIGURA 6	Temperaturas obesrvadas durante o mês de janeiro.....	51
FIGURA 7	Temperatura esofágica quando se produz desidratação progressiva.....	52
FIGURA 8	Resultados dos experimentos de Proulx, Ducharme e Kenny.....	54
FIGURA 9	TI e TF de IAF.....	57
FIGURA 10	TI e TF de BATA.....	58
FIGURA 11	TI e TF de RP.....	60
FIGURA 12	Taxas de redução entre a formas de redução da temperatura corporal.....	60
FIGURA 13	Correlação entre as três formas de redução da temperatura.....	65

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Exercícios físicos de acordo com níveis de estresse úmido.....	30
TABELA 2	Exemplos etiológicos da rabdomiólise.....	34
TABELA 3	Apresentação da definição operacional.....	41
TABELA 4	Atividades desenvolvidas durante a pesquisa de campo.....	45
TABELA 5	Distribuição dos resultados do experimento com IAF.....	56
TABELA 6	Distribuição dos resultados do experimento com BATA.....	58
TABELA 7	Distribuição dos resultados do experimento com RP.....	59
TABELA 8	Taxas de redução da temperatura corporal.....	61
TABELA 9	Resultados estatísticos de IAF, BATA e RP.....	61
TABELA 10	Resultados obtidos a partir da ANOVA dados para temperatura corporal intragrupos.....	61
TABELA 11	Resultados Estatísticos de IAF, BATA e RP.....	61
TABELA 12	Teste de Tukey para nível de significância.....	62

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1	PROBLEMA.....	16
1.2	OBJETIVO.....	18
1.3	HIPÓTESES.....	20
1.4	JUSTIFICATIVA.....	20
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	23
2.1	O CURSO BÁSICO PARA-QUEDISTA.....	24
2.2	A TERMORREGULAÇÃO.....	25
2.2.1	<b>Equilíbrio térmico</b> .....	26
2.2.2	<b>Avaliação da temperatura corporal</b> .....	29
2.2.3	<b>Efeitos do exercício e do ambiente na termorregulação</b> .....	29
2.3	A HIPERTERMIA.....	31
2.3.1	<b>A rabdomiólise</b> .....	33
2.4	A PREVENÇÃO DA HIPERTERMIA.....	35
3	<b>METODOLOGIA</b> .....	40
3.1	OBJETO FORMAL DE ESTUDO.....	40
3.2	AMOSTRA.....	41
3.3	DELINEAMENTO DE PESQUISA.....	43
3.3.1	<b>Procedimentos para a revisão da literatura</b> .....	43
3.3.2	<b>Procedimento experimental</b> .....	44
3.3.3	<b>Instrumentos</b> .....	46
3.3.3.1	Teste de Recuperação Passiva (RP).....	46
3.3.3.2	Teste de Banho em Água à Temperatura Ambiente (BATA).....	47
3.3.3.3	Teste de imersão em Água Fria (IAF).....	47
3.3.4	<b>Análise dos dados</b> .....	48
4	<b>RESULTADOS</b> .....	49
4.1	RESULTADOS EXTRAÍDOS DE LITERATURA.....	50
4.2	RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS REALIZADOS.....	56
4.2.1	<b>Resultado do experimento com imersão em água fria</b> .....	56
4.2.2	<b>Resultado do experimento com banho em água à temperatura ambiente</b> .....	58

4.2.3	Resultado do experimento com amostra em recuperação passiva...	59
4.2.4	Resultado da taxa de redução entre as formas de redução da temperatura.....	60
5	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	63
5.1	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS INTRAGRUPOS.....	64
5.2	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS ENTREGRUPOS.....	65
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	67
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	73
	<b>GLOSSÁRIO</b> .....	77
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO</b> .....	78
	<b>APÊNDICE B – FICHA CONTENDO OS CRITÉRIOS DE INCLUSÃO</b> ....	79
	<b>APÊNDICE C – FICHA DE COLETA DE DADOS PARA IMERSÃO EM ÁGUA FRIA</b> .....	80
	<b>APÊNDICE D – FICHA DE COLETA DE DADOS PARA O BANHO EM ÁGUA À TEMPERATURA AMBIENTE</b> .....	81
	<b>APÊNDICE E – FICHA DE COLETA DE DADOS PARA O GRUPO EM RECUPERAÇÃO PASSIVA, CONTROLE</b> .....	82
	<b>APÊNDICE F – PROPOSTA DE PROTOCOLO PARA PREVENÇÃO DA HIPERTERMIA</b> .....	83
	<b>APÊNDICE G – QUADRO DE DADOS</b> .....	84

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a Constituição Federal de 1988:

“As Forças Armadas, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República, e destinam-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem.”

Cabe às Forças Armadas, a missão de defender a Pátria e também garantir os poderes constitucionais, podendo ainda ser empregada em Operações de Garantia de Lei e da Ordem.

Com a finalidade de cumprir sua missão constitucional, o Exército Brasileiro prepara e treina seus efetivos por meio de cursos de formação, de especialização e extensão, destinados às mais variadas atividades correlatas à Instituição. Desenvolve uma liderança que motive direta ou indiretamente, particularmente pelo exemplo, o homem e as organizações militares para o cumprimento de sua missão. Dessa forma, estabelece uma qualificação profissional e moral, desenvolvendo a autoconfiança, autoestima e motivação dos componentes da Instituição, dentre outros atributos da área afetiva (BRASIL, 2011, p 3). O Exército Brasileiro, através de instrutores, quando conduz a instrução militar busca qualificar seu pessoal cognitivamente para o manejo dos materiais militares. A instrução militar é voltada para o desempenho individual; procurando aperfeiçoar os aspectos afetivos durante essa atividade, buscando-se formar líderes motivadores através do exemplo, tanto físico quanto cognitivo, capazes de bem cumprir as missões magnas.

A missão do Exército Brasileiro fundamenta-se em suas tradições e vocações, definidas e consolidadas ao longo do processo histórico-cultural da Nação. Tradições de bravura, sacrifício, desprendimento e participação para conquistar e garantir a soberania, a unidade e a integração nacionais e a paz social. (BRASIL, 2011, p.4)

A Constituição Federal, as leis decorrentes e as diretrizes do Presidente da República, Comandante Supremo das Forças Armadas, definem as ações a realizar, para o cumprimento da missão constitucional do Exército.

O Exército Brasileiro quando constituído para se tornar capaz de defender os interesses de Pátria, se organiza em Grandes Comandos Militares e Regiões

Militares. Os Grandes Comandos Militares são comandos regionais, subdivididos por região e são compostos por Comandos Militares de Área, sendo estes formados por Divisões de Exército e Brigadas de Infantaria e Cavalaria.

As Brigadas são grandes comandos operacionais capazes de atuar independentemente, possuindo partes integrantes de unidades de combate, apoio ao combate e logística, dentre elas a Brigada de Infantaria Pára-quedista.

A Brigada de Infantaria Pára-quedista é uma tropa, dentre outras, denominada: “força de ação rápida”. Por ser uma Grande Unidade de alta mobilidade estratégica, tem por missão atuar com rapidez nas ações de defesa externa e de garantia da lei e da ordem, em qualquer parte do território nacional, e, eventualmente, participar de operações de paz (BRASIL, 2011, acesso em 12 Fev).

Para integrar a Brigada de Infantaria Pára-quedista, o militar do Exército Brasileiro, capaz de cumprir as missões desta Grande Unidade, deve possuir o Curso Básico Pára-quedista, sendo apto a utilizar as técnicas com pára-quedas militar semi-automático.

O Curso Básico Pára-quedista do Exército Brasileiro, tem como objetivo habilitar oficiais, aspirantes a oficial, subtenentes, sargentos e soldados à ocupação de cargos, funções e ao desempenho de funções na Brigada de Infantaria Pára-quedista (Bda Inf Pqdt), Brigada de Operações Especiais (Bda Op Esp) e Companhias de Forças Especiais não orgânicas da Bda Op Esp. E assim, capacitando-os ao salto de aeronave militar em vôo, com paraquedas semiautomático (BRASIL, 2011, acesso em 12 Fev).

O Curso Básico Pára-quedista desenvolve-se na área de estágios da Brigada de Infantaria Pára-quedista, Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil (CIPqdtGPB), em diversas épocas do ano (BRASIL, 2010 b).

Particularmente, no mês de janeiro, época em que é realizado o curso, por diversas vezes, o instruendo depara-se com um ambiente úmido, fardamento podendo atuar como sobrecarga e a reposição hídrica não suficiente, que pode levar a um quadro exagerado da temperatura corporal interna (BRASIL, 2010, p. 39). O Aluno do Curso Básico Pára-quedista realiza atividades físicas intensas naquele ambiente, em horários por diversas vezes críticos à fisiologia necessária à dissipação de calor gerado por seu organismo.

Essa incapacidade de controlar a temperatura interna do corpo pode levar a um quadro de hipertermia severa induzida pelo esforço físico (HTE). No Brasil,

embora se desconheça sua prevalência, casos de HTE podem ocorrer em atividades físicas de longa duração e alta intensidade e atividades atléticas realizadas em ambientes quentes e úmidos (VIVEIROS, 2008, p. 3). Estas atividades podem ser correlacionadas aos treinamentos militares, quando os alunos do Curso Básico Pára-quedista são submetidos às atividades do curso, colocam-se em risco de serem acometidos por hipertermia, colocando seu organismo em grande risco.

Se o corpo não remover o calor despendido pela atividade física e pelo calor térmico dos alimentos, há o risco de corpo humano apresentar um estado de hipertermia (ARMSTRONG, 2000, p. 16). No curso operacional o instrutor pratica atividades físicas intensas sob elevadas temperaturas climáticas da época e críticos patamares de umidade relativa do ar, que geram uma preocupação estreita em relação à execução das atividades e à saúde dos alunos.

O corpo humano está constantemente mantendo a temperatura corporal interna em torno de 37 °C, e está sempre se adaptando a mudanças de temperatura, umidade, ventos, radiação solar, e pressão atmosférica e ainda, 80% do que é ingerido como alimentos para o ser humano, entre carboidratos, proteínas e gorduras, eventualmente, são transformados em calor (ARMSTRONG, 2000, p.16).

No entanto, a atividade física excessiva, associada à alteração na temperatura corporal, entre outras causas pode levar a um quadro de rabdomiólise que é uma insuficiência renal aguda (ROSA *et al.*, 2005, p. 271-82). Esta patologia se deve a incapacidade de o corpo humano não transferir o calor gerado pelo organismo, retornando aos parâmetros normais de temperatura. A umidade relativa do ar e a alta temperatura dificulta o processo de termorregulação, podendo levar ao quadro de insuficiência renal aguda e conseqüentemente, rabdomiólise.

A rabdomiólise é uma entidade patológica provocada pela necrose das células musculares esqueléticas, com a conseqüente liberação, para a circulação, de vários constituintes celulares. Por este motivo decorrem alterações laboratoriais e manifestações clínicas correspondentes, com gravidade variável, desde casos assintomáticos ou apenas dominados pela elevação das enzimas musculares, sem repercussões clínicas significativas, até casos complicados de insuficiência renal grave ou, mesmo, de arritmias ventriculares devido a alterações metabólicas e hidroeletrólíticas (KNOCH, 1993, p. 725-31).

Ainda Segundo Rosa e seus colaboradores, 2005, p. 271-82, alterações na temperatura corporal, relacionadas com atividade muscular excessiva, são

relacionadas como uma das causas de Rabdomiólise, assim como: traumáticas; oclusão ou hipoperfusão dos vasos musculares; tóxicas; farmacológicas; alterações eletrolíticas e endócrinas; infecciosas; doenças musculares inflamatórias e miopatias metabólicas.

Estima-se que a hipertermia está intimamente ligada às causas catalisadoras da rabdomiólise. Vários estudos abordaram casos de rabdomiólise associada a uma síndrome semelhante à hipertermia maligna induzida por exercício (UCHOA e FERNANDES, 2003, p. 63-68). Em 1982, Jardon, relatou casos de hipertermia maligna durante exercício extenuante, agitação e calor ambiental, concluindo que estas anomalias têm apontado para a existência de uma “Síndrome do Estresse Humano”. Adicionalmente, Wappler e seus colaboradores, 2001, p. 94-100, concluíram, em estudo, que a hipertermia, choque térmico e rabdomiólise induzida por exercício são síndromes fortemente relacionadas.

Do acima exposto, o presente trabalho busca estudar formas de se evitar o acometimento de uma hipertermia induzida pelo esforço físico, correlacionando a temperatura elevada, após a execução de uma atividade física prevista para o período da primeira fase do Curso Básico Pára-quedista, à melhor forma de prevenir uma elevação excessiva da temperatura corporal, causando danos ao corpo humano.

Sendo assim, algumas formas de controlar a hipertermia previnem a rabdomiólise, aquela sendo um catalisador dessa grave enfermidade que provoca falência da função renal, dentre outras patologias, podendo em vários casos levar ao óbito (VANHOLDER, 2000, p. 1553-61).

Portanto, estas formas de prevenir o dano ao corpo humano sob uma temperatura elevada, reduzirão as possibilidades de os alunos do Curso Básico Pára-quedista serem acometidos por hipertermia e em consequência disso, a rabdomiólise, tudo com a finalidade de resguardar o instruendo através da segurança na execução da instrução militar.

## 1.1 PROBLEMA

Nos últimos anos têm-se observado que atletas em exercícios físicos extenuantes estão sendo acometidos de uma doença renal grave, com alguns casos de levados ao óbito. (PAROLIN, 2009, p. 224-7). Estes acontecimentos, se



transferidos para um ambiente de cursos operacionais, repercutem negativamente para a Instituição Exército Brasileiro, pois não são bem vistas perante a sociedade. Além disso, o valor de uma vida humana é inestimável, em se tratando de homens inseridos na sociedade (pais, maridos e filhos), que se voluntariaram para uma especialização militar combatente.

No mês de janeiro, em pleno verão no hemisfério sul, desenvolve-se um dos cursos operacionais do Exército Brasileiro. O Curso Básico Pára-quedista é realizado no Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil (CI Pqdt GPB) (BRASIL, 2010, p. 1-20). As temperaturas da época são um agravante à execução dos exercícios e ao mesmo tempo, um ponto de preocupação por parte do corpo de instrutores. Estes monitoram as temperaturas ambientais, por algumas vezes durante as instruções em horários críticos, e analisam as condições de trabalho durante o dia (BRASIL, p.1-24).

Os exercícios físicos podem ser realizados em ambientes denominados termoneutros, nos quais os indivíduos, em repouso, conseguem manter seu metabolismo basal<sup>1</sup> no nível mais baixo e os mecanismos de termorregulação não estão sendo muito solicitados (HAYMES e WELLS, 1986).

Os ambientes com temperatura maior do que 24°C são considerados quentes, podendo ser úmidos ( $URA^2 > 75\%$ ) ou secos ( $URA < 50\%$ ), e neles a termorregulação humana ainda é possível, o que permite a realização de exercícios durante mais tempo. Existem também os ambientes considerados extremos, ou seja, situações onde a termorregulação encontra-se praticamente impedida pelas condições ambientais de umidade, radiação ou convecção ou pelo uso de determinadas vestimentas (ARMSTRONG, 2000, p. 355-8). O ambiente da área de estágios Pára-quedista se desenvolve em um destes ambientes quentes e úmidos a que o estudo de Armstrong refere-se, com temperaturas ambientais chegando em torno de 42°C, e umidades relativas do ar ultrapassando os patamares de 80% no mês de janeiro, segundo estatísticas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2011, acesso em 16 Fev).

As características ambientais naturais da área criam um ambiente favorável a

---

<sup>1</sup> Metabolismo Basal – Quantidade calórica utilizada pelo corpo para funcionamento de todos os sistemas fisiológicos, durante o repouso.

<sup>2</sup> Umidade Relativa do Ar (URA) - É a relação entre a pressão de vapor do ar (medida em pascal) e a pressão de vapor do ar obtida em condições de equilíbrio ou saturação sobre uma superfície de água líquida ou gelo.

propensão de hipertermia (HT), e cresce de importância o cuidado com a integridade física dos instruídos. Com estes cuidados, evita-se que os alunos do Curso Básico Pára-quedista, através da elevação abrupta da temperatura corporal e, também, através da impossibilidade de dissipar esta temperatura em excesso, sofram conseqüências nocivas à integridade física dos alunos com casos de hipertermia severa, convulsões, disritmias e rabdomiólise, sendo essa última a mais grave (ROSA *et al*, 2005, p. 271-82).

A maioria dos casos de rabdomiólise está relacionada com o consumo de álcool, atividade convulsiva e compressão muscular por imobilização prolongada, sendo que a maioria dos casos ocorrem em pessoas saudáveis, como resultado de exercício exaustivo (KNOCHEL, 1993, p. 725-31). Com isso, percebe-se do risco em que se encontram instruídos, e também, no preparo intelectual de instrutores para uma devida orientação das atividades de instrução, com os devidos cuidados para com a saúde dos alunos.

Assim, a atividade física excessiva em ambiente quente e úmido, limita os mecanismos termorregulatórios, podendo desencadear a acumulação excessiva de calor no corpo, agravado por desidratação, roupas inadequadas ou febre. Se os mecanismos de ajuste da temperatura não puderem compensar o aumento excessivo de calor no corpo, ocorrerá a hipertermia, com graves conseqüências sobre o organismo (NIELSEN *et al*, 1997, p. 49-56).

No intuito de desenvolver estratégias para a prevenção da hipertermia associada às atividades desenvolvidas no Curso Básico Pára-quedista, foi formulado o seguinte problema:

Que estratégias de redução da temperatura corporal, prevenindo-se a hipertermia induzida pelo esforço físico, reduzem significativamente a temperatura corporal dos alunos do Curso Básico Pára-quedista durante a primeira fase do curso?

## 1.2 OBJETIVO

Com o objetivo de desenvolver estratégias de prevenção da hipertermia que melhor se adequem à estrutura do Curso Básico Pára-quedista, durante as atividades de instrução na primeira fase do referido curso, fase em que se realizam exercícios físicos intensos em ambientes quentes e úmidos, pretende-se determinar

quais formas de redução da temperatura corporal são eficazes para que instruendos não sejam colocados em risco de distúrbios térmicos provocados pelo calor, durante a execução de atividades militares.

De um modo geral, objetiva-se concluir acerca de quais serão as mais exequíveis à aplicação dos métodos de diminuição da temperatura corporal dos instruendos, evitando-se a hipertermia na área de estágios do Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil, em relação à proposta mais eficiente e com os menores custos à Organização Militar como Unidade Gestora de recursos financeiros.

Procurando chegar à elucidação do problema e à consecução do objetivo geral de estudo, foram formulados os objetivos específicos, abaixo relacionados, que permitirão o encadeamento lógico do raciocínio descritivo apresentado neste estudo:

a. Descrever os principais conceitos relativos de hipertermia relacionadas com a rabdomiólise;

b. Identificar os aspectos relativos à hipertermia induzida pelo esforço físico relacionados com a atividade física;

c. Citar estratégias específicas de redução da temperatura corporal segundo estudos realizados, prevenindo-se a hipertermia induzida pelo esforço físico a ;

d. Testar três estratégias específicas de redução da temperatura corporal segundo estudos realizados, prevenindo-se a hipertermia induzida pelo esforço físico;

e; Descrever as três estratégias específicas de redução da temperatura corporal utilizadas no ambiente do Curso Básico Pára-quedista, prevenindo-se a hipertermia induzida pelo esforço físico;

f. Acompanhar a temperatura corporal dos instruendos durante as atividades do Curso Básico Pára-quedista, coletando seus valores em diferentes momentos;

e. Submeter os avaliados às formas de redução da temperatura corporal, selecionados a partir dos melhores índices no teste de entrada para o referido curso;

f. Comparar os resultados obtidos nos experimentos intergrupos e intragrupos;

g. Concluir acerca da existência ou não de diferenças significativas inter e intragrupos, em função das diferentes administrações de redução da temperatura corporal.

