

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
DE PRODUÇÃO E SISTEMAS**

**FORMULAÇÃO DE UM REPOSITOR HIDROELETROLÍTICO  
PARA O TRABALHO FÍSICO OSTENSIVO DE POLICIAIS  
MILITARES, ADAPTADO AS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS DE  
FLORIANÓPOLIS**

**Márcia Clara Simões**

Tese apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
como requisito para obtenção  
do título de Doutor  
em Engenharia de Produção.

Florianópolis  
2003

**FORMULAÇÃO DE UM REPOSITOR HIDROELETROLÍTICO  
PARA O TRABALHO FÍSICO OSTENSIVO DE POLICIAIS  
MILITARES, ADAPTADO AS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS DE  
FLORIANÓPOLIS**

**Márcia Clara Simões**

# FORMULAÇÃO DE UM REPOSITOR HIDROELETROLÍTICO PARA O TRABALHO FÍSICO OSTENSIVO DE POLICIAIS MILITARES, ADAPTADO AS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS DE FLORIANÓPOLIS

Esta tese foi julgada e aprovada para a  
Obtenção do título de **Doutor em Engenharia de  
Produção no Programa de Pós-graduação em  
Engenharia de Produção** da  
Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 28 de fevereiro de 2003.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.

Coordenador do Curso

## BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Glaycon Michels, Dr.

**Orientador**

---

Prof<sup>a</sup>. Elizabete Y. N. Bavastri, Dra.

---

Prof<sup>a</sup>. Leila Amaral Gontijo, Dra.

---

Prof<sup>a</sup>. Virgínia Grünewald, Dra.

---

Prof. Alvaro G. R. Lezana, Dr.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu marido Salles, que com sua essência de grandeza de espírito e amor, caminhou ao meu lado, estimulando a expansão natural de meu desenvolvimento pessoal. Fonte inesgotável de vivência e ensinamentos, com a sua medicina voltada para o “ser” e, com sua capacidade de ouvir e dar conselhos lúcidos, possibilitou-me grandes momentos de auxílio e aprendizado. Agradeço por revestir meus dias com tanta luz, paz, respeito, amor e dedicação. Eternamente...

À minha família, por ser a “fortaleza inicial”, que criou em mim, a “grandeza” de continuar caminhando pela vida.... certa de “meus passos” e firme em meus propósitos.

Ao Professor Dr. Glaycon Michels, por saber entender a “doutoranda Márcia”... ausente e quase sempre cansada pelo trabalho militar diário... a procura de tempo para dedicação aos estudos... , mas enfim, nossa missão foi cumprida. Meu eterno agradecimento, por saber estimular e dar direção a esse trabalho. Obrigada Mestre.

À Professora Dra. Leila Amaral Gontijo, que durante todo o meu trajeto pelo Programa de Pós-graduação, mesmo não sendo eu sua orientanda, sempre ofereceu espaço e oportunidade para trabalhar ao seu lado, como integrante dos seus projetos. Obrigada pela confiança depositada durante todo este período. Levo comigo, o seu exemplo... de como ser uma “verdadeira Docente”... Parabéns!

Ao Prof. Dr. Álvaro Lezana, pela presença, colaboração e participação como membro da banca examinadora.

À amiga, madrinha e psicóloga, Dra. Virgínia Grunewald,, por sempre participar de momentos tão importantes em minha vida, com suas grandes contribuições, fazendo com que meus projetos se tornassem realidade. Minha gratidão...

À amiga, Dra. Elizabete Yukiko N. Bavastri, pela parcela de contribuição e pela amizade vivenciada e iniciada durante o período de mestrado. Meu eterno carinho, gratidão e reconhecimento pela convivência alegre e descontraída.

Ao Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) - Força Aérea Brasileira - Ministério da Defesa, pelo auxílio e fornecimento de informações disponibilizados.

À Polícia Militar de Florianópolis, pelo apoio e conjunção de esforços dedicados.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, pelo espaço oferecido durante esses longos anos, proporcionando-me a oportunidade de obter o título de Mestre e de Doutora.

## RESUMO

A proposta nessa tese, é mostrar com o desenvolvimento do presente estudo, a importância da Hidratação como mais uma estratégia e sustentáculo em estudos de Ergonomia. Dentre os fatores que influenciam o desempenho humano, a nutrição e a hidratação tem ocupado o seu lugar de destaque. O presente trabalho tem por objetivo a elaboração de uma formulação hidratante, composta por nutrientes, visando atenuar os efeitos nocivos de alterações homeostáticas no trabalhador militar, causadas pelo trabalho físico em condições climáticas adversas. O equilíbrio hidroeletrólítico, a resistência física e a aclimatização tem sido demonstrado ser de importância primaz na regulação da temperatura interna e performance humana. De particular importância, são as conseqüências potenciais de conduzir esses mecanismos regulatórios a seus limites durante o trabalho físico no calor e em ambientes úmidos, uma vez que, um turno de trabalho resulta em alterações que afetam a homeostase do corpo humano. À luz das alterações induzidas pelo trabalho físico na homeostase, a possibilidade da ingestão de uma solução contendo carboidratos, eletrólitos e vitaminas, apropriada ao ritmo climático regional, possa aumentar o desempenho físico, e fazer com que o trabalhador militar consiga suportar o aumento na velocidade dos movimentos e extensão do esforço em situações emergenciais, parece ser oportuna no atual momento contingencial brasileiro. Para tanto, analisou-se a ingestão líquida diária durante as estações de inverno e verão, de todo o efetivo integrante do policiamento ostensivo da Polícia Militar de Santa Catarina, atuantes na Ilha de Florianópolis, durante o ano de 2001. Paralelamente, foi analisado o comportamento da temperatura e umidade do ar da

região de Florianópolis de 1968 a 2001, perfazendo um total de 34 anos. Considerando-se que os resultados da presente tese, sejam o reflexo do que ocorre na realidade com o contingente de policiais militares de Florianópolis, há que salientar-se que a hidratação adequada, se faz necessário. Entendendo que o local de trabalho é um ambiente privilegiado para a prática preventiva à saúde, esses aspectos ao final do estudo, serão relacionados, de forma a permitir a criação de uma formulação capaz de atuar no balanço hidroeletrólítico do policial militar e, possibilitar ao mesmo tempo, uma melhor adaptação e tolerância física individual ao trabalho.

Palavras-Chave: Ergonomia e Nutrição. Trabalho Físico Militar e Nutrição.  
Repositor Hidroeletrólítico e Trabalho Físico.

## ABSTRACT

This thesis' proposal, is to show along the development of the present study, the importance of the Hydration as a key strategy and support for Ergonomics. On the factors that influence human being's performance, nutrition and hydration have been amongst the most important. The present work aims for the making up of a hydrating formula, composed by nutrients, seeking to lessen the noxious effects of homeostatic alterations to the military worker, produced by labour in adverse climatic conditions. The hydroelectrolitical balance, the physical resistance and the acclimatization have been demonstrated to be of the primal importance to both the regulation of human internal temperature and performance. Of paramount importance are the potential consequences on keeping those regulating mechanisms within their own limits while performing labour in a warm and humid climate, since work shifts may alter human body homeostasis. On the light of the alterations induced by labour within homeostasis, the ingestion of a solution containing the right amount of carbohydrates, electrolytes and vitamins, being appropriate to the region climatic cycle might increase the physical performance and allow the military worker to bear both the increasing movement speed and effort in any emergential situation, which, at present time in Brazil might be very welcomed. With this aim, the Santa Catarina Military Police Force average daily liquid ingestion, while patrolling the streets in Florianópolis, was analyzed during both winter and summer season within the year of 2001. At the same time, the differences in temperature and humidity of the atmosphere, within the Florianópolis area, were analyzed from 1968 to 2001, during a period of time of 34 years. Taking into account that the results of the present thesis

reflect the Florianópolis Military Police Force reality, it is our duty to point out that appropriate hydration is necessary.

Understanding that any working place is a privileged environment for any health prevention practice, this study shall lead to create a formula which might be able to regulate the military policeman hydroelectrolitical balance and, at the same time, promote better adaptability and more individual physical tolerance to their particular tasks.

Key words: Ergonomics and Nutrition. Military Labour and Nutrition.  
Hydroelectrolitical Replacer and Labour.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Efeito cascata dos extremos ambientais no desempenho do trabalho ...	p.29
Figura 2: As zonas de temperatura .....	p.80
Figura 3: Formas de perda ou absorção de calor .....	p.89
Figura 4: Distribuição da água do corpo no sistema vascular (plasma), interstício e intracelular, na condição normal e em dois níveis de desidratação ....	p.100
Figura 5: Problemas pelo calor: Exaustão e intermação .....	p.103
Figura 6: Comparação da estrutura química dos monossacarídeos .....	p.118
Figura 7: Número de policiais militares por intervalos de idade .....	p.200
Figura 8: Distribuição percentual de policiais segundo o sexo .....	p.201
Figura 9: Distribuição percentual de policiais segundo turno de trabalho .....	p.203
Figura 10: Distribuição percentual de policiais segundo faixa de peso corporal ..	p.204
Figura 11: Distribuição percentual de policiais segundo faixa de altura.....	p.206
Figura 12: Quantidade de líquidos ingeridos ao dia por policiais militares durante o inverno.....	p.207
Figura 13: Quantidade de líquidos ingeridos ao dia por policiais militares durante o verão .....	p.209
Figura 14: Número de policiais militares por intervalos de índice de massa corporal .....	p.210
Figura 15: Quantidade de líquido ingerida por kg.de peso (ml) por dia no inverno .....	p.212
Figura 16: Quantidade de líquido ingerida por kg.de peso (ml) por dia no verão .	p.213

- Figura 17: Valores médios e intervalos de confiança do índice de massa corporal (IMC), quantidade de líquido ingerido por dia no inverno por quilograma de peso (QLIDIP), e quantidade de líquido ingerido por dia no verão por quilograma de peso (QLIDVP), segundo sexo, para os policiais do policiamento ostensivo de Florianópolis, 2002 .....p.215
- Figura 18: Valores médios e intervalos de confiança do índice de massa corporal (IMC), quantidade de líquido ingerido por dia no inverno por quilograma de peso (QLIDIP), e quantidade de líquido ingerido por dia no verão por quilograma de peso (QLIDVP), segundo turno de trabalho, para os policiais do policiamento ostensivo de Florianópolis, 2002 .....p.216
- Figura 19: Valores médios e intervalos de confiança da quantidade de líquido ingerido por dia no inverno por quilograma de peso (QLIDIP) e quantidade de líquido ingerido por dia no verão por quilograma de peso (QLIDVP), segundo índice de massa corporal adequado ou inadequado, para os policiais do policiamento ostensivo de Florianópolis, 2002 .....p.216