### 1.3 HIPÓTESES

Sendo as formas de administração de prevenção da HT possam exercer efeito intergrupos, foram elaboradas hipóteses estatísticas apresentadas a seguir em suas formas nula ( $H_0$ ) e alternativa ( $H_1$ ) respectivamente:

$H_{0a}$  – Não haverá diferença significativa na taxa de redução da temperatura corporal média intergrupos devido à forma de redução da temperatura corporal imposta;

$H_{1a}$  – Haverá diferença significativa na taxa de redução da temperatura corporal média intergrupos devido à forma de redução da temperatura corporal imposta;

$H_{0b}$  – Não haverá diferenças significativas na taxa de redução da temperatura corporal média intragrupos devido à forma de redução da temperatura corporal imposta.

$H_{1b}$  – Haverá diferenças significativas na taxa de redução da temperatura corporal média intragrupos devido à forma de redução da temperatura corporal imposta.

### 1.4 JUSTIFICATIVA

O Exército Brasileiro, recentemente despertou-se para as necessidades de se estabelecer um protocolo de prevenção da rhabdomiólise e formas de se evitar a hipertemia, evitando males acometidos pelo calor através de uma cartilha distribuída às Organizações Militares (BRASIL, 2010, p. 9-12)

Com este trabalho, procura-se justamente preencher uma lacuna de como determinadas estratégias de se reduzir a temperatura corporal elevada, melhor se aplicam à estrutura do Curso Básico Pára-quedista e também às demais Organizações Militares, propondo formas de se evitar distúrbios através do calor dentro da Instrução Militar.

A relevância do presente estudo se dá pela necessidade de se estabelecer protocolos que poderão ser utilizados pela área de estágios da Brigada de Infantaria Pára-quedista como formas de prevenir que seus instruendos sejam acometidos por complicações advindas do calor e umidade extremos durante a permanência dos instruendos em atividades físicas intensas.

Essa investigação se propõe a trazer conhecimentos científicos aliados à realidade das atividades militares desenvolvidas na Brigada Pára-quedista, sendo que as técnicas utilizadas no presente estudo são apropriadas à utilização em situações de campanha para se adotar sistemas e estratégias que possam servir para outros estabelecimentos de atividade militar.

No estudo em questão, a particularidade do ambiente do Curso Básico Pára-quedista, sendo quente e úmido, aliado às intensas atividades físicas exigidas durante a primeira fase, coloca todo este contexto em um patamar crítico no qual os militares do Exército Brasileiro poderão se deparar.

Ao final destes experimentos, pretende-se comprovar que determinadas estratégias de redução da temperatura corporal, são perfeitamente exequíveis à instrução militar em campanha. Destina-se precipuamente ao instruendo em atividades de esforço físico intenso ou moderado. Dessa forma, a preocupação de prevenir a elevação da temperatura corporal, trará ao aluno uma maior segurança psicológica na execução das atividades. O aluno com este suporte profilático, poderá se desenvolver melhor na demonstração dos conhecimentos e capacidades a que está sendo submetido.

Ainda, a despeito das peculiaridades de cada tipo de curso, é necessária uma preocupação constante, antes, durante e após a execução das especializações destes militares que estarão defendendo os interesses nacionais nos mais distantes locais de Brasil.

Neste sentido, o presente estudo justifica-se por procurar prevenir um mal que tem sido um dos catalisadores da rabdomiólise, a hipertermia. Procurando desenvolver técnicas que sejam aplicáveis às situações e condições do Curso Básico Pára-quedista.

O referido curso foi escolhido pela facilidade de busca dos experimentos, e na preocupação do CI Pqdt GPB em promover uma rotina segura de execução do curso para os futuros pára-quedistas do Exército Brasileiro.

Comprovando-se alguma das hipóteses estipuladas, pretende-se ainda evidenciar que algumas técnicas de prevenção da hipertermia poderão facilitar no aprendizado e desenvolvimento do instruendo durante a área de estágios e até mesmo salvar a vida de militares que estarão executando o curso.

Ademais, as estratégias analisadas ao final do presente estudo, poderão ser utilizadas em outros cursos operacionais do Exército Brasileiro, fazendo com que se

tenha um protocolo de prevenção da hipertermia em ambientes quentes, tanto úmidos quanto secos, onde envolva instrução militar e desgaste físico.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A Força Terrestre, como instrumento operacional da Expressão Militar do Poder Nacional, possui missões que decorrem de suas características institucionais, definidas na Constituição Federal e em outros diplomas legais. Logo, tem por finalidade básica assegurar a conquista e a manutenção dos Objetivos Nacionais Permanentes, executando as seguintes missões:

- Dissuadir possíveis ameaças aos interesses vitais da Nação;
- Respalda decisões políticas independentes, na ordem internacional;
- Impor a vontade nacional, pela força, no quadro das hipóteses de emprego consideradas (BRASIL, 1997, p. 2.1 ).

As Forças Armadas devem ser capazes de operar eficientemente em todo o espectro de conflitos previsíveis, aplicando seus meios de modo adequado e eficiente. Logo, através da instrução militar busca-se alcançar as capacidades necessárias à condução da Força ao cumprimento de seus preceitos constitucionais. A instrução militar voltada para o desempenho do eficiente uso de seus meios de combate a torna capaz de operar eficazmente e apta a operar em todo o território nacional.

A Brigada de Infantaria Pára-quedista poderá ser empregada em Operações aeroterrestres (Op Aet). Esta envolve o movimento aéreo e a introdução, numa área de objetivo, de forças de combate e dos respectivos apoios, para a execução de missão tática ou estratégica. Existem três tipos de Op Aet: assalto aeroterrestre, incursão aeroterrestre e interdição de área (BRASIL, 1997, p 22)

O assalto aeroterrestre tem por finalidade conquistar uma ou mais cabeças-de-ponte aérea. Esta área localiza-se, normalmente, na retaguarda das linhas inimigas. Ela deve possuir espaço suficiente para a defesa em profundidade, para a manobra, para a dispersão das instalações e para o desembarque de tropas, suprimentos e equipamentos (BRASIL, 1988). Dessa forma, conclui-se que uma Operação de Assalto Aeroterrestre, além de envolver um vasto espectro de meios, se detem precipuamente na capacidade do soldado cumprir sua missão. A isso, destaca-se como condição primária o preparo físico do combatente aeroterrestre.

Para discutir tais aspectos, abordando as bases teóricas mais relevantes para o presente estudo, esta seção será dividida nos seguintes tópicos: o Curso Básico Pára-quedista, a Termorregulação, a Hipertermia, a Prevenção da Hipertermia.

## 2.1 O CURSO BÁSICO PÁRA-QUEDISTA

Para que o militar esteja apto a atuar em operações aeroterrestres, deverá realizar o Curso Básico Pára-quedista, no Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil (CI Pqdt GPB). Segundo o site do CI Pqdt GPB, a missão da escola é formar e especializar recursos humanos para as atividades aeroterrestres, necessários ao preenchimento de vagas, no quadro de cargos previstos (QCP) da Brigada de Infantaria Pára-quedista (Bda Inf Pqdt), da Brigada de Operações Especiais (Bda Op Esp), 3ª Cia de Forças Especiais (3ª Cia FE).

O Curso se desenvolve em duas fases distintas. Na primeira fase, as instruções têm como objetivo desenvolver a preparação física do aluno, e são desenvolvidas em três tempos de instrução, das 07:15 às 11:30 hrs. A segunda fase, destina-se basicamente ao aprendizado das técnicas de salto e aterragens (BRASIL, 2008).

Na primeira fase do curso, a jornada é dividida em três tempos de instrução, na parte da manhã, sendo que o último tempo é destinado ao treinamento para o Teste de Verificação Física (TVF). As sessões de instrução possuem uma duração de uma hora com intervalos de 10 min e 20 min, no intervalo maior há a reposição energética oferecida aos alunos do curso. Durante a referida fase, a jornada de trabalho se inicia às 7:15 h e termina às 11:30 h com a saída dos Alunos da Área de Estágio (BRASIL, p. 1-24).

Nesta fase, são desenvolvidos exercícios neuromusculares, necessários à adaptação do aluno ao salto de paraquedas. Alguns exemplos de exercícios neuromusculares desenvolvidos na área de estágios:

- Flexão na Barra Fixa
- Flexão de braços
- Canguru
- Tira-prosa
- Abdominal
- Toros, dentre outros

Assim, têm-se uma carga semanal total de 15 horas de trabalho físico. Durante essa fase, a carga horária da tarde, destina-se à recuperação metabólica, seguindo a grade curricular do curso. Ao final de três semanas de instrução, dentro destes parâmetros, o Aluno é submetido ao Teste de Verificação Física (TVF).



Sendo aprovado nos testes, lhe dará condições de ingressar na segunda fase do curso, o qual se destina às técnicas de salto e aterragem, principalmente (BRASIL, p. 1-24).

Há recomendações para que os instrutores conduzam o curso com o maior nível de profissionalismo, não podendo haver exageros, observando-se sempre o respeito e a hierarquia definidos pela profissão militar. Além disso, deve haver atenção especial quanto às condições climáticas que deverão ser aferidas diariamente. (BRASIL, p. 1-24).

Durante a primeira fase do curso, os alunos são submetidos a sessões de treinamento físico que lhe darão valências físicas para a atividade de salto. Aos alunos são aplicados exercícios de corrida contínua, numa distância de 5 km, pista de treinamento em circuito, com todos os exercícios previstos em manual de atividades físicas, ginástica básica pára-quedista, pista de cordas, com obstáculos que demandarão do aluno força de membros superiores e técnicas corretas de transposição dos obstáculos e exercícios com toros (BRASIL, p. 1-24).

A primeira fase do curso demanda do aluno uma alta condição de preparação e aptidão física e mental. Os esforços físicos vigorosos, aliados às altas temperaturas da época podem trazer ao instruendo riscos advindos das altas taxas de temperatura e umidade relativa do ar, podendo levar a um quadro de hipertermia, despertando o interesse do estudo ora apresentado.

A exigência física, associada às altas temperaturas e umidade relativa do ar, coloca em risco militares que executam o referido curso. Especialmente no mês de janeiro, no verão sul-americano, essas temperaturas chegam a índices extremamente danosos ao corpo humano, se não forem observados alguns procedimentos para treinamento e execução dos exercícios físicos.

Contudo, até mesmo com a verificação de aspectos protocolares de cuidados com a atividade física naquele cenário, há riscos a que os instruendos são expostos. Dentre eles, destacam-se a hipertermia e em consequência disso a rabdomiólise.

## 2.2 TERMORREGULAÇÃO

A termorregulação corporal conceitua-se como todos os procedimentos fisiológicos capazes de compensar (neutralizar) o ganho e a dissipação de calor, tanto a partir do metabolismo quanto do meio ambiente (FOSS, 2000, p. 464).

Quando desafiado por diferentes temperaturas e ambientes, calor ou frio, o corpo esforça-se para manter a temperatura interna numa variação bastante estreita.

A temperatura corporal em repouso é mantida em equilíbrio através da integração de mecanismos que alteram a transferência de calor para a periferia do corpo, regulam o resfriamento por evaporação do suor e controlam a taxa de produção de calor corporal. O centro termorregulador hipotalâmico é o responsável pelo processamento das informações sobre as variações na temperatura do corpo e pela ativação dos mecanismos de conservação ou dissipação de calor (GAVIN, 2003, p. 941-7).

Como resultado da ineficiência de transferência metabólica, mais de 75% da energia que é gerada pela oxidação do substrato do músculo esquelético, é liberada como calor. Durante o exercício, vários poderosos mecanismos fisiológicos de perda de calor são ativadas para evitar um aumento excessivo da temperatura corporal central. No entanto, um ambiente quente e úmido pode significativamente aumentar o desafio que o exercício físico impõe sobre o sistema termorregulador humano, como a troca de calor entre o corpo e o ambiente é consideravelmente diminuída nestas condições (WENDT, 2007, p. 669-82).

Isto pode conduzir a decréscimos de desempenho graves e um risco aumentado de desenvolvimento de doenças provocadas pelo calor. Felizmente, há uma série de estratégias que os atletas podem usar para prevenir e / ou reduzir os perigos que estão associados com o exercício no calor (WENDT, 2007, p. 669-82). Logo, deve-se ter em mente as informações, os sintomas e a conduta aos “sinais de alerta” por parte de instrutores e também instruendos, além de profissionais de saúde desempenhando funções de auxílio às atividades físicas militares, tanto em cursos operacionais quanto em instrução militar para o soldado.

A dissipação do calor vai depender da transferência do calor central do corpo para a pele, das vestimentas e do estresse ao calor ambiental. Esse estresse imposto ao indivíduo é uma função da temperatura do ar, velocidade do vento, umidade relativa e da radiação solar.

### **2.2.1 Equilíbrio Térmico**

A todo o momento e, também, durante a atividade física e em qualquer condição ambiental o corpo regula-se constantemente de forma a manter uma

temperatura corporal segura e constante (FOSS, 2000, p. 464). Portanto, a temperatura corporal do indivíduo representa um equilíbrio meticuloso entre a produção e a perda de calor. Quando o corpo produz energia ele libera calor ao ambiente.

Dentre os mecanismos termorregulatórios, o mais eficaz durante a prática de exercícios é a evaporação do suor, através da permuta por evaporação. Este é um dos mecanismos primários de perda de calor durante exercício, a partir da superfície da pele e é o termo aplicado quando um líquido se transforma em vapor ou gás. (FOSS, 2000, p. 465). Assim, quando o corpo humano transpira profusamente, o corpo humano só se esfria quando há evaporação do suor na superfície da pele, ou seja, quando o suor se transforma de líquido para gás na pele.

Para que ocorra o processo de transpiração existem dois tipos de glândulas sudoríparas no corpo, glândulas écrinas e apócrinas<sup>3</sup> secretam o suor mais aquoso e mais denso, respectivamente. Essas glândulas são encontradas, as primeiras em toda a parte do corpo e as segundas nas áreas pubianas e axilares (FOSS, 2000, p. 466).

No entanto, não basta suar, sendo necessária a evaporação do suor para que o calor seja liberado pelo organismo, influenciado pela umidade relativa do ar ambiente. Ou seja, o aumento da umidade relativa do ar diminui a taxa de evaporação do suor, possibilitando, conseqüentemente, menor liberação do calor corporal. Os demais mecanismos, que são a condução, a irradiação e a convecção, têm importância menor durante a prática de exercícios, principalmente os mais intensos e prolongados. Na medida em que ocorre a elevação da temperatura externa, esses três mecanismos se tornam ainda menos efetivos (ARMSTRONG, 2000, p. 8).

O fluxo sanguíneo que banha as células do hipotálamo anterior permite ao organismo humano a constatação da temperatura sanguínea ou central do organismo. Diante do aumento de temperatura central, desencadeia-se uma resposta eferente mediada por receptores adrenérgicos nos vasos sanguíneos, ocorrendo vasodilatação periférica e, conseqüentemente, desvio de sangue para a pele (ARMSTRONG, 2000, p. 22-24).

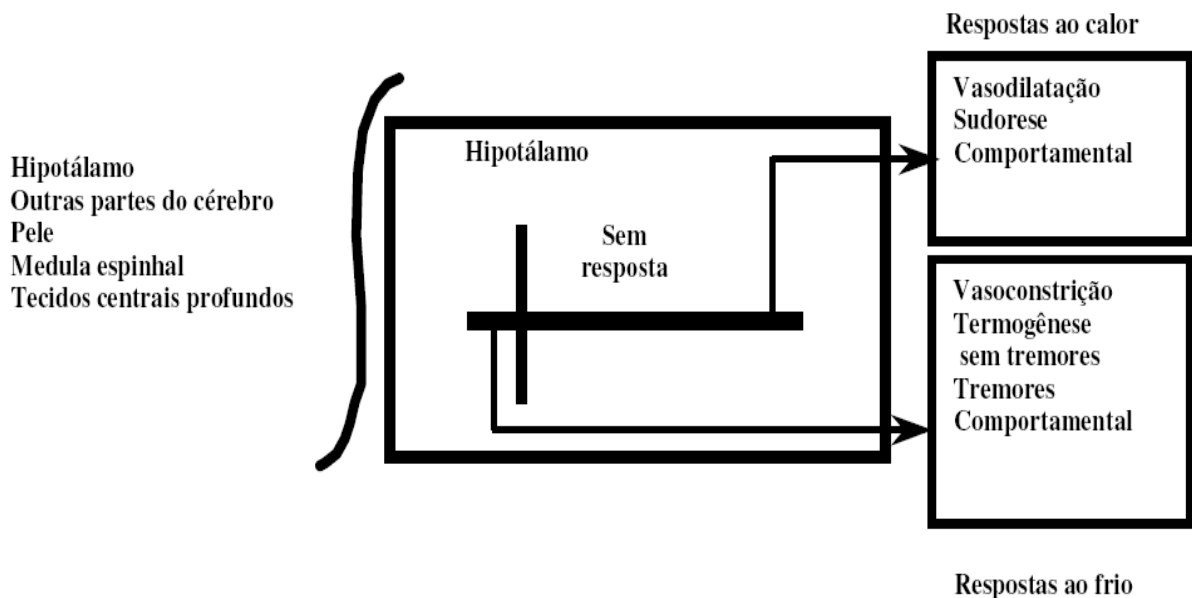
---

<sup>3</sup> Écrinas e apócrinas – Glândulas sudoríparas que fazem o corpo produzir sudorese, localizadas em várias partes do corpo.

Concomitantemente, ocorre estímulo dos receptores colinérgicos<sup>4</sup> nas glândulas sudoríparas, as quais aumentam a taxa de produção do suor. Portanto, o aumento da temperatura central desencadeia o mecanismo de termorregulação, que culmina com a formação e evaporação do suor. Os mecanismos da termorregulação e da manutenção da homeostasia cardiocirculatória podem se tornar conflitantes, principalmente se houver desidratação com diminuição do volume plasmático circulante, quando o organismo privilegia a manutenção do volume plasmático, em detrimento da termorregulação, ocorrendo, então, diminuição da vasodilatação periférica e da produção de suor (ARMSTRONG, 2000, p. 22-24).

Estes impulsos termiais aferentes provêm de receptores anatomicamente distintos ao frio e ao calor, os quais podem ser periféricos ou centrais. Também existem receptores termossensíveis localizados na pele e nas membranas mucosas, que medeiam a sensação térmica e contribuem para a ocorrência dos reflexos termorregulatórios. Esses receptores também respondem à sensação mecânica (SESSER, 1994, 1363-82).