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantidades Indicadas de Nutrientes durante Realização de Trabalho Físico.....	p.162
Tabela 2: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo a Idade.....	p.199
Tabela 3: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo Sexo.....	p.201
Tabela 4: Número e Percentual de Policiais Militares por Turno de Trabalho.....	p.202
Tabela 5: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo Faixa de Peso Corporal.....	p.203
Tabela 6: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo Altura.....	p.205
Tabela 7: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo Ingestão de Líquido/Dia no Inverno. ....	p.206
Tabela 8: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo Ingestão de Líquido/Dia no Verão.....	p.208
Tabela 9: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo o Índice de Massa Corporal.....	p.209
Tabela 10: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo a Quantidade de Líquido Ingerida por Kg.de Peso (ml) por Dia no Inverno.....	p.211
Tabela 11: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo a Quantidade de Líquido Ingerida por Kg.de Peso (ml) por Dia no Verão.....	p.212
Tabela 12: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo Adequação do Índice de Massa Corporal. ....	p.214
Tabela 13: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo Taxa de Ingestão de Líquido/Dia por Kilograma de Peso no Inverno.....	p.214

- Tabela 14: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo Taxa de Ingestão de Líquido/Dia por Kilograma de Peso no Verão. ....p.214
- Tabela 15: Número de Policiais Segundo as Variáveis Faixa Etária e Turno de Trabalho. ....p.217
- Tabela 16: Número de Policiais Segundo as Variáveis Ingestão de Líquido/Dia por Kilograma de Peso no Inverno e Turno de Trabalho. ....p.217
- Tabela 17: Número de Policiais Segundo as Variáveis Ingestão de Líquido/Dia por Kilograma de Peso no Verão e Turno de Trabalho. ....p.218
- Tabela 18: Número de Policiais Segundo as Variáveis Índice de Massa Corporal e Sexo. ....p.219
- Tabela 19: Número de Policiais Segundo as Variáveis Ingestão de Líquidos/Dia por Kilograma de Peso no Inverno e Sexo. ....p.219
- Tabela 20: Número de Policiais Segundo as Variáveis Ingestão de Líquidos/Dia por Kilograma de Peso no Verão e Sexo .....p.220
- Tabela 21: Ingestão de Líquidos por Kilograma de Peso Corporal por Dia no Inverno entre os Policiais Militares com Índice de Massa Corporal Adequado e Inadequado. ....p.220
- Tabela 22: Ingestão de Líquidos por Kilograma de Peso Corporal por Dia no Verão entre os Policiais Militares com Índice de Massa Corporal Adequado e Inadequado .....p.221
- Tabela 23: Estatísticas descritivas para as variáveis idade, peso, altura, quantidade de líquido ingerido por dia no inverno (QLIDI), quantidade de líquido ingerido por dia no verão (QLIDV), índice de massa corporal (IMC), quantidade de líquido ingerido por dia no inverno por quilograma de peso (QLIDIP), e quantidade de líquido ingerido por dia no verão por

quilograma de peso (QLIDVP), dos policiais que realizam o policiamento ostensivo em Florianópolis, 2002.....p.222

Tabela 24: Estatísticas descritivas para as variáveis idade, peso, altura, quantidade de líquido ingerido por dia no inverno (QLIDI), quantidade de líquido ingerido por dia no verão (QLIDV), índice de massa corporal (IMC), quantidade de líquido ingerido por dia no inverno por quilograma de peso (QLIDIP), e quantidade de líquido ingerido por dia no verão por quilograma de peso (QLIDVP), dos policiais de sexo feminino que realizam o policiamento ostensivo em Florianópolis, 2002.....p.223

Tabela 25: Estatísticas descritivas para as variáveis idade, peso, altura, quantidade de líquido ingerido por dia no inverno (QLIDI), quantidade de líquido ingerido por dia no verão (QLIDV), índice de massa corporal (IMC), quantidade de líquido ingerido por dia no inverno por quilograma de peso (QLIDIP), e quantidade de líquido ingerido por dia no verão por quilograma de peso (QLIDVP), dos policiais de sexo masculino que realizam o policiamento ostensivo em Florianópolis, 2002.....p.223

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>p.6</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>p.8</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>p.10</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>p.12</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>p.24</b>
<b>1.1 Considerações iniciais .....</b>	<b>p.24</b>
<b>1.1.1 Hidratação e reposição de eletrólitos, carboidratos e vitaminas como prevenção .....</b>	<b>p.26</b>
<b>1.1.2 Fisiografia e clima do Brasil e da ilha de Santa Catarina: Florianópolis .....</b>	<b>p.31</b>
<b>1.1.3 Polícia Militar: uma organização de segurança pública.....</b>	<b>p.33</b>
<b>1.1.4 Abordagem histórica do trabalho e da atividade física militar.....</b>	<b>p.37</b>
<b>1.1.5 Gasto energético .....</b>	<b>p.46</b>
<b>1.1.6 Características do trabalho militar ostensivo .....</b>	<b>p.48</b>
<b>1.1.6.1 Características da jornada de trabalho .....</b>	<b>p.49</b>
<b>1.1.7 Princípios do policiamento ostensivo.....</b>	<b>p.54</b>
<b>1.1.8 Caracterização do policiamento ostensivo .....</b>	<b>p.57</b>
<b>1.1.9 Procedimentos básicos do policiamento ostensivo.....</b>	<b>p.59</b>
<b>1.1.10 O desenvolvimento da jornada de trabalho.....</b>	<b>p.62</b>
<b>1.1.11 Aspectos organizacionais .....</b>	<b>p.63</b>
<b>1.2 Hipótese .....</b>	<b>p.64</b>
<b>1.3 Justificativa e relevância do estudo .....</b>	<b>p.65</b>
<b>1.4 Objetivos do estudo.....</b>	<b>p.67</b>