**Figura 1: Como o corpo reage a mudança de temperatura.**



Fonte: adaptado de Sessler 1994, 1363-82

Conforme a figura 11, os impulsos térmicos recebidos dos tecidos periféricos são integrados no hipotálamo, o qual determina a temperatura corporal média. A faixa interlimiar é a temperatura corporal média durante a qual não são deflagradas

<sup>4</sup> Receptores colinérgicos – Proteína integral de membrana que gera uma resposta a partir de uma molécula de acetilcolina.

respostas efectoras.

### 2.2.2 Avaliação da Temperatura Corporal

A temperatura corporal reflete diretamente a quantidade de calor ganho entre o metabolismo e o meio ambiente (FOSS, 2000, p. 467). Logo, quando se determina a temperatura atual do corpo, há fatores externos e internos interferindo na mensuração destes resultados o que leva a se concluir que a temperatura mais interna do corpo pode ser não tão exata quanto a temperatura mais externa do corpo como braços e boca, via oral.

De fato esse fenômeno pode ocorrer. A monitorização da temperatura Existe uma variação diurna normal da temperatura corporal (a T oral pode variar de 36,1 oC pela manhã a 38 °C à tarde) e conforme o tipo de atividade (no exercício aumenta). O valor da T depende do local onde é medida. Para efeito didático a T pode ser dividida em *periférica*, T cutânea, T axilar, T retal, T vesical, e *central*, T timpânica, T nasofaríngea, T oral, T esofágica, T pulmonar (TONELLI e TOLDO, 1994, p. 198).

Com isso, tem-se uma média entre as temperaturas centrais e periféricas. A temperatura axilar reflete a circulação periférica e é aproximadamente 0,5 oC menor que a temperatura oral e 1 °C menor que a temperatura retal. Utiliza o termômetro de mercúrio que deve ser colocado sobre a artéria axilar, não possui grande acurácia, no entanto tem baixo custo. Pode ser afetada por soluções venosas ou por manguitos de pressão (FOSS, 2000, p. 468).

### 2.2.3 Efeitos do exercício e do ambiente na termorregulação

A condição na qual o resfriamento requerido é maior do que a capacidade de resfriamento evaporativo, ou seja, a produção de calor ultrapassa a sua capacidade de dissipá-lo para o ambiente, caracteriza o estresse hipertérmico não compensado (BROTHERHOOD, 2008; p. 6-19). Logo, quando a temperatura de militares em atividades físicas durante o treinamento em curso operacionais, não possui capacidade de ser dissipada através do meio ambiente, faz com que temperatura interna se eleve e ocasione efeitos nocivos à saúde de quem realiza o esforço físico.

Com o aumento da temperatura central, a consequência é a gradativa

diminuição do desempenho físico, que pode culminar com colapso, exaustão e insolação, ocasionando até mesmo o óbito (FOSS, 1998, p.463-85).

O comitê em Medicina de Esporte da Academia Americana de Pediatria (Tabela 2) recomenda que para a prática esportiva sejam levados em consideração os níveis de estresse térmico medidos pelo Índice de Temperatura do Globo e Bulbo Úmido(ITGBU).

**Tabela 1: Exercícios físicos de acordo com níveis de estresse úmido**

**Tabela 1.** Exercícios físicos de acordo com os níveis de estresse térmico.

WBGT (°C)	Atividades esportivas - Liberação ou restrição
<24	Qualquer atividade é permitida. Em atividades prolongadas, os sinais de hipertermia e desidratação (calafrios, piloereção, cefaleia etc.) recomendam a interrupção da atividade e as devidas providências. Em atividades com mais de 60' de duração, recomenda-se a ingestão de 250ml de líquidos a cada 15'.
24-25,9	Recomendam-se intervalos mais prolongados na sombra, com ingestão de 250ml de líquidos a cada 15', mesmo em atividades com menos de 60' de duração.
26-29	Interromper as atividades dos não aclimatizados ao calor ou com algum outro fator de risco. Limitar as atividades para todos os outros. Recomenda-se a ingestão frequente de líquidos e adoção de atitudes para resfriar o corpo.
>29	Cancelar qualquer atividade esportiva ao ar livre

Fonte: Academia Americana de Pediatria (Modificado por Carvalho T e Mara L, em 2009).

**Fonte: Academia Americana de Pediatria (modificado de Carvalho, 2009)**

Esse índice combina as temperaturas de medida do ar (Tdb), umidade (Twb) e radiação solar (Tg), sendo determinado por meio da equação  $WBGT = 0,7wb + 0,2Tg + 0,1Tdb$ . Vale ressaltar que essa recomendação é mais relevante para as atividades intensas e de longa duração.

Durante a primeira fase do curso os instruídos são amplamente exigidos no aspecto físico, através de exercícios neuromusculares e cardiopulmonares.

O corpo humano controla a temperatura interna através de mecanismos acionados pelo hipotálamo, como a sudorese com conseqüente perda de calor. Quando a temperatura ambiente é elevada, associada a altas taxas de umidade relativa do ar, há probabilidades de se apresentarem quadros de hipertermia.

A hipertermia pode ser evitada com a adoção de estratégias bem dimensionadas em vários estudos na literatura científica. Dessa forma, buscou-se associar estas estratégias de prevenção da hipertermia à estrutura do Curso Básico

Pára-queda, com os quais foi estipulada a metodologia da presente estudo, como será explanado a seguir.

## 2.3 A HIPERTERMIA

A normotemperatura humana é aproximadamente 36,5 °C. Quando a temperatura se eleva de 37,5°C a 40°C não há riscos graves para a vida do indivíduo. Contudo, se a temperatura ultrapassa os 40°C começa a ficar ameaçador à vida podendo inclusive provocar convulsões. Se exceder 43°C, a vítima pode ser levada à morte devido à desnaturação da estrutura terciária das proteínas, à instabilidade das membranas celulares, a alterações das vias metabólicas dependentes de oxigênio e a uma disfunção mitocondrial. Se a temperatura corporal conseguir chegar a 51°C, ocorre rigidez muscular e a morte instantânea (ARMSTRONG, 2000, p. 22-24).

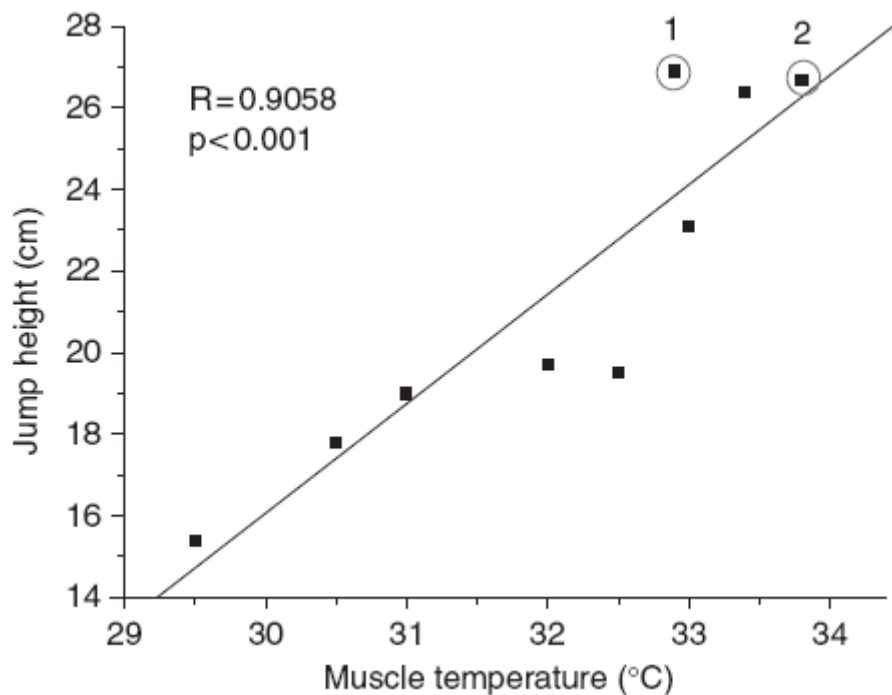
Antigamente, acreditava-se que a elevação da temperatura corporal resultaria em melhora no desempenho físico, independentemente se a temperatura corporal fosse aumentada através de exercícios preliminares ou métodos passivos (ADOLPH e DILL, 1938, apud, SILAMI-GARCIA, 1998, p. 85-94). Contudo, percebeu-se que o indivíduo quando era exposto a um exercício físico em ambientes quentes, acabava por apresentar uma queda de desempenho no exercício ou competição quando o estendia por determinado tempo e também intensidade.

Durante o verão brasileiro, a umidade e a temperatura elevadas são fatores de preocupação para todo o indivíduo que pratique atividade física, particularmente na cidade do Rio de Janeiro (Sitio Clima Tempo). Dessa forma, locais abertos, podem se tornar altamente arriscados para a prática do exercício com uma probabilidade maior de doenças causadas pela temperatura elevada.

À medida que a temperatura corporal ultrapassa 39 °C e, principalmente quando ela se aproxima de 41,5 °C, o organismo, gradativamente, torna-se menos capaz de transferir calor para o ambiente e, se a produção de calor continuar excedendo a capacidade de perda, a hipertermia pode levar ao choque hipertérmico (CHT) que representa a falência cardiocirculatória seguida de insuficiência renal, hepática e, finalmente, perda das funções cerebrais e coma. (SILAMI-GARCIA e RODRIGUES; 1998, p.85-94).

Em contraponto ao que foi abordado, há estudos que sugerem como um fator

positivo para a fisiologia humana, o fato de a temperatura interna do indivíduo se elevar. Através da elevação da temperatura corporal interna, aumenta-se o desempenho muscular até um patamar não nocivo ao corpo humano e seu mecanismo termorregulatório, ambos em ligação. Em um artigo de revisão, S. Racinais e J. Oksa (2010, p. 1-18) mostram que à medida que a temperatura se eleva, também cresce o potencial muscular da fibra, como é apresentado na figura abaixo:



**Figura 2. Correlação entre a temperatura muscular e salto.**

**Fonte: S. Racinais e J. Oksa, 2010, p. 1-18**

Segundo Armstrong (2000, p. 24), as três prováveis causas de hipertermia em atletas são exercícios de alta intensidade, alta temperatura do ar e alta umidade relativa do ar. Logo, militares em atividades físicas em ambientes citados por Armstrong podem ser acometidos por hipertermia. A alta intensidade dos exercícios físicos, a longa duração dos mesmos e o estresse metabólico decorrente das atividades associado às condições ambientais extremas são um fator relevante.

Existem três formas pelas quais a hipertermia degrada o desempenho físico: desempenho muscular, metabolismo aeróbico, dilatação dos vasos sanguíneos. (ARMSTRONG, 2000, p. 25).



### 2.3.1 A rabdomiólise

O exercício físico, de um consenso geral, sempre foi benéfico para o ser humano. A hipertrofia muscular e os ganhos com a adaptação cardiopulmonar são dois exemplos de inúmeros benefícios que a atividade física pode desenvolver.

No entanto, o exercício poderá acarretar conseqüências nocivas, cujo espectro é muito vasto, podendo ir desde simples fascíte plantar até quadros graves de colite isquêmica ou mesmo morte súbita. Quando muito intenso ou desenvolvido em condições adversas poderá originar lise muscular, provocando rabdomiólise (HAMER, 1997, p. 548-51).

A primeira descrição moderna sobre rabdomiólise é atribuída a Bywaters e Bell, que em 1941 descreveram quatro casos de síndrome de esmagamento durante o bombardeio de Londres. Todos eles desenvolveram insuficiência renal aguda (IRA), tendo falecido durante a primeira semana. O exame microscópico revelou cilindros fragmentados a nível tubular renal, no entanto a relação entre a lesão muscular e a insuficiência renal não ficou esclarecida. Nos anos seguintes, o exercício físico, também foi agregado a prováveis causas de rabdomiólise (JARDON, 1982, p. 8-14).

Por volta dos anos 60, se conhecia como causa fundamental de hipertermia associada ao calor em suas duas formas, uma clássica e outra secundária ao exercício em ambientes de temperatura elevada. Ela está caracterizada clinicamente por um aumento da temperatura corporal em associação de rigidez muscular, rabdomiólise, insuficiência renal e outras possíveis complicações como coagulação intravascular disseminada, arritmias e acidoses metabólicas (ÁLVAREZ, 2002, p. 214-32).

A rabdomiólise é uma entidade patológica provocada pela necrose das células musculares esqueléticas, com a conseqüente liberação, para a circulação, de vários constituintes celulares. Por este motivo decorrem alterações laboratoriais e manifestações clínicas correspondentes, com gravidade variável, desde casos assintomáticos ou apenas dominados pela elevação das enzimas musculares, sem repercussões clínicas significativas, até casos complicados de insuficiência renal grave ou, mesmo, de arritmias ventriculares devido a alterações metabólicas e hidroeletrólíticas (VANHOLDER, 2000, p. 1553-1561).

Dentre as causas da rabdomiólise, estudos procuraram categorizar causas e

fatores de risco. As causas mais frequentes de rabdomiólise são o consumo de álcool, o exercício físico intenso, a compressão muscular traumática e a utilização de determinados fármacos e drogas. No entanto é importante lembrar a natureza, muitas vezes, multifatorial desta entidade em que diferentes variáveis etiológicas convergem para uma consequência comum: a morte da célula muscular esquelética com a libertação dos seus constituintes para a circulação sistêmica (ROSA, 2005, p. 271-282).

Há ainda alterações da temperatura corporal, tanto a hipotermia como a hipertermia podem estar associadas à rabdomiólise. A exposição ao calor, sobretudo se acompanhada por exercício físico intenso, pode originar um quadro de rabdomiólise grave (ROSA, 2005, p. 271-282). O Quadro 1 apresenta exemplos etiológicos da rabdomiólise

**Tabela 2: Exemplos etiológicos da rabdomiólise**

Causas de rabdomiólise	Exemplos
1. Atividade muscular excessiva	Exercícios físicos intensos: status epilepticus; status asmaticus; distonia grave e psicose aguda.
2. Alterações na temperatura corporal	Hipotermia e hipertermia

**Fonte: Adaptado de Vanholder et al, 2000, p. 1552-61.**

Primeiramente, nos aspectos citados pelo quadro 1, constata-se como causas de rabdomiólise a atividade muscular excessiva, em especial exercícios físicos intensos. O exercício físico excessivo pode provocar necrose muscular e rabdomiólise. Os indivíduos não treinados, desidratados e que praticam exercício físico excêntrico (ex. descer escadas) ou sob condições extremas de calor e umidade estão em risco acrescido para miólise (ROSA, 2005, p.271-282).

Segundo, constata-se que alterações da temperatura corporal tanto a hipotermia como a hipertermia podem estar associadas à rabdomiólise. A exposição ao calor, sobretudo se acompanhada por exercício físico intenso, pode originar um quadro de rabdomiólise grave. A síndrome maligno dos neurolépticos e a hipertermia maligna são causas de hipertermia que podem coexistir com rabdomiólise (ROSA, 2005, p.271-282).

Como formas de se intervir em um quadro de rabdomiólise, dentre as técnicas

de intervenção terapêutica, destaca-se como objetivo fundamental a prevenção de complicações, além do monitoramento de substâncias sanguíneas marcadoras níveis enzimáticos, como a CPK, creatinofosfoquinase.

Dentre as intervenções terapêuticas destacam-se, a hidratação agressiva e precoce, inicialmente com necessidades que podem ser superiores a 10l/dia, forçar a diurese que pode prevenir a precipitação tubular e aumentar a clareza dos pigmentos, administrar bicarbonato de sódio para alcalinização da urina mantendo um pH urinário  $>6 < 7,5$ , dentre outras técnicas terapêuticas (BROWN, ELLIOT e SRAY, 1994, p. 473-5).

Como formas de se conseguir prevenir a rabdomiólise, fundamentam-se em proporcionar adequada hidratação pré, intra e pós-exercício, e ter atenção às condições ambientais onde se desenvolve, concomitantemente, calor e umidade. Promover treinamento prévio, de forma a gerar adaptação fisiológica ao ambiente onde se executará a atividade física (VISWESWARAN e GUNTUPALLI, 1999, p. 415-28).

Em conclusão aos aspectos anteriormente vistos pode-se salientar que existem algumas formas de se dirimirem os riscos de um acometimento de insuficiência renal aguda em militares em treinamento prolongado:

- Hidratar-se durante a execução do exercício;
- Programar um treinamento prévio adequado, e este com capacidades de sobrecarga de volume e intensidade dos exercícios;
- Condições ambientais favoráveis em que a atividade militar se desenvolve.

## 2. 4 A PREVENÇÃO DA HIPERTERMIA

Na literatura científica encontra-se uma série de estudos voltados ao controle da hipertermia em atletas e militares em diversas situações.

Primeiramente, alguns dados sugerem que essas atitudes, que deveriam ser tomadas no sentido da prevenção do CHT, não têm sido adotadas de maneira sistemática por entidades esportivas e podem estar contribuindo para o agravamento das condições de saúde de suas populações (RODRIGUES et al, 1998).

Dessa forma, uma preocupação com o calor em nosso meio seria muito benéfico, e assim conhecer as condições do ambiente em termos de risco a que

estão sendo colocados os instruídos, através da temperatura WBGT, determinando o seu risco para a hipertermia.

A primeira condição para se evitar a hipertermia é reconhecer os ambientes de risco. O mais utilizado internacionalmente é a medida da “temperatura IBUTG” (Índice de Bulbo Úmido de Termômetro de Globo) em inglês significa, *Wet Bulb Globe Temperature*, WBGT, com a seguinte fórmula (ROBERTS, 1987, p. 21-25):

$$\text{Fórmula } \text{IBUTG} = 0,7 T_u + 0,2 T_g + 0,1 T_b$$

Dados onde,  $T_u$  = temperatura de bulbo úmido;  $T_g$  = temperatura de bulbo globo negro;  $T_b$  = temperatura de bulbo seco.

O IBUTG define os limites de tolerância humana para o estresse térmico ambiental (McCANN & ADAMS, 1997 Apud, POWERS e HOWLEY), pois leva em consideração vários fatores ambientais como a temperatura de bulbo seco, a temperatura de bulbo úmido e a radiação do ambiente pelo termômetro de globo. O IBUTG pode orientar a prevenção das complicações ocasionadas pelo estresse térmico (POWERS e HOWLEY, 2000).

Uma medida prática que combina o estresse do calor ambiental é o índice de Temperatura de Globo e Bulbo Úmido (WBGT, *Wim Bulb- Globe Temperature*). Em termos de risco de doenças pelo calor, se o WBGT estiver acima de 28° C existe um risco muito alto; quando o WBGT estiver entre 23 e 28° C o risco é alto. O índice WBGT entre 18-23° C indica um risco moderado, e se o WBGT for inferior a 18° C, o risco é baixo. O risco de choque térmico é também sempre maior quando o WBGT estiver muito alto, em relação ao clima normal aonde as pessoas vêm se exercitando (FOSS, 1998, p. 463-85)

Foss (2000, p. 475), em sua publicação sobre fisiologia do exercício, descreve que um grande número de países da América Latina está localizado na região tropical. Embora a altitude possa fazer uma diferença considerável (por exemplo a Cidade do México e Bogotá são cidade mais frias), os trópicos são caracterizados por apresentar temperatura alta e úmida relativamente constante na maior parte do ano. Valores de WBGT acima de 28°C não são raros, especialmente ao nível do mar.

Além deste mecanismo amplamente utilizado em estudos científicos, um bastante eficaz é o método utilizado pelo Exército Brasileiro em suas Organizações

Militares. O manual de Treinamento Físico Militar do Exército apresenta a forma de se monitorar a relação entre a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar.

A figura 3 apresenta o método de como o manual do treinamento físico militar realiza o monitoramento das condições ambientais:

	TBS	Diferença entre a temperatura do TBS e TBU														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VD	16	90	81	71	63	54	46	38	30	23	15	08				
	17	90	81	72	64	55	47	40	32	25	18	11				
	18	91	82	73	65	57	49	41	34	27	20	14	07			
	19	91	82	74	65	58	50	43	36	29	22	16	10			
	20	91	83	74	66	59	51	44	37	31	24	18	12	06		
	21	91	83	75	67	60	53	46	39	32	26	20	14	09		
	22	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	22	17	11	06	
AM	23	92	84	76	69	62	55	48	42	36	30	24	19	13	08	
	24	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	26	20	15	10	05
	25	92	84	77	70	63	57	50	44	39	33	28	22	17	12	08
VM	26	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34	29	24	19	14	10
	27	92	85	78	71	65	58	52	47	41	36	31	26	21	16	12
PR	28	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37	32	27	22	18	13
	29	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38	33	28	24	19	15
	30	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	35	30	25	21	17
	31	93	86	80	73	67	61	56	51	45	40	36	31	27	22	18
	32	93	86	80	74	68	62	57	51	46	41	37	32	28	24	20
	33	93	87	80	74	68	63	57	52	47	42	38	33	29	25	21
	34	93	87	81	75	69	63	58	53	48	43	39	35	30	26	23
	35	94	87	81	75	69	64	59	54	49	44	40	36	32	28	24
	36	94	87	81	75	70	64	59	54	50	45	41	37	33	29	25
	37	94	87	82	76	70	65	60	55	51	46	42	38	34	30	26
	38	94	88	82	76	71	66	61	56	51	47	43	39	35	31	27
	39	94	88	82	77	71	66	61	57	52	48	43	39	36	32	28
	40	94	88	82	77	72	67	62	57	53	48	44	40	36	33	29

COR DA BANDEIROLA	
VD - VERDE	
AM - AMARELA	
VM - VERMELHA	
PR - PRETA	

TBU - Termômetro de Bulbo Úmido
TBS - Termômetro de Bulbo Seco

Fonte: BRASIL, 2002, 3-5

O clima, em particular a temperatura, o vento e a umidade relativa do ar (URA) são fatores que influenciam o desempenho físico e podem alterar os procedimentos da prática do Treinamento Físico Militar (TFM).

As altas temperaturas e a elevada URA podem provocar excessiva sudorese e distúrbios térmicos fisiológicos em curto espaço de tempo. As condições climáticas e meteorológicas podem e devem determinar adaptações de horários, locais e uniformes para a prática de TFM.

Pode-se medir a temperatura e a umidade relativa do ar (URA), seguindo-se:

- As condições ambientais de temperatura são medidas em dois termômetros
- Um termômetro de bulbo seco (TBS);
- Um termômetro de bulbo úmido (TBU).
- Para determinação da URA e verificação das condições ambientais para a prática do TFM deve-se entrar com os valores de temperatura do TBS e a diferença entre o TBS – TBU, conforme quadro abaixo:

A figura 4 apresenta as condutas na execução da atividade física associadas as cores das bandeirolas.

<b>COR DA BANDEIROLA A SER A HASTEADA</b>	<b>CONDUTA NA EXECUÇÃO DA ATIVIDADE FÍSICA</b>
<b>Verde</b>	- Atividade física liberada para todos.
<b>Amarela</b>	- Atividade física vigiada para não aclimatados ao calor (10 dias). - Cautela! Use água. - 1 copo 200 ml/20 min, beba gelada. - Borrifque água no corpo, molhe a cabeça e nuca. - Alerta para os distúrbios térmicos.
<b>Vermelha</b>	- Atividade física rigidamente controlada para não treinados e não aclimatados (12 semanas). - Atividade física limitada para treinados e aclimatados. - Cautela! Pausas frequentes! Use água. - Alerta para os distúrbios térmicos. - Evite realizar o TAF.
<b>Preta</b>	- Atividade física suspensa para destreinados e não aclimatados . - Atividade física rigidamente controlada para treinados e aclimatados. - Alerta para os distúrbios térmicos. - Não realizar o TAF.

Fonte: BRASIL, 2002, p. 3-6

Trata-se de um sistema de baixo custo e confiável, além de se converter rapidamente condições atmosféricas em cuidados necessários ao se executar a atividade física em ambientes quentes e frios.

Através de um sistema de bandeirolas o militar pode avaliar os riscos e os cuidados necessários à execução da atividade física e à instrução militar. Estes códigos de bandeirolas vão desde a verde à preta e transmite uma livre realização do TFM até a proibição de atividade física devido às condições ambientais.

Estes são alguns dos cuidados observados para se evitar doenças através de distúrbios térmicos associados ao calor e ao frio. No entanto, existem na literatura científica formas de se reduzir a temperatura corporal em ambientes quentes, evitando-se a hipertermia.

A imersão em água fria se constituiu em um padrão ouro para estas estratégias. Das modalidades de refrigeração disponíveis, não há desacordo sobre o que é mais eficaz. Um estudo de campo foi comparar dois tratamentos de resfriamento para 21 corredores de longa distância, que haviam completado uma corrida a pé de 11,5 km no verão. O primeiro grupo, com imersão em água gelada ( $1-3^{\circ}\text{C}$ ) e o segundo com envolvimento em toalhas molhadas à temperatura ambiente ( $24,4^{\circ}\text{C}$ ). Imersão em água gelada contra a exposição ao ar resultou em diferença significativa ( $P < .005$ ) pré e pós terapia às mudanças na temperatura retal ( $-3,0 \pm 0,3$   $-1,4 \pm 0,3$   $^{\circ}\text{C}$ ) e a média da taxa de resfriamento ( $0,20 \pm 0,02$  contra  $0,11 \pm 0,02$   $^{\circ}\text{C} / \text{min}$ ). A imersão em água gelada teve uma refrigeração aproximadamente duas vezes mais rápida que a exposição ao ar. Concluiu-se que a imersão em água gelada é uma modalidade de refrigeração eficiente (ARMSTRONG, 1996, p 12-25).

Deve ser iniciado imediatamente o resfriamento do paciente através de recursos externos (com compressas de gelo, imersão em água fria, remoção para ambiente refrigerado). Este resfriamento deve ser suficientemente rápido para normalizar a temperatura corporal em menos de uma hora. Poderá ser oferecido oxigênio suplementar (ARMSTRONG, 1996, p 12-25).

Destaca-se ainda a situação do choque hipertérmico. Esse é uma emergência médica com alta mortalidade e por isto seu tratamento deve ser rigoroso (FARMER, 1997, p. 74-79).

### 3 METODOLOGIA

Esta seção tem por finalidade apresentar detalhadamente o caminho que se pretendeu percorrer para solucionar o problema de pesquisa, especificando os procedimentos necessários para se chegar aos participantes do estudo, obter as informações de interesse e analisá-las, e contemplando não só a fase de pesquisa de campo, como a escolha do espaço da pesquisa, a seleção do grupo de pesquisa, o estabelecimento dos critérios de amostragem e a construção de estratégias para entrada em campo, como também a definição de instrumentos e procedimentos para análise dos dados.

De forma alguma, neste estudo, foram tratados os avaliados como pacientes acometidos por hipertermia. Esta patologia se trata de um caso nocivo ao ser humano. O estudo se pautará em um ambiente propício ao desenvolvimento de hipertermia com atividades que também a propiciarão. Dessa forma, os experimentos realizados, assim como as temperaturas aferidas nos instruídos não se caracterizaram com um quadro grave de hipertermia induzida pela atividade física.

Desta forma, para um melhor encadeamento de idéias, esta seção foi dividida nos tópicos seguintes: Objeto Formal de Estudo, Amostra, e Delineamento de Pesquisa.

#### 3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO

O presente estudo pretende verificar quais das formas de redução da temperatura corporal, prevenindo-se a hipertermia, melhor se adequa à estrutura e desenvolvimento do Curso Básico Pára-quedista durante dois dias de treinamento, na primeira fase do curso.

Trata-se de um estudo classificado, quanto à forma de abordagem, como quantitativa e de caráter exploratório.

Todos os participantes do estudo foram submetidos a um termo de consentimento e executaram o treinamento militar na área de estágios da Brigada de Infantaria Pára-quedista de forma que foram supervisionados constantemente a realizar todas as tarefas propostas pelo curso em sua plenitude. O estudo passou anteriormente por um comitê de ética, aprovado na Escola de Educação Física do



Exército, por se tratar de um estudo envolvendo humanos.

Por tratar-se de uma pesquisa de campo, sua natureza exige uma coleta de dados relativa aos parâmetros bioquímicos, e temperatura corporal da amostra, antes e depois da administração da variável independente.

Da análise das variáveis envolvidas no presente estudo, “**formas de se reduzir a temperatura corporal**” apresenta-se como variável independente, tendo em vista que se espera que a sua manipulação exerça efeito significativo sobre a variável dependente “**redução da temperatura elevada induzida pelo esforço físico**”. A seguir serão apresentadas as definições conceituais e operacionais das variáveis de estudo.

Devido às características qualitativas das variáveis de estudo, fez-se necessário defini-las conceitualmente e operacionalmente a fim de torná-las passíveis de observação e de mensuração.

No presente estudo, formas de reduzir a temperatura corporal, pode ser compreendida como três situações a que foram submetidos os militares estudados: imersão em água fria (IAF), banho de água à temperatura ambiente (BATA) e recuperação passiva à sombra (RP), sendo este o grupo de controle, sem administração de qualquer forma de redução de temperatura corporal.

**Tabela 3: Apresenta sua definição operacional.**

Variável	Dimensão	Indicadores	Forma de medição
Temperatura Elevada	IAF	TF menor em função do método utilizado durante o experimento	O grupo A permanecerá em tanque de água fria <sup>1</sup> .
	BATA		O grupo B permanecerá em banho de água a temperatura ambiente <sup>1</sup>
	RP		Grupo C, controle, apenas descanso sem nenhuma administração direta de redução da temperatura <sup>1</sup> .

<sup>1</sup> Os respectivos protocolos estão descritos no item instrumentos dos procedimentos metodológicos.

Fonte: o autor

### 3.2 AMOSTRA

Foi selecionada uma amostra de 30 militares, apresentando idades de  $23 \pm 3$  anos, com melhores índices nos testes de admissão entre os voluntários a

realização do Curso Básico Pára-quedista, por meio de uma amostragem aleatória dentro de um mesmo grupamento de execução dos treinamentos físicos durante o período de atividades a que foram submetidos os avaliados.

O critério de se selecionar os melhores índices, deveu-se ao número exíguo da amostra. Com a seleção realizada de acordo com os índices mais expressivos, obteve-se uma amostra mais homogênea concernente à aptidão física necessária as intensas atividades físicas durante a primeira fase do curso. Assim, a amostra apresentou uma baixa probabilidade de ser reduzida durante a fase de experimentação.

O primeiro grupo experimental (IAF) foi submetido a uma imersão em um tanque de água fria, a 20° C, por um tempo limitado por dez minutos e não menos que nove minutos, sem o uniforme. O segundo grupo experimental (BATA) foi submetido a um banho de água a temperatura ambiente nas partes principais do corpo, pescoço, tronco e pulsos, torso, durante um período de dez minutos, sem a parte de cima do uniforme e o último grupo de estudo (RP) apenas descansou à sombra, sentados, sem a parte de cima do uniforme e sem ventilação artificial, durante o tempo estimado para a administração de diminuição da temperatura corporal nos outros grupos, de tal forma que este grupo se compôs como o grupo de controle do estudo.

Como critérios de inclusão, os sujeitos deviam, conforme ficha de anamnese, apêndice “B”:

- ser voluntários para participar do estudo;
- estarem matriculados a frequentarem o Curso Básico Pára-quedista, com os melhores índices no teste de avaliação física para a entrada no curso;
- não possuir histórico familiar de hipertermia maligna.
- não ter realizado uma suplementação de creatina para a preparação do curso.

Como critérios de exclusão, padronizou-se, conforme ficha de anamnese, apêndice “B”:

- ter sido desligado do curso durante a fase do experimento;
- ter realizado uma suplementação de creatina durante a fase de preparação para o curso.

### 3.3 DELINEAMENTO DE PESQUISA

Foi realizada uma pesquisa aplicada de cunho quantitativo descritivo por meio de um estudo de caso com delineamento experimental valendo-se do método indutivo para generalizar os resultados obtidos para os integrantes da população objeto.

### 3.3.1 Procedimentos para a revisão da literatura

Para a definição de termos, redação do Referencial Teórico e estruturação de um modelo teórico de análise que viabilizasse a solução do problema de pesquisa, foi realizada uma revisão de literatura nos seguintes moldes:

#### a. Fontes de busca

- Artigos científicos das bases de dados do PubMed, LILACS, do SciELO, ACSM, NetMed e *Journal of Physiology*.
- Livros e monografias da Biblioteca da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais e da Biblioteca da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército; e
- Publicações de periódicos em sítios referenciados.

#### b. Estratégia de busca para as bases de dados eletrônicas

Foram utilizados os seguintes termos descritores: "*rabdomiólise, hipertermia, temperatura corporal, treinamento físico, exercício*", respeitando as peculiaridades de cada base de dado.

Após a pesquisa eletrônica, as referências bibliográficas dos estudos considerados relevantes foram revisadas, no sentido de encontrar artigos não localizados na referida pesquisa.

#### c. Critérios de inclusão:

- Estudos publicados em português, inglês, ou espanhol.
- Estudos publicados de 1982 a 2011.
- Estudos quantitativos e qualitativos que se utilizam de métodos de resfriamento por parte de atletas.
- Estudos que comprovassem a etiologia, causa, tratamento e diagnóstico da rabdomiólise e hipertermia induzida pelo esforço físico.

#### d. Critérios de exclusão:

- Estudos cujo foco central seja relacionada com a síndrome distérmica, associada a fatores externos à prática de atividade física.

- Estudos que utilizam população infantil que apresentem quadro de rabdomiólise;
- Estudos com desenho de pesquisa pouco definido e explicitado.

### 3.3.2 Procedimento experimental

Todas as atividades operacionais e de avaliação foram realizadas na Área de Estágios do Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil (CI Pqdt GPB), localizado na Vila Militar, Rio de Janeiro–RJ, no ano de 2007, em dois dias consecutivos.

Ao se apresentarem para o Curso Básico Pára-quedista, no CI Pqdt GPB, os militares que compuseram a amostra do estudo, foram submetidos à seguinte rotina:

- tomaram conhecimento do estudo em questão, de uma forma geral;
- foram esclarecidos sobre as questões do procedimento experimental;
- assinaram o termo de consentimento (Apêndice A);
- responderam a um questionário para identificação e qualificação quanto aos critérios de inclusão e exclusão, ficha de anamnese (Apêndice B);
- realizaram testes de entrada para o referido curso;
- passaram por uma avaliação médica, para assegurar que não apresentem qualquer tipo de lesão ou outras patologias que possam interferir no procedimento experimental e que estavam aptos fisicamente à matrícula do curso; e
- foram verificados, pelo médico, de uso de medicamento de uso controlado que interfira nos resultados.

Após as provas iniciais e já aptos à matrícula no Curso Básico Pára-quedista, os avaliados que obtiveram os melhores resultados nos testes iniciais, ao final da jornada do segundo e do terceiro dia de execução das atividades físicas, terça-feira e quarta-feira, 15 avaliados, a cada dia, foram separados randomicamente dentro dos três grupos de experimentação, Grupo IAF, Grupo BATA e Grupo RP.

Na primeira semana do curso e nos dias dos experimentos, às 07:00hrs, os avaliados foram submetidos à medição da temperatura corporal axilar, pré-teste, como condição de linha base. Esta medição se deu por meio da mensuração das temperaturas basais dos avaliados antes do início das atividades, obtendo-se o valor das temperaturas axilares, sem a parte de cima do uniforme e sem iniciar o aquecimento individual para as atividades físicas do dia do experimento.

Na semana anterior à execução dos experimentos, no primeiro dia de atividades, os grupos foram submetidos aos testes, sem levantamento de dados, para fins de adaptação às novas situações com as quais se deparariam.

Após o pré-teste, os grupos iniciaram a realização das atividades desenvolvidas pelo curso. Foram duas sessões de treinamento físico militar até o final das atividades diárias, oportunidade onde foram colocados em prática os experimentos, sendo as três formas de redução da temperatura (IAF, BATA e RP), descritos detalhadamente em instrumentos.

A dinâmica do exercício transcorreu de acordo com o planejamento da Formação Básica Pára-quedista, do CI Pqdt GPB, conforme o quadro 3, nos dois dias de experimentos.

**Tabela 4 – Atividades desenvolvidas durante a pesquisa de campo.**

<b>GRUPOS</b>	<b>Horário</b>	<b>Atividades e experimentos</b>
<b>Todos</b>	06:00 às 06:30	Café da manhã
<b>Todos</b>	06:45 às 07:00	Tomada da temperatura corporal interna (pré-teste)
<b>Todos</b>	07:00	Início das atividades
<b>Todos</b>	11:30 a 11:35	Tomada das temperaturas
<b>Grupo A</b>	11:35 às 11:45	Imersão em água fria a 20 ° C (IAF)
<b>Grupo B</b>		Banho em água corrente à temperatura ambiente (BATA)
<b>Grupo C</b>		Descanso à sombra, controle (RP)
<b>Todos</b>	11:45 às 11:50	Tomada da temperatura corporal pós testes
<b>Todos</b>	11:45	Reidratação e reposição energética

**Fonte: o autor**

Durante a execução dos treinamentos militares, houve uma equipe de avaliadores determinando a execução das atividades de forma correta e metódica.

O experimento teve fim quando foram mensuradas as temperaturas corporais dos avaliados após a exposição às formas de redução da temperatura, sendo supervisionado pelos avaliadores.

### **3.3.3 Instrumentos**

A fim de verificar a eficiência de cada forma de redução da temperatura corporal, foram utilizados 15 (quinze) instrumentos cientificamente validados. Os termômetros utilizados eram termômetros clínicos prismáticos corporais com precisão de 0,1 °C, da marca Incoterm<sup>®</sup>, ano 2005. Também para mensuração da URA e temperatura ambiente foi utilizado o termômetro de bulbo seco e bulbo úmido.

As mensurações das temperaturas foram realizadas antes e depois dos experimentos. Dessa forma, pretendeu-se medir as temperaturas axilares iniciais e finais dos avaliados, após serem submetidos às formas de diminuição da temperatura.

Além disso, foi visualizada qual a taxa de resfriamento mais eficaz durante o período de intervalo de 10 min a que foram submetidos os instruídos, dentro das três formas de diminuição da temperatura corporal.

Os apêndices C, D e E apresentam os instrumentos de coleta de dados de cada grupo experimental.

O apêndice G apresenta o quadro de dados sobre os avaliados.

### 3.3.3.1 Teste de Recuperação Passiva (RP)

O efetivo de avaliados foi de 5 (cinco) militares, por dia. Ao se apresentarem ao avaliador, permaneceram em ambiente aberto e foram orientados a retirarem a parte de cima do uniforme, capacete e gndola, em forma. Os avaliados já se encontravam sem a camiseta por baixo. Dessa forma, permaneceram somente com a calça e o coturno, com o torso exposto.