1.4.1	Objetivo geral.....	p.67
1.4.2	Objetivos específicos.....	p.67
1.5	Metodologia .....	p.68
2	<b>VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS RELACIONADAS AO CLIMA, NUTRIÇÃO E HIDRATAÇÃO APLICADA AO MOVIMENTO HUMANO .....</b>	<b>p.69</b>
2.1	Introdução.....	p.69
2.2	Variáveis fisiológicas relacionadas à temperatura .....	p.70
2.3	Zonas e oscilações de temperatura.....	p.79
2.4	A regulação da temperatura como ciclo regulador.....	p.81
2.4.1	Alterações na formação de calor .....	p.83
2.4.2	Termorregulação em ambientes frios .....	p.83
2.4.2.1	Exigências de nutrientes para o trabalho em ambientes frios.....	p.85
2.4.2.2	Adaptações agudas ao frio.....	p.88
2.5	Termorregulação em ambientes quentes .....	p.89
2.5.1	Mecanismos de dissipação de calor .....	p.93
2.5.2	Ajustes fisiológicos na termorregulação.....	p.95
2.5.3	Exigências de nutrientes para o trabalho em ambientes quentes.....	p.97
2.5.4	Desidratação no calor .....	p.100
2.6	Hidratação e reidratação .....	p.105
2.7	Perigos desencadeados pela falha de regulação da temperatura.....	p.109
2.8	Aclimatização às condições de calor e de frio .....	p.111
2.9	Composição dos líquidos do corpo humano.....	p.112
2.10	Carboidratos: fonte de energia .....	p.116
2.10.1	Glicólise: Degradação da glicose .....	p.119
2.10.2	A utilização de substratos durante o exercício.....	p.120

2.10.3 Ingestão de carboidratos e sua atuação no desempenho e fadiga ..	p.122
2.10.4 Utilização de carboidratos no trabalho físico intenso.....	p.123
<b>3 COMPONENTES DA FORMULAÇÃO HIDRATANTE .....</b>	<b>p.126</b>
3.1 Água .....	p.128
3.2 Eletrólitos.....	p.129
3.2.1 Sódio .....	p.131
3.2.2 Potássio .....	p.132
3.2.3 Absorção, metabolismo e eliminação de sódio e potássio .....	p.135
3.3 Vitaminas .....	p.136
3.3.1 Vitamina C .....	p.137
3.3.2 Vitamina B <sub>1</sub> (Tiamina) .....	p.141
3.3.3 Vitamina B <sub>2</sub> (Riboflavina).....	p.145
3.3.4 Vitamina B <sub>3</sub> (Niacina ou Niacinamida ou Nicotinamida) .....	p.148
3.3.5 Vitamina B <sub>5</sub> (Ácido pantotênico).....	p.151
3.3.6 Vitamina B <sub>6</sub> (Piridoxina).....	p.153
3.3.7 Vitamina B <sub>12</sub> (Cianocobalamina) .....	p.155
3.3.8 Vitamina H (Biotina) .....	p.157
3.3.9 Considerações sobre as vitaminas do complexo B .....	p.158
3.3.10 Vitaminas e minerais: Doses recomendadas por diferentes autores nos anos de 1993 a 1998. ....	p.161
3.4 Glicose .....	p.163
3.5 Considerações sobre a formulação.....	p.165
<b>4 A DINÂMICA CLIMÁTICA NO ESTADO DE SANTA CATARINA .....</b>	<b>p.170</b>
4.1 Introdução.....	p.170

4.2 Elementos que compõem a dinâmica atmosférica da região sul e de Florianópolis.....	p.175
4.3 Características climáticas de Florianópolis.....	p.177
4.3.1 Verão .....	p.178
4.3.2 Outono .....	p.179
4.3.3 Inverno .....	p.180
4.3.4 Primavera .....	p.181
4.4 Características dos parâmetros meteorológicos de Florianópolis.....	p.182
4.4.1 Temperatura .....	p.182
4.4.2 Umidade relativa .....	p.182
4.4.3 Nebulosidade .....	p.183
4.4.4 Precipitação .....	p.184
4.4.5 Névoas .....	p.186
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	p.188
5.1 Introdução.....	p.188
5.2 Delimitação do estudo .....	p.188
5.3 População .....	p.189
5.4 Variáveis do estudo .....	p.190
5.4.1 Instrumental e material necessários .....	p.192
5.4.2 Variáveis .....	p.192
5.5 Tratamento estatístico .....	p.197
5.6 Determinação dos valores das quantidades de nutrientes da formulação.....	p.197
6 ANÁLISE ESTATÍSTICA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	p.199
6.1 Introdução.....	p.199

6.2 Tabelas unidimensionais para as variáveis .....	p.199
6.3 Tabelas unidimensionais para as variáveis quantitativas categorizadas .....	p.214
6.4 Tabelas bidimensionais para as variáveis quantitativas categorizadas .	p.217
6.5 Estatísticas descritivas das variáveis quantitativas contínuas .....	p.222
7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	p.225
7.1 Conclusões .....	p.225
7.2 Recomendações para futuros trabalhos .....	p.229
REFERÊNCIAS.....	p.230
APÊNDICES .....	p.239
APÊNDICE A - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1968. ....	p.240
APÊNDICE B - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1969. ....	p.240
APÊNDICE C - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1970. ....	p.241
APÊNDICE D - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1971. ....	p.241
APÊNDICE E - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1972. ....	p.242
APÊNDICE F - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1973 .....	p.242
APÊNDICE G - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1974. ....	p.243

<b>APÊNDICE H - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1975.</b>	<b>p.243</b>
<b>APÊNDICE I - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1976.</b>	<b>p.244</b>
<b>APÊNDICE J - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1977</b>	<b>p.244</b>
<b>APÊNDICE L - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1978</b>	<b>p.245</b>
<b>APÊNDICE M - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1979.</b>	<b>p.245</b>
<b>APÊNDICE N - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1980.</b>	<b>p.246</b>
<b>APÊNDICE O - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1981.</b>	<b>p.246</b>
<b>APÊNDICE P - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1982.</b>	<b>p.247</b>
<b>APÊNDICE Q - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1983.</b>	<b>p.247</b>
<b>APÊNDICE R - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1984.</b>	<b>p.248</b>
<b>APÊNDICE S - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1985.</b>	<b>p.248</b>
<b>APÊNDICE T - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1986.</b>	<b>p.249</b>

<b>APÊNDICE U - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1987.</b>	<b>p.249</b>
<b>APÊNDICE V - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1988.</b>	<b>p.250</b>
<b>APÊNDICE X - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1989.</b>	<b>p.250</b>
<b>APÊNDICE Z - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1990</b>	<b>p.251</b>
<b>APÊNDICE AA - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1991.</b>	<b>p.251</b>
<b>APÊNDICE AB - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1992.</b>	<b>p.252</b>
<b>APÊNDICE AC - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1993.</b>	<b>p.252</b>
<b>APÊNDICE AD - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1994.</b>	<b>p.253</b>
<b>APÊNDICE AE - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1995.</b>	<b>p.253</b>
<b>APÊNDICE AF - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1996.</b>	<b>p.254</b>
<b>APÊNDICE AG - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1997.</b>	<b>p.254</b>
<b>APÊNDICE AH - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1998.</b>	<b>p.255</b>

APÊNDICE AI - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1999.....	p.255
APÊNDICE AJ - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 2000.....	p.256
APÊNDICE AL - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 2001.....	p.256
APÊNDICE AM - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 2002.....	p.257
APÊNDICE AN – Perfil da umidade relativa média de Florianópolis de 1968 a 1972 .....	p.258
APÊNDICE AO – Perfil da umidade relativa média de Florianópolis de 1973 a 1977.....	p.258
APÊNDICE AP - Perfil da umidade relativa média de Florianópolis de 1978 a 1982.....	p.259
APÊNDICE AQ – Perfil da umidade relativa média de Florianópolis de 1988 a 1992.....	p.259
APÊNDICE AR – Perfil da umidade relativa média de Florianópolis de 1993 a 1997.....	p.260
APÊNDICE AS – Perfil da umidade relativa média de Florianópolis de 1998 a 2001.....	p.260
APÊNDICE AT - Questionário de avaliação da ingestão de líquidos nas estações de inverno e verão .....	p.263
ANEXOS .....	p.263
ANEXO A - Frente fria originada em região antártica.....	p.264
ANEXO B - Massa equatorial continental com atuação no verão.....	p.265

<b>ANEXO C - Massa polar atlântica com origem no atlântico. ....</b>	<b>p.266</b>
<b>ANEXO D - Massa de ar polar atlântica com origem no atlântico.....</b>	<b>p.267</b>
<b>ANEXO E - Encontro de massa tropical e massa polar originando pancadas de chuvas no verão. ....</b>	<b>p.268</b>
<b>ANEXO F - Entrada de frente fria trazendo chuva ao estado de Santa Catarina .....</b>	<b>p.269</b>
<b>ANEXO G - Massa equatorial continental apresentando descontinuidades e chuvas.....</b>	<b>p.270</b>
<b>ANEXO H - Ar frio sobre a Argentina em direção à região sul do Brasil.....</b>	<b>p.271</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações iniciais

Os antigos gregos, já nas olimpíadas da era antiga, preconizavam um acréscimo de determinado alimento na dieta de seus atletas de elite para aumentar a performance. Nos anos 776 AC a 393 DC, verificavam-se lutadores e atletas que ingeriam mais alimentos do que necessitavam. Como exemplo, observavam-se corredores e guerreiros que ingeriam carne de touro para serem mais rápidos; carne de caprino para saltarem com mais agilidade, bem como utilizavam a mistura de uma grande variedade de carnes juntamente com ovos e vinhos para adquirirem energia. Observa-se, neste momento histórico, a importância direcionada em especial para a proteína como um nutriente (SBAN, 2000).

Contudo, através dos tempos, visando atingir as necessidades individuais e recomendações nutricionais, não se tem mudado a perspectiva de que o corpo humano precisa resguardar a atenção com os aspectos nutricionais adequados para atingir a otimização do seu desempenho, performance e saúde.

A alimentação, elemento fundamental na formação e integração das sociedades, está vinculada às interações do homem com o ambiente e às relações sociais, sujeita, pois, ao plano da história. É um fenômeno cultural que ultrapassa os tempos e que atinge as potencialidades tecnológicas. Tal fenômeno não significa uma descaracterização identitária, mas um processo dinâmico de mudanças, onde as diversas culturas, produtos de várias histórias, se interconectam, emergindo

desse complexo um pluralismo cultural de um mundo globalizado, que através das novas tecnologias, cria extratos, substâncias, e elementos em busca da excelência.

O conhecimento da fisiologia e da nutrição humana aumentou enormemente neste século, e o mesmo aconteceu com a aplicação das alterações dietéticas e a suplementação com nutrientes. A modulação da composição dietética e/ou a suplementação com nutrientes específicos com o intento de melhorar o desempenho físico humano é uma definição funcional dos auxílios ergogênicos nutricionais.

A preocupação em criar de forma planejada fórmulas de reposição hidratantes acrescida de carboidratos e eletrólitos é relativamente recente.

A prática de movimentos físicos em alguns segmentos laborais e em atividades desportivas traz em seu conjunto, em Santa Catarina, uma perda hídrica significativa por conta da maior produção de sudorese que é produzida para auxiliar a termogênese corporal, essencialmente nos meses de maior temperatura e com índices significativos de umidade.