Foi colocado na axila de cada um dos avaliados um termômetro, e com ele permaneceram por um tempo de cinco minutos até que fosse mensurada a Temperatura Inicial (TI) dos avaliados. Findos cinco minutos, o avaliador anotou as temperaturas corporais de cada avaliado.

Foram então, colocados à sombra, sentados no chão, sem qualquer tipo de ventilação ativa, ventiladores, etc. Assim iniciou-se a contagem de dez minutos para que fosse percebida a diferença final.

Quando se deu cinco minutos de execução da experimentação, os avaliados novamente colocaram os instrumentos abaixo da axila por um tempo de cinco

minutos. Então, o avaliador anotou as Temperaturas Finais (TF) dos militares e estes foram liberados para recolocarem os uniformes e se retirarem da Área de Estágios.

### 3.3.3.2 Teste de Banho em Água à Temperatura Ambiente (BATA)

O efetivo de avaliados era de 5 (cinco) militares, por dia. Ao se apresentarem ao avaliador permaneceram, em forma, em ambiente aberto e foram orientados a retirarem a parte de cima do uniforme, capacete e gandola. Os avaliados já se encontravam sem a camiseta por baixo. Dessa forma, permaneceram somente com a calça e o coturno, com o torso exposto.

Foi colocado na axila de cada um dos avaliados um termômetro, e com ele permaneceram por um tempo de cinco minutos até que fosse mensurada a Temperatura Inicial (TI) dos avaliados. Findo cinco minutos, o avaliador anotou as temperaturas corporais de cada avaliado.

Foram então colocados, com o tronco flexionado, em uma torneira aberta para que molhassem o torso, o pescoço e os pulsos. Assim iniciou-se a contagem de dez minutos para que fosse percebida a diferença final.

Quando se deu cinco minutos de execução da experimentação, os avaliados novamente colocaram os instrumentos abaixo da axila por um tempo de cinco minutos. Após os cinco minutos, o avaliador anotou as Temperaturas Finais (TF) dos militares e estes foram liberados para recolocarem os uniformes e se retirarem da Área de Estágios.

### 3.3.3.3 Teste de Imersão em Água Fria (IAF)

O efetivo de avaliados era de 5 (cinco) militares, por dia. Ao se apresentarem ao avaliador permaneceram, em forma, em ambiente aberto e foram orientados a retirarem o uniforme, capacete, gandola, calça e coturno. Os avaliados já se encontravam sem a camiseta por baixo. Dessa forma, permaneceram somente com uma sunga ou bermuda térmica.

Foi colocado na axila de cada um dos avaliados um termômetro, e com ele permaneceram por um tempo de cinco minutos até que fosse mensurada a Temperatura Inicial (TI) dos avaliados. Então, findo cinco minutos, o avaliador anotou as temperaturas corporais de cada avaliado.

Foram então colocados imersos em um tanque com água à temperatura de 20°C, permanecendo nele somente com a parte da cabeça emersa. Assim iniciou-se a contagem de dez minutos para que fosse percebida a diferença final.

Quando se deu cinco minutos de execução da experimentação, os avaliados foram orientados a emergirem a parte torácica da piscina e colocaram os instrumentos abaixo da axila por um tempo de cinco minutos. Após os cinco minutos, o avaliador anotou as Temperaturas Finais (TF) dos militares e estes foram liberados para recolocarem os uniformes e se retirarem da Área de Estágios.

### 3.3.4 Análise dos dados

Adotou-se a técnica de observação “duplo-cego”, ou seja, os pesquisados não sabiam em quanto seriam submetidos à estratégia de diminuição da temperatura, tampouco os pesquisadores sabiam quais os avaliados estariam sendo submetidos às formas de redução da temperatura corporal em determinada estratégia, apenas cientes de que teriam consigo cinco avaliados por dia.

A análise dos dados foi realizada com o auxílio da folha de dados do EXCEL®.

Para verificar se existem diferenças significativas nas respectivas formas de diminuição da temperatura corporal, tanto intragrupos, quanto intergrupos foram aplicados Testes de Análise de Variância (ANOVA, fator único *one-way*), considerando-se o momento em que os testes serão realizados, sendo aplicado para cada ANOVA o Teste Tukey-Kramer para comparação múltipla entre grupos de médias, quando se registram diferenças significativas.

O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ , para as temperaturas basais dos avaliados, bem como TI e TF de toda a amostra para cada estratégia de redução da temperatura corporal.



## 4 RESULTADOS

A presente seção tem por finalidade apresentar os resultados dos testes aplicados para medir a eficácia que cada estratégia de prevenção apresenta na redução da temperatura corporal em um determinado período de tempo e condições ambientais.

Todos os resultados aferidos por parte deste estudo, não caracterizam um quadro grave de militares acometidos por hipertermia severa. Esta patologia se trata de um caso nocivo ao ser humano. Os resultados se pautaram em um ambiente propício ao desenvolvimento de hipertermia com atividades que também a propiciariam. Dessa forma, os experimentos realizados, assim como as temperaturas aferidas nos instruendos não se caracterizaram com um quadro grave de hipertermia severa induzida pela atividade física. Todos os resultados marcaram um quadro de temperatura maior que a temperatura de referência,  $\pm 37,5$  °C, em um ser humano adulto masculino.

Na seqüência será apresentada uma análise inferencial dos resultados de forma a buscar o entendimento de como os diferentes tratamentos influenciaram na redução da temperatura corporal dos avaliados, em suas dimensões estabelecidas *a priori*, procurando evidências que permitam determinar se:

Não haverá diferença significativa na taxa redução da temperatura corporal média intragrupos devido à forma de redução da temperatura corporal imposta;

Haverá diferença significativa na taxa de redução da temperatura corporal média intragrupos devido à forma de redução da temperatura corporal imposta;

Não haverá diferença significativa na taxa de redução da temperatura corporal média intergrupos devido à forma de redução da temperatura corporal imposta;

Haverá diferença significativa na taxa de redução da temperatura corporal média intergrupos devido à forma de redução da temperatura corporal imposta;

A forma de redução da temperatura corporal com imersão em uma piscina de água à temperatura inferior à ambiente, apresenta-se como a forma mais eficaz, dentro das formas de prevenção impostas;

O banho no instruendo em um chuveiro de água à temperatura ambiente, se apresenta como a mais adequada à estrutura das instalações do CIPqdtGPB, sendo também eficaz ao objetivo aspirado.

A interpretação dos estudos e a visualização das condições atmosféricas em

que se dá o Curso Básico Pára-quedista permitem a visualização de indicadores da variável dependente “temperatura elevada induzida pelo esforço físico”:

#### 4.1 RESULTADOS EXTRAÍDOS DA LITERATURA

Com a finalidade de comprovar os objetivos apresentados, buscou-se obter subsídios para que se chegasse a um consenso com relação às condições ambientais por ocasião da execução dos experimentos realizados na Área de Estágios da Brigada Pára-quedista.

Segundo o sítio do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no mês de janeiro as condições elevadas de Umidade Relativa do Ar (URA) são extremamente elevadas o que desperta uma preocupação em relação à execução das atividades físicas naquele ambiente. A figura 5 mostra a média das condições de URA durante o mês de janeiro no ano em que foi realizado os referidos testes.

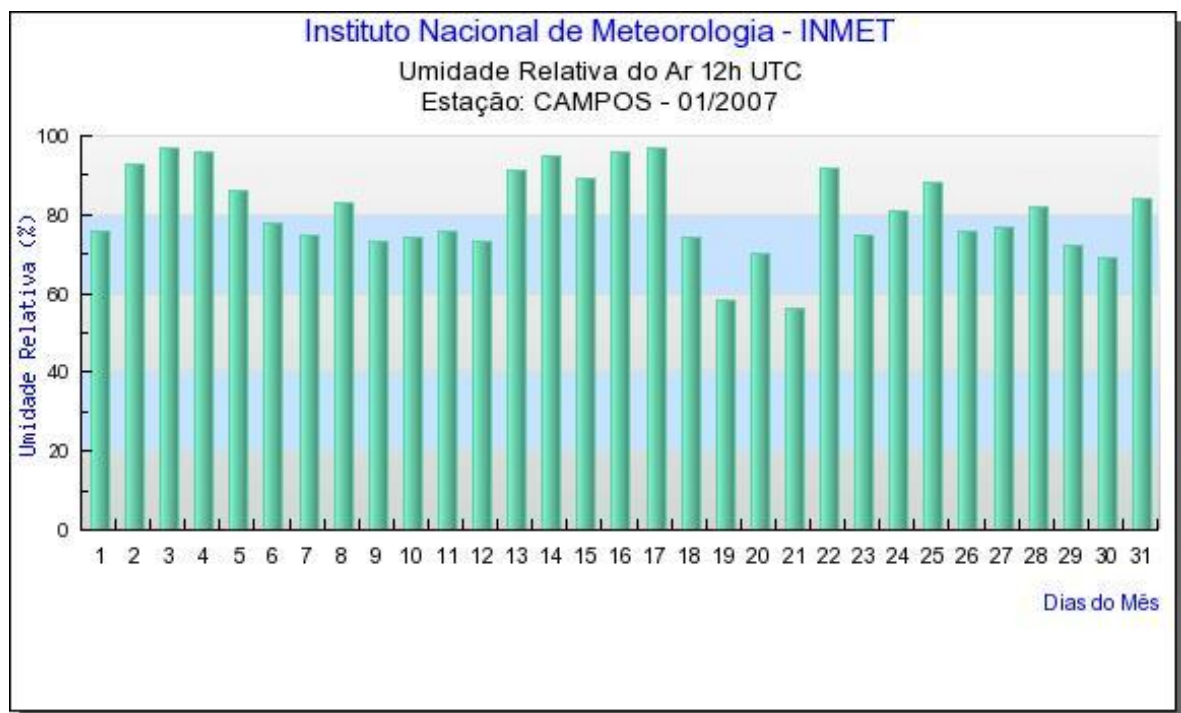


Figura 5: Valores das URA durante o mês de janeiro.

Fonte: Sítio do INMET, acesso em 08 de junho de 2011.

Ainda segundo INMET, no mês de janeiro, durante o verão sulamericano, as temperaturas observadas estiveram em patamares elevados. A figura 6, apresenta as temperaturas diárias na estação de coleta em Campos, RJ, mostrando as temperaturas mínimas, as médias e máximas observadas durante o mês em que é desenvolvido um dos estágios do Curso Básico Pára-quedista. A execução da

atividade física em ambientes quentes como o apresentado, denota uma preocupação quanto à observação da execução da atividade física.

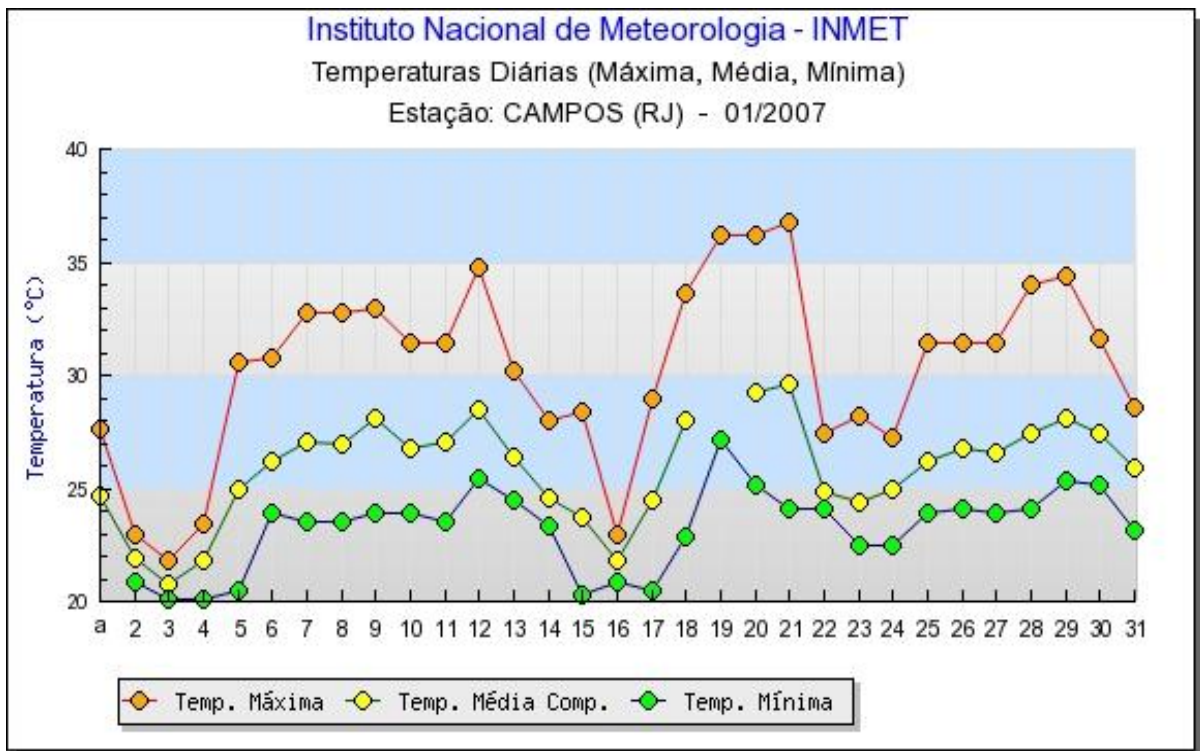


Figura 6: Temperaturas observadas durante o mês de janeiro.

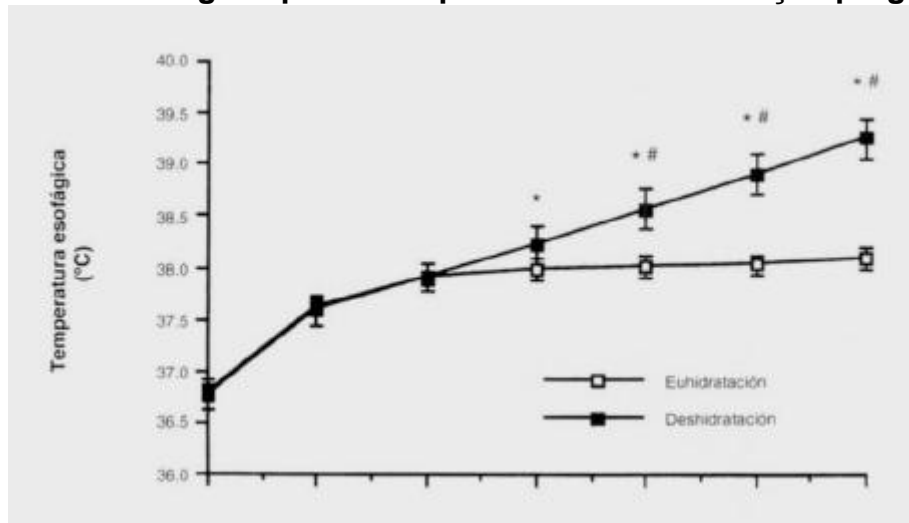
Fonte: Sítio INMET, acesso em 08 de junho de 2011.

O estado hídrico poderá influir na temperatura corporal. Como mostra o estudo de Montain e Coyle, (1992, p. 903-10), durante 4 dias distintos, indivíduos se exercitaram durante 2 horas, em uma ocasião sem ingerir líquidos e em outra ingerindo um volume de líquidos entre 300 ml/h até 1.200 ml /h, de uma bebida reidratante que continha carboidratos e uma pequena quantidade de eletrólitos. Dessa maneira os sujeitos repuseram de 20 a 80 % das perdas de líquido. Este estudo permitiu examinar o efeito do incremento progressivo de seu estado de desidratação em relação à temperatura corporal. Concluiu-se que a temperatura corporal se modificou com a reposição líquida.

O estudo de Montain e Coyle (1992, p. 903-10), aponta para os resultados de influência entre estado hídrico e temperatura corporal, no entanto, a condição de desidratação era acentuada, o que não acontece durante a realização do curso por se oferecer água com eletrólitos aos instruídos durante a realização das atividades.

A figura 7 mostra as respostas da temperatura corporal ao estado hídrico do atleta durante o experimento (MONTAIN, COYLE, 1992, p. 903-10).

### Temperatura esofágica quando se produz uma desidratação progressiva



**Figura 7: Temperatura esofágica quando se produz uma desidratação progressiva.**  
**Fonte: Montain e Coyle (1992, p. 903-10)**

Já o estado nutricional pode não afetar a temperatura corporal interna como a desidratação. Segundo Tonelli e Toldo, 1994, p. 195-204, crianças com estado de má nutrição tendem a apresentar estado de hipotermia, não sendo mesurado no estudo de que forma nem a correlação exata desta influência, o que leva a crer que não haja diferença significativa em adultos saudáveis.

A idade pode afetar a temperatura corporal, o que é desconsiderado no presente estudo, pois diferenças significativas de temperatura corporal-idade somente se apresentam em idosos e recém nascidos (TONELLI e TOLDO, 1994, p. 195-204).

Em uma segunda análise, coloca-se outro fator interveniente em discussão mensuração dos resultados. As temperaturas medidas no presente estudo foram extraídas a partir de região axilar. Muitos estudos apontam para uma maior precisão na medição da temperatura retal em relação a axilar.

Segundo Cork, Vaughan e Humphrey, 1983, p. 211-14, a maior precisão e acurácia são dadas pela temperatura timpânica, seguida pela temperatura da bexiga, nasofaringe e esôfago. Temperaturas da axila têm menor acurácia do que a de outros locais. Tampouco é mencionada a temperatura retal, bastante utilizada em outros estudos.

A temperatura retal e axilar são consideradas temperaturas periféricas, enquanto a temperatura timpânica, da bexiga e nasofaringe são consideradas temperaturas centrais. Dessa forma, a temperatura axilar reflete a circulação

periférica e é aproximadamente 0,5 °C menor que a temperatura oral e 1 °C menor que a temperatura retal (TONELLI e TOLDO 1994, p.195 – 204).

O primeiro caso, Costrini, 1990, 1990, p. 15-8, descreveu sua experiência enquanto médico da Marinha dos EUA, na qual 252 casos de HTE, ao longo de 15 anos, foram tratados com a imersão em água fria até a temperatura retal reduzir para 39 °C. Foram observadas taxas de resfriamento de 0,150 °C.min<sup>-1</sup>, com durações de 20 a 40 minutos. Em um total de 25 pacientes, o tremor foi observado, embora não tenha sido acompanhado de hipertermia recorrente.

Em um segundo caso, Vaile, Halson, Gill e Dawson, 2008, p. 431-40, avaliaram o efeito da imersão em água fria e recuperação ativa na termorregulação com uma repetição do desempenho no ciclismo no calor. Dez ciclistas masculinos, bem treinados, completaram cinco provas, cada uma com intervalo de uma semana. Cada ensaio consistiu de uma tarefa de exercícios de 30 min. Em uma das cinco recuperações os atletas foram imersos continuamente em água fria em 20 °C por 15 min, seguida de 40 min de recuperação ativa, antes de repetir a tarefa de exercícios de 30 min. Concluiu-se que todos os protocolos de imersão em água fria foram eficientes em reduzir a tensão térmica e foram mais eficazes em manter o desempenho de ciclismo subseqüentes de alta intensidade do que a recuperação ativa.