A ocorrência de distúrbios metabólicos interativos, a fadiga e a incapacidade de manter o rendimento físico de trabalho são preocupações do mundo contemporâneo. Sua etiologia tem despertado grande interesse devido ao seu caráter multifatorial. Esse trabalho, procura através de uma breve exposição da literatura, mostrar a importância da hidratação e administração de eletrólitos na prevenção de manifestações físicas, produzidas pelo trabalho militar intenso e/ou prolongado, em condições climáticas ambientais regionais específicas.

### **1.1.1 Hidratação e reposição de eletrólitos, carboidratos e vitaminas como prevenção**

A quantidade de água eliminada pelo suor depende da intensidade do trabalho físico realizado, assim como da temperatura e umidade ambientais. A defesa mais eficaz contra alterações da temperatura interna corporal é a hidratação. Ela pode ser alcançada pelo equilíbrio entre a perda de água e a reidratação. Se a hidratação do corpo humano for entregue somente ao controle da sede, a reidratação poderia levar alguns dias para o total restabelecimento hídrico, até mesmo após grave desidratação.

A ingestão extra de água antes do trabalho físico, em ambientes quentes, proporciona alguma proteção, aumentando a sudorese e evitando significativamente grandes elevações da temperatura interna durante a realização da atividade físico-motora. Alguns autores chegam a indicar o consumo de 400 a 600 ml de líquidos, 20 minutos antes do início de atividades física em ambientes quentes, e um volume de 250 ml a cada 15 ou 30 minutos de trabalho intenso. As bebidas isotônicas (acrescida de nutrientes), passam a ser indicadas quando o indivíduo perde mais de 2% do peso corporal pela transpiração. Nestes casos, tornam-se bastante indicados como substitutos da água, por apresentarem concentrações de sódio e outros minerais que são eliminados durante o trabalho físico intenso.

Com a ingestão de volumes de líquidos que contenham o equivalente as perdas de água e nutrientes perdidos com a sudorese, se previne a desidratação e alterações funcionais no organismo.

Quando a temperatura ambiente alcança entre 30 e 35°C ou mais e a umidade relativa do ar é maior que 80%, podem ocorrer níveis variados de

desidratação. O maior problema se concentra nas alterações em cascata que podem ser desencadeadas, como a fadiga, confusão mental, desmaios e até mesmo a morte (COYLE & GONZALEZ-ALONSO, 1998).

A desidratação, durante o trabalho físico, causa alterações significativas das funções corporais à nível cardiovascular, termorregulador, metabólico e endócrino. Estes efeitos são observados não somente quando ocorre uma desidratação com a realização de trabalho físico intenso, como também, quando iniciado uma tarefa motora em condições de hipohidratação e/ou déficit hídrico.

A literatura em geral mostra que desde 1950, pesquisadores afirmam que a desidratação causa um maior incremento da temperatura corporal e aumento da frequência cardíaca resultando em um baixo rendimento de trabalho físico.

Saltin & Stenberger (1997), demonstraram que a desidratação progressiva também causa redução significativa do volume sistólico e da pressão arterial média, causando diminuição do trabalho cardíaco em condições moderadas de temperatura (22°C). No entanto, a 35°C a desidratação causa uma diminuição do débito cardíaco e uma redução do volume sistólico que não compensa totalmente a frequência cardíaca.

Recentemente um estudo realizado pela Universidade do Texas, em Austin, por Coyle & González-Alonso (1998), observou-se que as reduções causadas no trabalho cardíaco (10 a 14%) eram acompanhadas por uma diminuição significativa da pressão arterial média (7%) e um incremento da resistência vascular periférica (9%), durante a realização de trabalho físico intenso em ambientes quentes (35°C). Esta redução do trabalho cardíaco, segundo os autores, compromete a regulação do sistema cardiovascular porque tanto o fluxo sangüíneo periférico quanto a pressão de perfusão dos órgãos e tecidos estão diminuídas, favorecendo alterações na

temperatura corporal interna. Demonstrou-se ainda, que o fluxo sangüíneo muscular e viscerais apresenta-se diminuído, o que dificulta o aporte de substratos ao organismo e seqüencialmente a eliminação de metabólitos, dificultando a transferência de calor desde a musculatura ativa até a superfície corporal.

Os mesmos autores observaram também uma concentração de lactato plasmático significativamente mais elevada durante a segunda hora de trabalho físico.

Follenius et al (1989), relata que as alterações pronunciadas pela resposta cardiovascular, metabólica e termorreguladora da desidratação causa também um incremento significativo nas concentrações plasmáticas de catecolaminas, hormônio anti-diurético(ADH), renina, cortisol, aldosterona, angiotensina.

Por outro lado, a exposição ao frio aumenta as exigências energéticas. Alguns estudos na literatura tratam especificamente das exigências nutricionais no frio. Eles sustentam o conceito que o frio não provoca uma demanda maior de quaisquer nutrientes além das calorias. Vallerand e Jacobs (1989), referem que o frio eleva 2,5 vezes o gasto de energia de um indivíduo e, que o exercício leve no frio resulta em níveis musculares de glicogênio mais baixos do que um exercício semelhante em temperatura normal e agradável.

As exigências hídricas para o trabalho em ambientes frios são semelhantes aquelas para os ambientes temperados. Roberts et al (1994), sugeriram que é possível permanecer adequadamente hidratado no frio (em níveis de atividade leve) com um mínimo de 3 litros de líquidos/dia. Uma recomendação mais generosa de 4 a 6 litros de líquidos/dia cobrirá as exigências hídricas elevadas para umidificar o ar inspirado e um certo grau de sudorese que pode acompanhar os níveis de trabalho moderado a intenso.

Kamel & Kamel (1996), relataram taxas de consumo de água de 3,5 a 5 litros/dia em soldados do exército americano envolvidos em um treinamento em clima frio. Embora as exigências hídricas não sejam altas no frio, as consequências da desidratação são importantes, pois a exposição ao frio pode causar uma redução na percepção da sede e conseqüentemente uma redução no consumo hídrico. Para confirmar o efeito da desidratação, observaram-se em alguns militares as densidades específicas urinárias elevadas (mais de 1030) e se associavam com aqueles indivíduos que consumiram menos de 2 litros de água/dia.

A hipoidratação no frio pode reduzir o consumo alimentar, a eficiência do desempenho físico e mental, e a própria resistência ao frio.

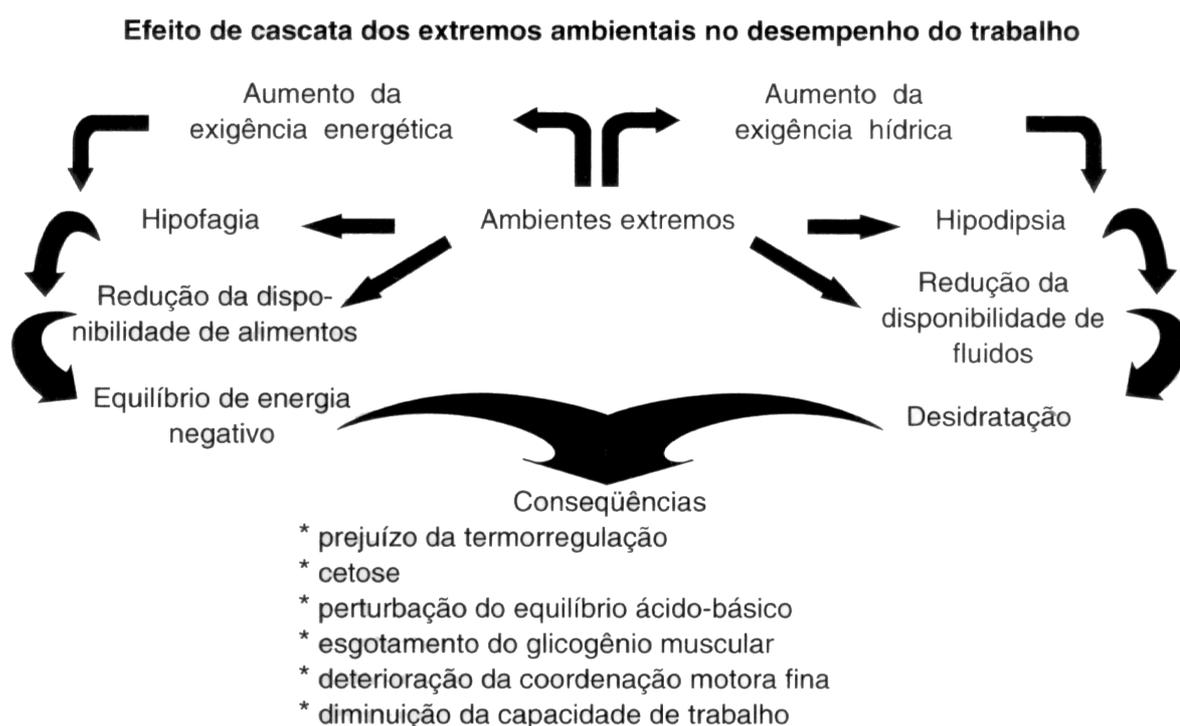


Figura 1: Efeito cascata dos extremos ambientais no desempenho do trabalho (WOLINSKY & HICKSON JR., 2002).

Diante do exposto, parece a desidratação produzir modificações significativas nas funções da glândula pituitária e adrenal, com o objetivo de conservar o nível de fluido corporal, contrastando em parte com as alterações do sistema cardiovascular.

Ao contrário da desidratação, a ingestão de líquidos se associa a benefícios significativos nas respostas cardiovascular e termorreguladora. São repetidas as exposições na literatura, demonstrando que a reposição de fluidos durante o trabalho físico prolongado, atenua e evita a fadiga e o aumento da temperatura corporal. A etiologia destes fatores estão diretamente relacionados, com a temperatura e umidade ambiente, aliados com a modalidade de trabalho e com a intensidade do trabalho físico.

Uma rápida absorção de água e eletrólitos perdidos durante o exercício físico intenso, pode retardar ou prevenir, alterações na homeostasia hidroeletrólítica, proporcionando melhor rendimento físico e otimização do trabalho.

A reposição de líquidos, eletrólitos e nutrientes, promove a manutenção do volume de fluido extracelular e fornece energia ao músculo em exercício.

Magnoni & Cukier (2001), referem que a ingestão de líquidos acrescidos por eletrólitos e nutrientes, após trabalho muscular moderado a intenso, reduz o estresse fisiológico. Atividades laborais moderadas a intensas, de longa duração, durante um período de 3 a 72 horas após o seu término, podem desencadear manifestações de infecções clínicas e subclínicas, devido as alterações no sistema imunológico pelo estresse do trabalho físico realizado.

Mesmo quando se adotam precauções, os distúrbios térmicos podem ocorrer quando a carga de trabalho é superimposta associada as condições ambientais ou pelo próprio uso de equipamento protetor necessário ao vestuário exigido em algumas atividades. Independente da aclimatação, uma hidratação completa, pode

prevenir distúrbios quando as condições ambientais são rigorosas e a carga de trabalho intensa.