O *American College of Sports Medicine* (ACSM) se posiciona sobre o manejo da HTE a partir da análise dos estudos de Armstrong et al e Costrini, dentre outros. Para o ACSM, a imersão em água fria apresentaria menor taxa de morbidade e mortalidade, segundo a análise do estudo de Costrini. De forma semelhante, para Casa et al., 2007, p. 141-9, a técnica de imersão em água fria é recomendada como “padrão ouro” para o manejo da hipertermia severa induzida pelo esforço físico.

Proulx, Ducharme e Kenny, 2003, p. 1317-23, compararam as taxas de resfriamento por imersão em água às temperaturas de 2, 8, 14 e 20 °C até o retorno da temperatura retal a 37,5 °C. Sete indivíduos, de ambos os sexos, foram previamente submetidos a um exercício em esteira ergométrica a 65% do VO<sub>2</sub>máx, em câmara ambiental (39 ± 0,6°C e 37 ± 0,1% de URA) até o alcance de temperatura retal de 40°C. A taxa de resfriamento foi similar nas condições de água a 8, 14 e 20°C (0,15 ± 0,06 a 0,19 ± 0,10°C.min<sup>-1</sup>) e maior na imersão em água a 2°C (0,35 ± 0,14°C.min<sup>-1</sup>). Os indivíduos permaneceram em imersão até o alcance de uma temperatura de 37,5 °C. Tremor foi observado durante a imersão em água a 8,

14 e 20°C e não foi observado à água a 2°C, provavelmente em função de sua pequena duração (9 min, em média). A figura 8 a seguir, mostra os resultados dos experimentos de Proulx, Ducharme e Kenny.

### Valores das temperaturas corporais em função do tempo

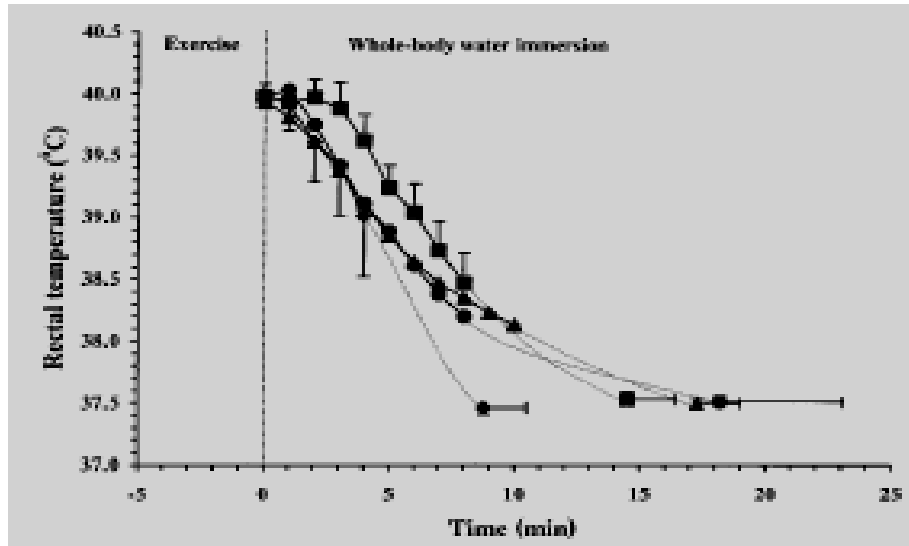


Figura 8: Valores das temperaturas corporais em função do tempo.

Fonte: Proulx, Ducharme e Kenny (2003, p. 1317-23).

Na Figura 8: Os valores significam a temperatura retal durante a imersão em 2 (◆) ° C, 8 (■) ° C, 14 (▲) ° C, e 20 (●) ° C e os sujeitos circularam em banho-maria. Como os tempos de imersão foram diferentes para cada protocolo, os dados só são representados até o maior tempo de imersão comum a todos os 7 indivíduos, ou seja, o tempo pouco antes da primeiro sujeito a sair do banho de água (identificado pelo linha sólida). A temperatura média retal no tempo de imersão média para cada condição também é identificada e é acompanhada por uma linha tracejada. Os sujeitos foram retirados da água quando suas temperaturas retais chegaram a 37,5 ° C.

No estudo de Armstrong *et al*, 2007, p. 556- 72, 21 corredores de rua foram submetidos à imersão em água a 1 a 3 °C (N = 14) ou à exposição à temperatura ambiente de 24°C e utilização de toalhas molhadas sobre o corpo (N = 7) após exaustão por calor ou choque hipertérmico durante a *Falmouth Road Race* (11,5km). Maior taxa de resfriamento corporal foi obtida com a imersão em água (0,2°C.min<sup>-1</sup>), quando comparada com a exposição ao ar (0,1°C.min<sup>-1</sup>) e reforçou a recomendação para o uso do método.

Em outro estudo, Peiffer *et al*, 2008, não paginado, avaliaram os efeitos de 20 min CWI (14 °C) sobre a função neuromuscular, temperatura retal (Tre) e

temperatura da pele (Tsk), e diâmetro venoso femoral (CIVM) após um exercício no calor. Dez ciclistas bem treinados masculinos completaram duas séries de exercícios consistindo de ciclismo de 90 minutos a uma potência constante ( $216 \pm 12$  W), seguido por um contra-relógio 16,1 km (TT) no calor ( $32$  °C). Vinte e cinco minutos pós-TT, os participantes foram designados para um grupo CWI ou grupo controle (CON) em condições de recuperação na ordem contrabalanceada. Tre e Tsk foram registrados continuamente, e o torque de contração voluntária máxima isométrica dos extensores do joelho (CIVM), com a CIVM sobreposta a estimulação elétrica (SMVIC), além de diâmetros venosos da femoral foram medidos antes do exercício, 0, 45 e 90 min pós-TT. Tre foi significativamente menor no início CWI 50 min pós-TT comparado com CON e Tsk foi significativamente menor no início CWI 25 min pós-TT quando comparado com CON. Diminuiu-se em CIVM, e o torque SMVIC após a TT foi significativamente maior para CWI comparado com CON; diferenças persistiram 90 min pós-TT. Diâmetro da veia femoral foi de aproximadamente 9% menores para CWI comparado com CON em 45 min pós-TT. Os resultados sugeriram que CWI diminuiu Tre, mas tem um efeito negativo sobre a função neuromuscular (PEIFFER, 2008).

Já Clapp AJ, Bishop PA, Muir I e Walker JL, 2001, p. 160-67, colocaram em estudo alguns sujeitos em uma atividade de três sessões em um ambiente aquecido (WBGT =  $39$  °C) até que eles experimentaram tensão provocada pelo calor. Após três sessões de exercício, os indivíduos foram submetidos cada um dos três tratamentos de refrigeração do núcleo em ordem aleatória: 1) imersão em água fria Torso, 2) Mãos e pés de imersão em água fria, e 3) Sentar-se à sombra com sendo ventilado com auxílio de um aparelho. Os indivíduos ( $n = 5$ ), de forma consistente, atingiram pico de temperatura retal de  $38,8 (\pm 0,1)$  °C após cada sessão de exercícios no ambiente aquecido. A imersão no torso produziu uma taxa significativamente ( $p < 0,05$ ) maior de declínio da temperatura retal ( $0,25 \pm 0,10$  °C / min) do que a técnica de imersão com as mãos e os pés ( $0,16 \pm 0,05$  °C / min) e a técnica de sentar-se à sombra ( $0,11 \pm 0,04$  °C / min). Depois de apenas 10 minutos de resfriamento, as diferenças entre as técnicas de refrigeração eram evidentes. Tendências semelhantes foram observadas para as leituras taxa média do coração, embora não significativa ( $p > 0,05$ ). Concluiu-se que as temperaturas retal pode ser reduzida rapidamente por meio do uso de uma técnica de água fria tronco-imersão.

A recomendação da imersão em água é justificada racionalmente pela maior

capacidade de condução de calor da água, quando comparada com o ar e não por evidências experimentais. Para dois autores, a imersão em água fria não é recomendada para o tratamento da hipertermia porque, além de provocar desconforto individual, esse procedimento pode provocar tremor e vasoconstrição periférica, o que prejudicaria o resfriamento corporal (WHITE, 2003 e MARINO, 1998 apud, VIVEIROS, 2009, p.311-15).

#### 4.2 RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS REALIZADOS

A pesquisa de campo deu-se de acordo com a metodologia apresentada. A reposição hídrica foi *ad libitum* durante os intervalos das instruções. No entanto, no instante em que os avaliados foram submetidos aos experimentos, não haviam ingerido líquidos, tampouco se utilizaram de formas a se banhar em água pré experimentos.

Foram realizados três testes, IAF, BATA e RP e preenchidos os dados do quadro de coleta por ocasião da realização dos mesmos. Todos os avaliados participaram dos experimentos. Os resultados obtidos foram os seguintes:

##### 4.2.1 Resultado do experimento com imersão em água fria:

**Tabela 5 – Distribuição dos resultados do experimento com imersão em água fria.**

Amostra	TI	TF	Decréscimo	TR <sub>TC</sub> (°C . min <sup>-1</sup> )
1	38,9	37,8	1,1	0,110
2	39,0	37,4	1,6	0,16
3	38,9	37,6	1,3	0,13
4	38,9	37,5	1,4	0,14
5	39,1	37,8	1,3	0,13
6	38,9	37,6	1,3	0,13
7	39,4	38,4	1	0,1
8	39,5	38,3	1,2	0,12
9	38,6	37,6	1	0,1
10	38,7	37,5	1,2	0,12

**Fonte: o autor**

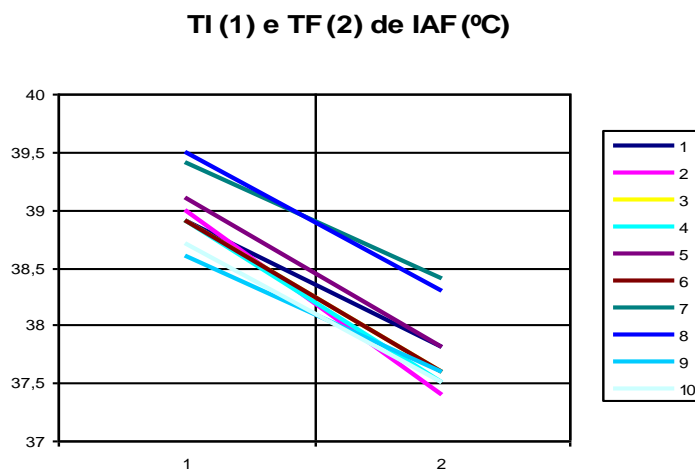
Para a tabela apresentada, relaciona-se os militares a que foram submetidos os experimentos com as temperaturas inicial, TI, e final, TF, dos indivíduos no teste



com imersão em um tanque com água à  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Conforme a metodologia do estudo, TF, representa a temperatura final dos avaliados. TI, representa a temperatura inicial e  $\text{TR}_{\text{TC}}$ , a taxa de resfriamento da temperatura corporal.

É possível perceber a temperatura elevada pós os exercícios durante um dia na área de estágios. O coeficiente de variação, entretanto, é alto, o que permitiu uma boa dispersão do rendimento da amostra no referido teste.

Observa-se, então, o seguinte:



**Figura 9: Temperaturas iniciais da amostra submetida a forma de redução da temperatura com imersão em água fria.**

**Fonte: O autor**

Analisando-se a Fig 9, identifica-se uma redução nos valores finais pós-teste das temperaturas corporais, sendo, com isso, um pouco menos que na primeira. Percebe-se entretanto, um baixo coeficiente de variação, o que garantiu a eficiência no teste.

#### 4.2.2 Resultado do experimento com banho em água à temperatura ambiente:

Relacionou-se os militares a que foram submetidos os experimentos com as temperaturas inicial e final dos mesmos no teste com banho em água à temperatura ambiente (BATA). Conforme a metodologia do estudo, TF, representa a temperatura final dos avaliados. TI, representa a temperatura inicial e,  $\text{TR}_{\text{TC}}$  a taxa de resfriamento da temperatura corporal. A tabela 5 apresenta os valores das temperaturas iniciais (TI), TF, os decréscimos observados na amostra e sua taxa de

redução numa fração da temperatura em função do tempo ( $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ).

**Tabela 6 – Distribuição dos resultados do experimento com banho em água à temperatura ambiente.**

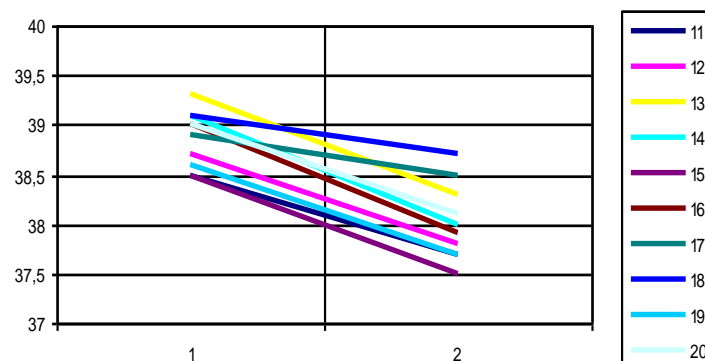
Amostra	TI	TF	Decréscimo	TR <sub>TC</sub> ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ )
11	38,5	37,7	0,8	0,080
12	38,7	37,8	0,9	0,09
13	39,3	38,3	1,0	0,10
14	39,1	38,0	1,1	0,11
15	38,5	37,5	1,0	0,10
16	39,0	37,9	1,1	0,11
17	38,9	38,5	0,4	0,04
18	39,1	38,7	0,4	0,04
19	38,6	37,7	0,9	0,09
20	39,0	38,1	0,9	0,09

Fonte: o autor

É possível perceber a temperatura elevada pós os exercícios durante um dia na área de estágios. O coeficiente de variação, entretanto, é alto, o que permitiu uma boa dispersão do rendimento da amostra no referido teste.

Observa-se, então, o seguinte:

**TI (1) e TF(2) de BATA ( $^{\circ}\text{C}$ )**



**Figura 10: Temperaturas iniciais do experimento com banho em água à temperatura ambiente.**

Fonte: O autor

Da mesma forma, identifica-se uma redução nos valores finais pós-teste das temperaturas corporais, sendo, com isso, um pouco menos que no primeiro. Percebe-se, entretanto, um baixo coeficiente de variação, o que garantiu a eficiência

no teste.

#### 4.2.3 Resultado do experimento da amostra como grupo de controle, recuperação passiva:

Para a tabela apresentada, relaciona-se os militares a que foram submetidos os experimentos com as temperaturas inicial e final dos mesmos no teste considerados como o grupo de controle. Conforme a metodologia do estudo, TF, representa a temperatura final dos avaliados. TI, representa a temperatura inicial e  $TR_{TC}$ , a taxa de resfriamento.

**Tabela 7 – Distribuição dos resultados do experimento do grupo de controle.**

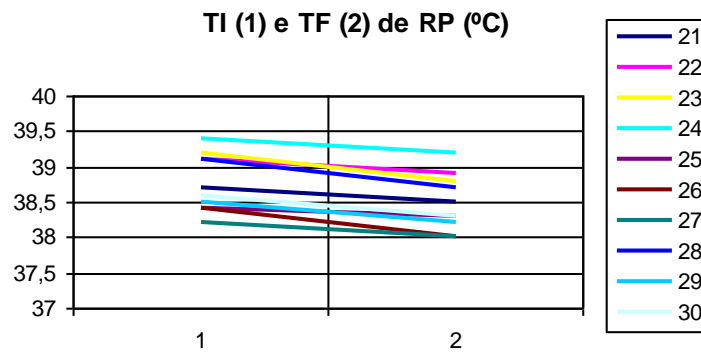
Amostra	TI	TF	Decréscimo	$TR_{TC}$ ( $^{\circ}C \cdot min^{-1}$ )
21	38,7	38,5	0,2	0,02
22	39,1	38,9	0,2	0,02
23	39,2	38,8	0,4	0,04
24	39,4	39,2	0,2	0,02
25	38,4	38,3	0,1	0,01
26	38,4	38,0	0,4	0,04
27	38,2	38,0	0,2	0,02
28	39,1	38,7	0,4	0,04
29	38,5	38,2	0,3	0,03
30	38,6	38,3	0,3	0,03

Fonte: o autor

É possível perceber a temperatura elevada pós os exercícios durante um dia na área de estágios, denotando uma eficiência na abordagem executada, tanto literária quanto experimental. O coeficiente de variação, entretanto, é baixo, o que não permitiu uma boa dispersão do rendimento da amostra no referido teste.

Identifica-se uma redução nos valores finais pós-teste das temperaturas corporais, sendo, com isso, um pouco menos que no primeiro. Percebe-se, entretanto, um baixo coeficiente de variação, o que garantiu a eficiência no teste.

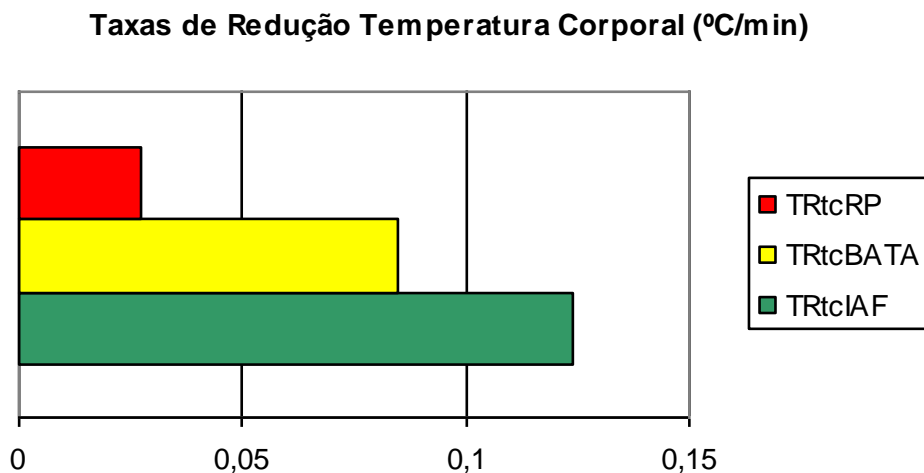
Observa-se, então, o seguinte:



**Figura 11: Temperaturas iniciais da amostra como grupo de controle com recuperação à sombra.**

Fonte: O autor

#### 4.2.4 Resultados da taxa de redução da temperatura corporal



**Figura 12: Taxas de redução da temperatura das três formas de prevenção da hipertermia (°C.min<sup>-1</sup>)**

Fonte: O autor

O gráfico acima mostra as taxas de redução da temperatura corporal entre as três formas de prevenção da hipertermia. Nele representa-se, a taxa de redução da temperatura com imersão em água fria (TR<sub>TC</sub> IAF), taxa de redução da temperatura corporal com banho em água à temperatura ambiente (TR<sub>TC</sub> BATA) e a taxa de redução da temperatura corporal com descanso à sombra, como grupo de controle (TR<sub>TC</sub> RP).

Infere-se assim a tabela a seguir:

**Tabela 8 - Taxas de redução da temperatura corporal.**

Taxa de redução e forma de redução	Valor da redução
TR <sub>TC</sub> IAF	0,124 °C.min <sup>-1</sup>
TR <sub>TC</sub> BATA	0,085 °C.min <sup>-1</sup>
TR <sub>TC</sub> RP	0,027 °C.min <sup>-1</sup>

Fonte: O autor

Para verificar se existem diferenças significativas nas respectivas formas de diminuição da temperatura corporal, tanto intragrupos, quanto intergrupos foram aplicados Testes de Análise de Variância (ANOVA, fator único *one-way*), considerando-se o momento em que os testes foram realizados, sendo aplicado para cada ANOVA o Teste Tukey-Kramer para comparação múltipla entre grupos de médias, quando se registram diferenças significativas.

**Tabela 9: Resultados Estatísticos de IAF, BATA e RP**

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	S <sup>2</sup>
1 (IAF)	10	11,800	1,180	0,066	0,257
2 (BATA)	10	8,500	0,850	0,065	0,255
3 (RP)	10	2,800	0,280	0,011	0,010

Fonte: O autor

**Tabela 10: Resultados obtidos a partir da ANOVA: Fator Único para os dados da temperatura corporal de militares intragrupos**

Fonte da variação	SQ	GI	MQ	F	valor-P	F crítico
Dentro dos grupos	1,277	27	0,047	40,01	<0,001	3,421
Total	5,423	29				

Fonte: O autor

**Tabela 11: Resultados obtidos a partir da ANOVA: Fator Único para os dados da temperatura corporal de militares entregrupos**

Fonte da variação	SQ	GI	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	4,146	2	2,073	43,830	<0,001	3,354
Total	5,423	29				

Fonte: O autor

**Tabela 12: Teste de Tukey para o nível de significância**

Tukey HSD test; Variable: Grupo. Marked differences are significant at p < 0,05000			
	IAF	BATA	RP
IAF	-	<0,001	<0,001
BATA	<0,001	-	<0,001
RP	<0,001	<0,001	-

Fonte: O autor

Assim como nos estudos extraídos da literatura, neste estudo também percebe-se uma diferença significativa entre os grupos de experimentos

O nível de significância entre todos os experimentos indica que o a abordagem se deu de forma satisfatória.

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A estratégia de IAF pode possuir custos um pouco mais elevados. Uma forma de se reduzir custos é que se tenha gelos com uma dimensão maior nos refeitórios, para que se coloquem em prática a forma IAF em ação caso seja necessário. Um pequeno tanque com água e o gelo podem auxiliar nestas estratégias.

A forma de BATA já é amplamente utilizada pela Área de Estágios Pára-quedista desde sua concepção. Há no ambiente de curso, várias torneiras e chuveiros onde os alunos, durante os intervalos entre as instruções poderão se utilizar, sem necessidade de auxílio ou ordem. Assim, comprova-se que a forma como a Área de Estágios Pára-quedista utiliza para que seus instruídos, pode também ser eficaz para se reduzir a temperatura corporal, entretanto, a IAF aponta para uma melhor resposta para que se evite o acometimento de hipertermia induzida por esforço físico.

Nesta sessão, será abordada a relação intragrupos e entregrupos através dos resultados, discutindo sobre variáveis intervenientes que poderiam influir no estudo, o grupo que apresentou uma melhor eficácia na forma de redução da temperatura corporal e a variação na taxa de redução da temperatura corporal dentro de cada grupo.

Ao se realizar os estudos a cerca dos alunos do Curso Básico Pára-quedista, levantaram-se alguns fatores externos que poderiam influir no valor dos resultados conduzindo à conclusões equivocadas. Fatores intervenientes, como estado hídrico, estado nutricional e idade, poderiam induzir a resultados diferenciados.

Assim, utilizou-se a temperatura axilar por se ter maior aceitação por parte dos avaliados e também por se tratar de um dado paralelo ao objetivo do trabalho que é dimensionar a eficácia das estratégias a que foram submetidos os avaliados no presente estudo.

O presente estudo baseou todo seu experimento a partir de medição na temperatura axilar e analisou todos os resultados na diferença natural entre as temperaturas axilar e retal, não levando em consideração tal diferença. Assim, foi então concluído que a resposta fisiológica foi exposta em toda a superfície do corpo. Como a medida se iniciou na tomada de temperatura axilar e a final da mesma forma, se traça uma constância de redução da temperatura em todo o corpo, inclusive no sistema central, mediador dos sistemas termorregulatórios do corpo.

## 5.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS INTRAGRUPOS

Nesta sessão, serão discutidos os resultados intragrupos dos experimentos de IAF, BATA e RP. Pretende-se discutir as hipóteses levantadas:

Em artigos citados como Armstrong e Moyle, a temperatura corporal interna era elevada até um patamar já estabelecido anteriormente. A partir deste ponto, com uma temperatura inicial equiparada, incluía-se os indivíduos em experimentos até que tivessem suas temperaturas internas reduzidas. Isso se dá pelo ambiente onde foram computados os dados, ambiente laboratorial, e também a forma como seria aplicado o teste.

No presente estudo, as temperaturas iniciais e finais demonstraram um valor bem variante. Isso se deve pela própria capacidade fisiológica termorregulatória individual. Os mecanismos hipotalâmicos produziram uma reação ao experimento da IAF, BATA e RP, desencadeando condutas internas para que a temperatura interna se reduzisse de uma forma mais agilizada, durante tempo,  $t$ , em que foi colocado em prática.

Através da tabela 9, percebe-se que a média de redução da temperatura corporal foi significativa em todas as três formas de redução da temperatura.

Dessa forma, infere-se que as estratégias escolhidas para o estudo alcançaram o objetivo principal que era perceber as diferenças entre as temperaturas corporais iniciais e finais.

Nas três formas de redução da temperatura, os mecanismos que no hipotálamo anterior é feita a integração das informações aferentes térmicas enquanto no hipotálamo posterior iniciam-se as respostas efetoras. Na área pré-óptica do hipotálamo existem neurônios sensíveis e não sensíveis à temperatura, sendo que os primeiros podem ser classificados em neurônios sensíveis ao calor e neurônios sensíveis ao frio, estes últimos predominantes. Ressalte-se ainda a presença de neurônios sensíveis à estimulação térmica local no hipotálamo posterior, na formação reticular e na região medular. Estes neurônios desencadearam estímulos de redução da temperatura interna do corpo, alcançando o objetivo do estudo.



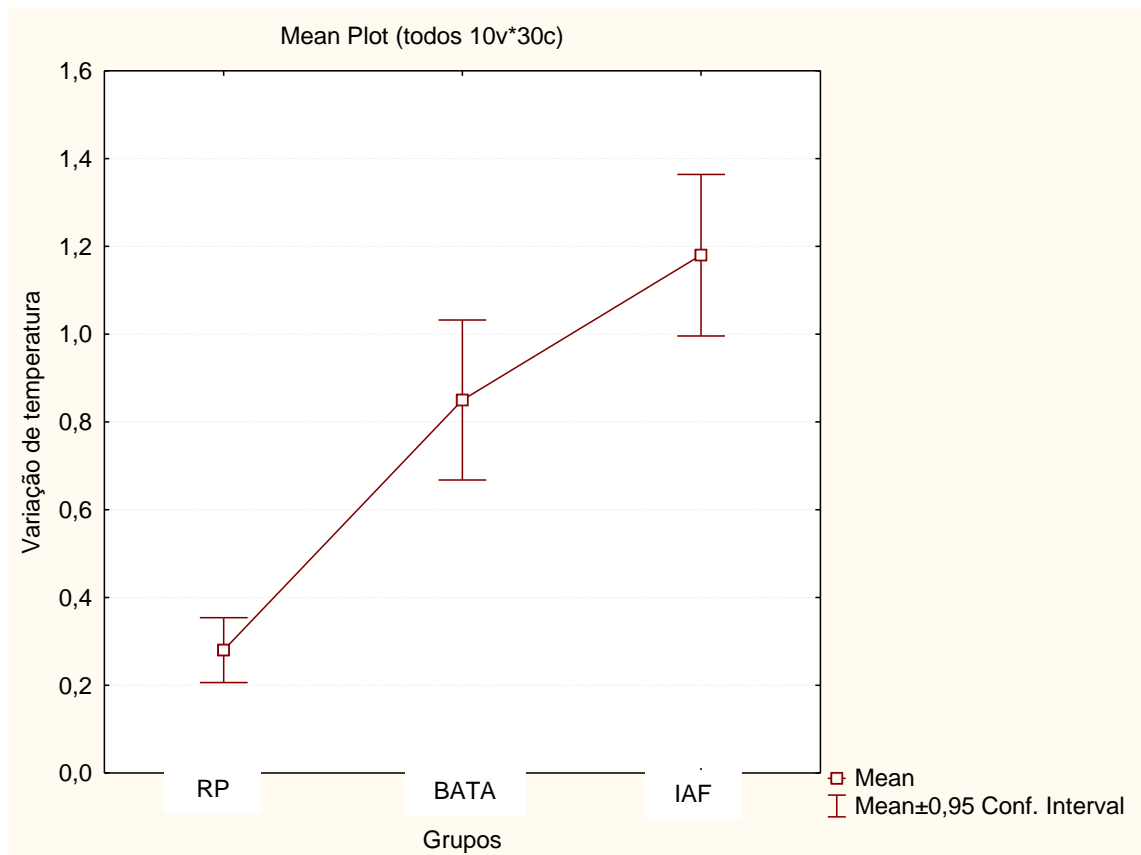
## 5.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS ENTREGUPOS

Com o intuito de observar se há influência entre as formas de redução da temperatura corporal entre os grupos de experimentos, os dados foram correlacionados, de forma que tal indicação pudesse ser obtida por um processo quantitativo. Os resultados obtidos foram o seguinte:

Assim como Halson, Gill & Dawson, 2008, que avaliaram o efeito da imersão em água fria e recuperação ativa na termorregulação com uma repetição do desempenho no ciclismo no calor. Observou-se que todos os protocolos de imersão em água fria foram eficientes em reduzir a tensão térmica e foram mais eficazes em manter o desempenho de ciclismo subseqüentes de alta intensidade do que a recuperação ativa.

Assim como nestes estudos, presente trabalho também constatou que a estratégia de redução da temperatura corporal com imersão em água fria (IAF), também foi eficiente para o objetivo de reduzir a temperatura corporal. O gráfico a seguir apresenta estes dados de forma mais evidente para posterior análise.

**Figura 15: Correlação entre as três formas de redução da temperatura**



Analisando a figura 15, percebe-se que a forma de redução da temperatura com imersão em água fria (IAF), se mostrou mais eficaz que o banho de água à temperatura ambiente (BATA) e a recuperação passiva (RP).

A estratégia de IAF indicou valores significativamente maiores que a RP e o BATA.

Isso se deve a forma ativa de redução da temperatura com presença de água corrente ou gelada. Os sistemas termorreguladores agiram conforme o estímulo externo fazendo com que se reduzissem de foram esperada.

Provavelmente, a reação se deu pela boa resposta interna dos indivíduos, impulsionada pela boa saúde dos avaliados, seus estados hídricos e nutricionais em normalidade. A idade homogênea também ajudou em uma boa resposta aos estímulos externos de IAF.

No experimento executado pelos avaliados, no hipotálamo anterior foi feita a integração das informações aferentes térmicas, enquanto no hipotálamo posterior iniciam-se as respostas efetoras. Na área pré-óptica do hipotálamo existem neurônios sensíveis e não sensíveis à temperatura, sendo que os primeiros podem ser classificados em neurônios sensíveis ao calor e neurônios sensíveis ao frio, estes últimos predominantes. Ressalte-se ainda a presença de neurônios sensíveis à estimulação térmica local no hipotálamo posterior, na formação reticular e na região medular. Existe uma faixa interlimiar de temperatura, definida geralmente entre 36,7° a 37,1°C, na qual não há resposta efetora

## 6 CONCLUSÃO:

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver estratégias de prevenção da hipertermia que melhor se adequem à estrutura do Curso Básico Pára-quedista, durante as atividades de instrução na primeira fase do referido curso, fase em que se realizam exercícios físicos intensos em ambientes quentes e úmidos. Pretendeu-se determinar quais formas de redução da temperatura corporal são eficazes para que instruídos não sejam colocados em risco de distúrbios térmicos provocados pelo calor, durante a execução de atividades militares.

Para que se alcançasse o objetivo proposto, de um modo geral, procurou-se conduzir o trabalho à conclusão acerca de quais seriam as estratégias mais exequíveis à aplicação dos métodos de diminuição da temperatura corporal dos instruídos, evitando-se a hipertermia na área de estágios do Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil.

O problema apresentado para o presente estudo foi: “Que estratégias de redução da temperatura corporal, prevenindo-se a hipertermia induzida pelo esforço físico, reduzem significativamente a temperatura corporal dos alunos do Curso Básico Pára-quedista durante a primeira fase do curso?”

Assim, procurando chegar à elucidação do problema e à consecução do objetivo geral de estudo, foram alcançados os objetivos específicos, abaixo relacionados, que permitiram o encadeamento lógico do raciocínio descritivo apresentado neste estudo:

- a. Descreveu-se os principais conceitos relativos de hipertermia relacionadas com a rhabdomiólise;
- b. Identificou-se os aspectos relativos a hipertermia induzida pelo esforço físico relacionados com a atividade física;
- c. Também, citou-se estratégias específicas de redução da temperatura corporal segundo estudos realizados, prevenindo-se a hipertermia induzida pelo esforço físico;
- d. Testou-se três estratégias específicas de redução da temperatura corporal, IAF, BATA e RP, segundo estudos realizados, prevenindo-se a hipertermia induzida pelo esforço físico;
- e. Na metodologia do estudo, descreveu-se as três estratégias específicas de redução da temperatura corporal utilizadas no ambiente do Curso Básico Pára-

quedista, prevenindo-se a hipertermia induzida pelo esforço físico;

f. Durante a execução do experimentos, foi acompanhada a temperatura corporal dos instruídos durante as atividades do Curso Básico Para-quedista, coletando seus valores em diferentes momentos;

e. Também, submeteu-se os avaliados às formas de redução da temperatura corporal, selecionados a partir dos melhores índices no teste de entrada para o referido curso;

f. No resultados e na discussão dos resultados, foi apresentado e comparado os resultados obtidos nos experimentos intergrupos e intragrupos.

Dentre as hipóteses elaboradas para dimensionar os aspectos a serem observadas na pesquisa de campo, as hipóteses alternativas foram aceitas e as hipóteses nulas foram refutadas por meio dos resultados:

H<sub>0a</sub> – Não houve diferença significativa na taxa de redução da temperatura corporal média intergrupos devido à forma de redução da temperatura corporal imposta;

H<sub>1a</sub> – Houve diferença significativa na taxa de redução da temperatura corporal média intergrupos devido à forma de redução da temperatura corporal imposta;

H<sub>0b</sub> – Não houve diferenças significativas na taxa de redução da temperatura corporal média intragrupos devido à forma de redução da temperatura corporal imposta.

H<sub>1b</sub> – Houve diferenças significativas na taxa de redução da temperatura corporal média intragrupos devido à forma de redução da temperatura corporal imposta.

Por meio dos objetivos gerais, têm os subsídios necessários a conclusão de diferenças significativas intra e intergrupos, em função das diferentes administrações de redução da temperatura corporal, confirmando-se as hipóteses alternativas, a partir dos testes realizados e da análise estatística.

Assim, as hipóteses H<sub>1a</sub> e H<sub>1b</sub> foram comprovadas totalmente, sendo duas respostas à pesquisa realizada e a partir delas procurou-se estabelecer um protocolo de redução de temperatura corporal em atividades físicas e instrução militar.

As condições ambientais encontradas na Área de Estágios da Brigada Para-quedista, além das intensas atividades físicas realizadas durante a primeira fase do

curso, particularmente, neste estudo, na primeira semana, são motivos relevantes à preocupação por parte de instrutores e diretores de ensino com alunos realizando exercícios militares em ambientes similares de temperatura e URA elevadas.

Os resultados do presente trabalho, indicam que as três formas de redução da temperatura corporal, IAF, BATA e RP, podem ser utilizadas em atividades físicas e de instrução militar onde se constate condições climáticas similares às do ambiente onde foi realizado o estudo.

A maioria dos estudos apresentados com referencia ao presente estudo, reforça a recomendação da imersão em água fria para o manejo da hipertermia. Essas publicações refletem posições de um mesmo grupo com aceitação científica internacional sobre o tema.

Entretanto, essa recomendação estava associada a poucas evidências experimentais. No presente estudo, colaborou-se para que formas de redução da temperatura corporal sejam empregadas por instrutores durante a execução de atividades físicas e instrução militar.

A relevância do presente trabalho deu-se pela necessidade de se estabelecer protocolos que podem ser utilizados pela área de estágios da Brigada de Infantaria Pára-quedista como formas de prevenir que seus instruendos se acometam de complicações advindas do calor e umidade extremos durante a permanência dos instruendos em atividades físicas intensas.

Ainda, essa investigação trouxe conhecimentos científicos aliados à realidade das atividades militares desenvolvidas na Brigada Pára-quedista, sendo as técnicas utilizadas no presente estudo, apropriadas à utilização em situações de campanha, adotando-se sistemas e estratégias que servirão para outros estabelecimentos de ensino militar.

Com esses experimentos, pretendeu-se comprovar que determinadas estratégias de redução da temperatura corporal, são perfeitamente exequíveis à instrução militar em campanha. Destina-se precipuamente ao instruendo em atividades de esforço físico intenso ou moderado. A preocupação de prevenir a elevação da temperatura corporal, trará ao aluno uma maior segurança física e psicológica na execução das atividades. O aluno com este suporte profilático, poderá se desenvolver melhor na demonstração dos conhecimentos e capacidades a que está sendo submetido.

Comprovas as hipóteses estipuladas, infere-se que algumas técnicas de

redução da hipertermia, prevenindo-se a hipertermia poderão facilitar no aprendizado e desenvolvimento do instruído durante a área de estágios e até mesmo salvar a vida de militares que estarão executando o curso.

Ainda, a despeito das peculiaridades de cada tipo de curso, é necessária uma preocupação constante, antes, durante e após a execução das especializações destes militares que estarão defendendo os interesses nacionais nos mais distantes locais de Brasil.

Objetivou-se desenvolver estratégias de prevenção da hipertermia que melhor se adequem à estrutura do Curso Básico Pára-quedista, durante as atividades de instrução na primeira fase do referido curso, pretendendo-se determinar quais formas de redução da temperatura corporal são eficazes para que instruídos não sejam colocados em risco de distúrbios térmicos provocados pelo calor, durante a execução de atividades militares. A conclusão a que se chega o presente estudo, é de que tanto a forma de se reduzir a temperatura corporal com imersão em água fria (IAF) como a forma de se reduzir a temperatura com banho em água à temperatura ambiente (BATA), alcançaram estes objetivos pretendidos.

Desse modo, conclui-se que ambas estratégias, IAF e BATA, são exequíveis à aplicação dos métodos de diminuição da temperatura corporal na área de estágios do Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil, dado seu custo benefício, em relação à proposta mais eficiente e com os menores custos à Organização Militar.

Para fins de estudo, a elevação da temperatura corporal através da realização de exercício prévio, sem o acometimento de hipertermia, dificulta os resultados para informações conclusivas, já que não representa a real condição do evento, tanto em estudos publicados, em sua maioria quanto em ambientes de cursos operacionais no Exército Brasileiro.

Por meio do estudo, conclui-se que o raciocínio utilizado para a imersão em água fria nos minutos iniciais pós temperatura elevada pelo esforço físico, indicando como a recomendação mais eficiente, obtendo-se uma taxa de redução da temperatura central segura à manutenção das condições normais do organismo. Em ambientes de curso operacional com condições ambientais extremas, nas quais os indivíduos estão mais suscetíveis ao acometimento da hipertermia, a manutenção de infraestrutura necessária para a realização desse procedimento deve ser considerada, como o acondicionamento de gelo no setor de abastecimento e

água em abundancia a seus instruídos.

Durante a realização de cursos operacionais onde há a possibilidade de medida da temperatura interna, o procedimento de IAF ou BATA pode ser mantido até que se alcance uma temperatura final satisfatória para as condições termorregulatórias normais, com uma temperatura segura para o prosseguimento das atividades de curso.

Nas Organizações Militares, em sua grande maioria, há no setor de abastecimento, um sistema de refrigeração de ar, local onde poderá se acondicionar gelos que irão diminuir a temperatura de uma piscina ou recipiente que tenha a utilidade de diminuir a temperatura corporal de instruídos em atividades físicas de alta intensidade e duração.

Entretanto, quando da realização de cursos operacionais, não se houver possibilidades de ser medida a temperatura corporal interna do instruído, evitando que ocorram distúrbios térmicos com efeitos adversos, as taxas de resfriamento observadas neste estudo, através da IAF em outras temperaturas até mesmo inferiores, podem servir como base para que se saiba o tempo de duração de um procedimento de diminuição da temperatura em ambientes de cursos operacionais.

Nesse caso, deve-se considerar a utilização da medida da temperatura da água e o tempo médio previsto para o alcance da temperatura interna de 37,5 °C, temperatura termoneutra.

O anexo "F" traz uma sugestão de procedimentos a serem adotados pelos instrutores durante a realização das atividades físicas, observando-se as condições ambientais inferidas a partir dos valores das temperaturas nos termômetros de bulbo úmido e seco, similar ao que se é observado para a execução das atividades físicas por meio da tabela do treinamento físico militar previsto no manual C 20-20.

Como considerações finais, seguem algumas sugestões para estudos posteriores e aplicações do que foi abordado:

- 1) Estas mesmas formas de se reduzir a possibilidade de um acometimento por distúrbios térmicos associados ao calor, podem ser utilizadas em outros ambientes de cursos operacionais;

- 2) Seguir uma mesma metodologia em outros ambientes de curso operacional como Curso de Ações de Comandos e Curso de Guerra na Selva;

- 3) Aperfeiçoar uma metodologia de tratamento de distúrbios térmicos associados ao calor em ambientes de cursos operacionais, e também porque não,

durante a instrução militar voltada para o soldado;

4) Incluir nos cursos de formação com AMAN e EsSA, palestras sobre distúrbios térmicos associados ao calor, formas de seu prevenção, identificação de distúrbios e tratamento eficaz;

5) Outros estudos abordando as mesmas temáticas, no entanto em ambientes diferenciados, com maior URA e temperatura ambiente, pretendo-se complementar a proposta final deste trabalho, visto que o ambiente dos experimentos se deu em condições da alta temperatura ambiente e umidade relativa do ar;

6) Construir uma amostra maior e com maior variabilidade de idade, seguindo-se a mesma metodologia.

7) Estudos voltados para os mesmos objetivos, no entanto medindo também a influencia do estado hídrico nos resultados.



## REFERÊNCIAS

ARMSTRONG L.E. **Performing in extreme environments**. Champaign, Human Kinetics, 2000, p 12-25.

ARMSTRONG LE, CASA DJ, MILLARD-STAFFORD M, MORAN DS, PYNE SW, ROBERTS WO. **Exertional heat illness during training and competition**. ACSM, Position Stand. Med Sci Sports Exerc 2007; 556-572.

ARMSTRONG LE, CRAGO AE, ADAMS R, ROBERTS WO, MARESH CM. **Whole-body cooling of hyperthermia runners: comparison of two field therapies**. Am J Emergency Med 1996; 14(4): 355-8.

BRASIL. **Boletim do Exército**, nº 11, março 2010a, p. 9-12.

\_\_\_\_\_. Exército Brasileiro. **C 100-5: Operações**. Brasília, DF, 1997. Não paginado.

\_\_\_\_\_. Exército Brasileiro, **NORMAS PECULIARES DO CURSO BÁSICO PÁRA-QUEDISTA**. [ca. 2002], p. 1-25.

\_\_\_\_\_. **Missão do Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil**. Disponível em: [www.cipqdt.ensino.eb.br/index.php?pag=missao&bd=link](http://www.cipqdt.ensino.eb.br/index.php?pag=missao&bd=link). Acesso em 21 de setembro de 2010b.

Brotherhood JR. **Heat stress and strain in exercise and sports**. J Sci Med Sport 2008; 11: 6-19.

BROWN J A, ELLIOT M J, SRAY WA. **Exercise-induced upper extremity rhabdomyolysis and myoglobinuria in shipboard military personnel**. Mil Med 1994; 159: 473-5.

BYWATERS EGL, BELL D. **Crush injuries with impairment of renal function**. Br Med J 1941; 1: 427-32.

CASA DJ, MCDERMOTT BP, LEE EC, YEARGIN SW, ARMSTRONG LE, MARESH CM. **Cold water immersion: the gold standard for exertional heatstroke treatment**. Exerc Sports Reviews 2007; 35(3): 141-9.

CHINEVERE TD, CADARETTE BS, GOODMAN DA, ELY BR, CHEUVRONT SN, SAWKA MN. **Efficacy of body ventilation system for reducing strain in warm and hot climates**. Eur J Appl Physiol 2008; 103: 301-314

CLAPP AJ, BISHOP PA, MUIR I, WALKER JL. **Rapid cooling techniques in joggers experiencing heat strain**. J Sci Med Sport 2001; 4 (2): 160-167.

CORK RC, VAUGHAN RW, HUMPHEY LS. **Precision and accuracy of intraoperative temperature monitoring**. Anesth Analg 1983; 62: 211-214.

COSTRINI A. **Emergency treatment of exertional heatstroke and comparison of whole body cooling technique.** Med Sci Sports Exerc 1990; 22(1): 15-8.

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO (Brasil). **C 57-1: Operações Aeroterrestres (Anteprojeto).** Rio de Janeiro, 1988.

FARMER, J. C. **Temperature-related injuries,** Critical Care, 3ª edição, 1997

FOSS M L, KETEYIAN S J, **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte,** sexta edição, editora Guanabara, 1998, p. 463-485.

GAVIN TP. **Clothing and thermoregulation during exercise.** Sports Med 2003; 33 (13): 941-7.

HACKL W, WINKLER M, MAURITZ W et al - **Muscle biopsy for diagnosis of malignant hyperthermia susceptibility in two patients with severe exercise-induced myolysis.** Br J Anaesth, 1991;66: 138-140.

HAMER R. **When exercise goes awry : Exertional rhabdomyolysis.** Scoth Med J 1997; 90:548-51

HAYMES, E.M.; WELLS, C.L. **Environment and human performance.** Champaign, Human Kinetics, 1986.

<http://www.climatempo.com.br/destaques/2010/11/30/muito-calor-no-rio-de-janeiro>, acesso em 21 Mar 2011.

JARDON OM - **Physiologic stress, heat stroke, malignant hyperthermia: a perspective.** Military Med, 1982;147:8-14.

KNOCHEL JP. **Mechanisms of Rhabdomyolysis.** Current Op Rheum 1993;5:725-731.

LIMA D. V. M., LACERDA R. A. **Hemodynamic oxygenation effects during the bathing of hospitalized adult patients critically ill: systematic review.** *Acta paul. enferm.* [online]. 2010, vol.23, n.2, pp. 278-285. ISSN 0103-2100.

McCANN, D.J.; ADAMS, W.C. **Wet bulb globe temperature index and performance in competitive distance runners.** Medicine Science in Sports and Exercise, Madison, v.29, n.7, p.955-61,1997.

MONTAIN. S. J., COYIE. E. F.: **"Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drih during exercise"**. J Appl Physiol73(4): 1340-1350, 1992.

NIELSEN, B.; STRANGE, S; CHRISTENSEN, N.J.; SALTIN, B. **Acute an adaptive responses in humans to exercise in a warm, humind environment.** Pflugers Arch., 434 (1); 49-56, 1997.

PAROLIN M B, UILI COELHO J C, CASTRO G R A e FREITAS A C T, **Insuficiência Hepática Fulminante por Interação Induzida por Exercício**, Rev Bras Med Esporte – Vol. 15, No 3 – Mai/Jun, pág. 224-227, 2009

PEIFFER JJ, ABBISS CR, NOSAKA K, PEAKE JM, LAURSEN PB. **Effects of cold water immersion after exercise in the heat on muscle function, body temperatures, and vessel diameter**. J Sci Med Sport 2008, In press.

PROULX CI, DUCHARME MB, KENNY GP. **Effect of water temperature on cooling efficiency during hyperthermia in humans**. J Appl Physiol 2003; 94: 1317-1323.

ROBERTS, D.L.; SHUMAN, S.H.; SMITH, D.J. **Preventing heat-related hazards important for outdoor workers**. Occup. Safety Health, 6: 21-55, 1987.

ROSA, N. G. et al., **Rabdomiólise**. Acta Med Port, v. 18, p. 271-282, 2005.

SESSLER DI. **Temperature monitoring**. In: Miller RD - Anesthesia. New York: Churchill Livingstone, 1994; 1363-1382.

SILAMI-GARCIA E, RODRIGUES L. **Hipertermia durante a prática de exercícios físicos: riscos, sintomas e tratamento**. Rev Bras Ciên Esporte 1998; 19(3): 85-94.

TODD G, BUTLER JE, TAYLOR JL, GANDEVIA SC, **Hyperthermia: a failure of the motor cortex and the muscle**. The Journal of physiology; Volume: 563 Edição: Pt 2 Páginas: 621-31 Data: 2005 Mar 1.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 3 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.

TONELLI D & TOLDO A, **Regulação da Temperatura e Anestesia**, Rev Bras Anesthesiol 1994; 44: 3: 195 – 204.

VAILE J, HALSON S, GILL N, DAWSON B. **Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat**. J Sports Sci. 2008 Mar;26(5):431-40.

VANHOLDER R, SEVER MS, EREK E, LAMEIRE N: **Rhabdomyolysis**. J Am Soc Nephrol 2000; 11: 1553-1561

VISWE S, WARAN P, GUNTUPALLI. **Rhabdomyolysis** . Crit Care Cli 1999; 15: 415-28.

VIVEIROS, J.P., MEYER, F., KRUEL, L.F.M. **Imersão em Água Fria para o Manejo da Hipertermia Severa**, Rev Bras Med Esporte – Vol. 15, No 4 – Jul/Ago, 311-15, 2009.

WAPPLER F, FIEGE M, STEINFATH M, et al - **Evidence for susceptibility to malignant hyperthermia in patients with exercise-induced rhabdomyolysis.** Anesthesiology, 2001;94:95-100.

WENDT D, LUC J C VAN LOON, WOUTER D VAN MARKEN LICHTENBELT. **Thermoregulation during exercise in the heat: strategies for maintaining health and performance.** Sports medicine, 2007; 37(8):669-82.

## GLOSSÁRIO

ABDOMINAL – Exercício de flexão do tronco em decúbito dorsal.

CANGURU – Exercício calistênico de flexão de membros inferiores.

CARGOS – Vagas existentes em uma Organização Militar.

COLITE ISQUÊMICA – Forma de isquemia do aparelho digestivo.

FAICITE PLANTAR – Dor plantar, da fascia plantar, originada por inflamação de microtraumatismos de repetição no osso calcâneo.

FLEXÃO DE BRAÇOS – Exercício calistênico de flexão de braços sobre o solo.

FLEXÃO NA BARRA FIXA – Exercício calistênico de flexão de braços sobre uma barra fixa.

METABOLISMO BASAL – Quantidade calórica utilizada pelo corpo para funcionamento de todos os sistemas fisiológicos, durante o repouso.

RECEPTORES COLINÉRGICOS – Proteína integral de membrana que gera uma resposta a partir de uma molécula de acetilcolina.

TIRAPROSA – Exercício para membros superiores, particularmente antebraços.

TOROS – Exercício militar realizado com uma barra de 13 kg por homem em uma equipe de 4. Exercita-se membros superiores e inferiores.

UMIDADE RELATIVA DO AR – É a relação entre a pressão de vapor do ar (medida em pascal) e a pressão de vapor do ar obtida em condições de equilíbrio ou saturação sobre uma superfície de água líquida ou gelo.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_, identidade nº \_\_\_\_\_, residente na rua \_\_\_\_\_, nº \_\_\_\_\_, bairro \_\_\_\_\_, cidade \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_, CEP \_\_\_\_\_, concordo, de livre e espontânea vontade, em participar, como integrante de um dos grupos experimentais, do Projeto de Pesquisa “ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO DA HIPERTERMIA SEVERA INDUZIDA PELO ESFORÇO FÍSICO ASSOCIADAS À ESTRUTURA DO CURSO BÁSICO PÁRA-QUEDISTA DO EXÉRCITO BRASILEIRO”, cujos objetivo é verificar quais estratégias de diminuição da temperatura corporal se aplica melhor à estrutura do Curso Básico Pára-quedista.

Declaro ter conhecimento de que poderei ser selecionado para um dos grupos experimentais para realizar uma forma de se diminuir a temperatura corporal, nos intervalos das instruções durante o curso, conforme a randomização dos grupos.

É do meu conhecimento que serei solicitado a cumprir determinados procedimentos que me colocarão em situação experimental, seguindo as normas dos avaliadores.

Fica-me assegurado o direito de abandonar o estudo a qualquer momento e que os resultados não serão identificados, sendo somente utilizados para a pesquisa e publicações.

Rio de Janeiro, RJ,        de        de .....

\_\_\_\_\_  
Testado

\_\_\_\_\_  
Pesquisador principal

\_\_\_\_\_  
Testemunha

## APÊNDICE B – FICHA CONTENDO OS CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Identificação									
Nome									
Posto									
Idade									
Peso									
Altura									
Parecer Médico	Apto ( )	Inapto ( )	Código						
O senhor fez suplementação de creatina durante a preparação para o curso?									
O senhor já teve algum parente que foi internado com sintomas de uma alta temperatura corporal?									
O senhor foi aprovado nas provas preliminares para o curso?									
O senhor é voluntário para participar do estudo?									
Por favor cite os medicamentos que por ventura o senhor esteja utilizando.									
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
<p style="text-align: center;">Rio de Janeiro, RJ,      de                      de .....</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">Testado</p>									

**APENDICE C – FICHA DE COLETA DE DADOS PARA IMERSÃO EM ÁGUA FRIA**

GDH:

URA:

TEMPERATURA AMBIENTAL (°C):

Nr	Índices entrada		Temp pré-teste	TI	TF
	Barra	flexão			
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					



**APENDICE D – FICHA DE COLETA DE DADOS PARA O BANHO EM ÁGUA À TEMPERATURA AMBIENTE**

GDH:

URA:

TEMPERATURA AMBIENTAL (°C):

Nr	Índices entrada		Temp pré-teste	TI	TF
	Barra	flexão			
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

**APENDICE E – FICHA DE COLETA DE DADOS PARA O GRUPO EM RECUPERAÇÃO PASSIVA, CONTROLE**

GDH:

URA:

TEMPERATURA AMBIENTAL (°C):

Nr	Índices entrada		Temp pré-teste	TI	TF
	Barra	flexão			
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

**APÊNDICE F - PROPOSTA DE PROTOCOLO PARA PREVENÇÃO DE DISTURBIOS TÉRMICOS**

	TBS	Diferença entre a temperatura do TBS e TBU														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VD	16															
	17															
	18															
	19															
	20															
AM	21															
	22	RP	RP	RP	RP	RP	RP	RP	RP	RP						
	23	RP	RP	RP	RP	RP	RP	RP	RP	RP						
	24	RP	RP	RP	RP	RP	BATA	BATA	BATA	BATA						
	25	RP	RP	RP	RP	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA						
VM	26	RP	RP	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA						
	27	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA						
	28	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA						
PR	29		BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA						
	30			BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA						
	31				BATA	BATA	BATA	BATA	BATA	BATA						
	32					IAF	IAF	IAF	IAF	IAF						
	33						IAF	IAF	IAF	IAF						
	34							IAF	IAF	IAF						
	35								IAF	IAF						
	36									IAF						
	37															
	38															
	39															
	40															

TBU - Termômetro de Bulbo Úmido  
 TBS - Termômetro de Bulbo Seco

**Cor da Bandeirola**  
 VD - Verde  
 AM - Amarela  
 VM - Vermelha  
 PR - Preta

**Banho em água corrente (BATA)**  
 1- Retirar o capacete  
 2- Retirar a gandola e camiseta  
 3- Banho em torneira ou chuveiro no torso por dez minutos  
 4- Verificar os sinais de alerta

**Recuperação Passiva (RP)**  
 1- Retirar o capacete  
 2- Retirar a gandola e camiseta  
 3- Descansar a sombra por dez minutos  
 4- Verificar os sinais de alerta

**Imersão em Água Fria (IAF)**  
 1- Retirar o capacete  
 2- Retirar o fardamento  
 3- Imergir em água fria por dez minutos  
 4- Verificar os sinais de alerta

### APENDICE G – QUADRO DE DADOS

Sujeitos	Sexo	Idade	Altura (m)	Peso (kg)	IMC (%)	Barra	Flexão	Temperatura pré-teste (°C)
1	M	25	1,74	73	24,11	16	56	37,4
2	M	26	1,77	75	23,94	15	59	37
3	M	25	1,8	70	21,60	16	61	37,1
4	M	23	1,75	80	26,12	14	54	37,5
5	M	21	1,9	84	23,27	15	48	37,3
6	M	20	1,77	79	25,22	17	51	37,,8
7	M	22	1,83	85	25,38	20	60	37
8	M	23	1,87	84	24,02	21	52	37,3
9	M	23	1,8	78	24,07	19	48	37,5
10	M	22	1,79	73	22,78	18	45	37
11	M	20	1,77	75	23,94	16	45	37,1
12	M	23	1,78	73	23,04	18	51	37,4
13	M	22	1,74	72	23,78	17	52	37,5
14	M	21	1,68	77	27,28	20	55	37,2
15	M	21	1,82	86	25,96	17	49	37
16	M	20	1,73	70	23,39	20	50	37,3
17	M	24	1,8	82	25,31	17	51	37,5
18	M	23	1,78	75	23,67	16	55	37,8
19	M	22	1,74	71	23,45	19	52	37,5
20	M	21	1,82	78	23,55	18	53	37
21	M	23	1,79	74	23,10	21	52	37,4
22	M	22	1,77	78	24,90	17	45	37,5
23	M	24	1,75	79	25,80	16	51	37,8
24	M	23	1,69	74	25,91	18	49	37,2
25	M	24	1,79	72	22,47	17	47	37,5
26	M	23	1,73	74	24,73	18	49	37
27	M	22	1,7	70	24,22	19	59	37,1
28	M	21	1,72	67	22,65	20	61	37

<b>29</b>	M	20	1,77	73	23,30	18	60	37
<b>30</b>	M	21	1,85	79	23,08	16	49	37,8
<b>Média:</b>		22,3	1,8	76,0	24,1	17,6	52,3	37,3

---