A indicação de ingestão de eletrólitos e nutrientes, dá-se essencialmente com o objetivo de evitar um esgotamento de glicogênio e prejuízo da termorregulação, da força, coordenação e resistência musculares. O consumo inadequado de fluido, junto a um aumento da sudorese, perda de ar umidificado nos pulmões, ou diurese induzida pelo frio, podem levar a uma desidratação comprometendo a termorregulação e resistência.

Atualmente dispõe-se de informações suficientes para elaborar várias orientações nutricionais relacionadas com as condições ambientais e atividades laborais. Essas orientações permitem que se façam estimativas razoáveis das necessidades de macro e micronutrientes ao rigor das condições climáticas.

### **1.1.2 Fisiografia e clima do Brasil e da ilha de Santa Catarina: Florianópolis**

País de dimensões continentais com 8.511.965 quilômetros quadrados, localizado na América do Sul, o Brasil é o maior dos países e faz fronteira com onze deles, com exceção ao Chile e Equador. Em sua base territorial alternam-se formações geológicas e geomorfológicas diversificadas que definem inúmeros tipos de vegetação e de rios, possuindo ecossistemas riquíssimos, tais como a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica, o Cerrado, a Caatinga e o Pantanal (HERRMANN, 2001).

As variações climáticas existentes no Brasil dão noção da sua imensidão territorial, caracterizando-o como um país tropical, apresentando-se apenas subtropical em sua região sul. Exemplo disso, ocorre, ao encontrar-se incidência de geada e neve ao sul país, e seca no nordeste.

A região sul possui uma área aproximada de 577.723 quilômetros quadrados, ocupando com isso 6,79% do território nacional. Dentro desse espaço inclui-se o estado de Santa Catarina e a Ilha de Florianópolis (LEAL,1999).

A Ilha de Florianópolis foi intensamente explorada durante longo período, fato que levou praticamente a destruição da cobertura vegetal primária. Posteriormente, ocorreram algumas áreas de recuperação da cobertura vegetal, ocorrendo assim, uma vegetação secundária em vários estágios de sucessão(FREYSLEBEN,1979).

Segundo Klein (1997), as formações vegetais da Ilha classificam-se conforme a maior influência climática, como a Floresta da Encosta Atlântica e Vegetação Litorânea, correspondente as características do litoral sul. O clima da região de Florianópolis, trata-se de um clima subtropical úmido, simbolizando um prolongamento climático com estações bem definidas, apresentando invernos em geral amenos, com dois a três meses de baixa umidade no outono, sendo assim secos, e verões característicos do litoral catarinense. Sob influência marinha, o fator maritimidade é relevante na amplitude térmica diária.

### 1.1.3 Polícia Militar: uma organização de segurança pública

Originariamente polícia era o conjunto de atos necessários ao funcionamento e à conservação da Cidade-Estado. Era a organização administrativa que tinha por atribuição impor limitações à liberdade, individual ou de grupo, na exata medida a salvaguardar a manutenção da ordem pública.

Assim, criou-se a polícia sanitária, de posturas urbanas, aérea, rodo/ferroviária, marítima, ambiental, de segurança, entre outras. Todas estas atividades de polícia atuam no difícil e exíguo espaço existente entre os direitos e interesses individuais ou grupais e o interesse público e social.

Para Cretella Júnior (1992), o termo polícia como que se designa a força organizada que protege a sociedade organizada, tem necessariamente limites, cujo traçado cabe à autoridade pública. O poder de polícia e o controle social sempre existiram, desde o surgimento do plano social e do grupo organizado, desde as sociedades mais primitivas até as mais avançadas.

A maioria dos autores da teoria organizacional, como Weber (1982), Bernard (1979), Hall (1984), Etzione (1974), e Thompson (1976 apud SIMÕES, 1998), costumam destacar a importância das organizações para a sociedade, nos dias atuais. De acordo com tais estudiosos, cada vez mais, o ser humano vem dependendo de arranjos sociais organizados para atingir seus objetivos.

Katz & Kahn (1987), definem as organizações como sistemas abertos, sendo capazes de influenciar o meio, ao mesmo tempo em que também sofrem pressões dos ambientes com os quais interagem. Desta forma, as organizações trocam informações com os demais componentes do grande organismo – a sociedade.

Na sociedade, as organizações desempenham papéis em vários sentidos. Podem atuar como agentes de mudança, assim como podem ser agentes de resistência.

De acordo com Chiavenato (1993 apud SIMÕES, 1998), as organizações são concebidas como unidades sociais intencionalmente construídas e reconstruídas, a fim de atingir objetivos específicos, e são caracterizadas por um conjunto de relações sociais estáveis entre si, no sentido de facilitar o alcance de tais objetivos.

Uma organização é um sistema de atividades ou força de duas ou mais pessoas conscientemente coordenadas, isto é, desempenham atividades através de coordenação consciente, deliberada e intencional. As organizações requerem comunicações, boa vontade e contribuição por parte de seus membros, e um objetivo comum entre eles (HALL apud SIMÕES, 1998)

Há uma série de autores, como Goffmann (1974), Etzione(1974), Katz & Kahn (1977), Mintzberg (1979), e Parsons (1960 apud SIMÕES, 1998) que, entre outros, procuram descrever e apresentar tipologias das organizações. Para situar a posição ocupada pela Polícia Militar, no terreno da teoria organizacional, há que se escolher uma das tipologias existentes, especialmente entre aquelas que consideram a variável “força ou poder” como básica para análise. Tal escolha, se deve ao fato que o exercício do poder de utilizar a força, atribuído a Polícia Militar pelo Estado, é um dos fenômenos-chave em uma organização militar.

Etzione (1974 apud SIMÕES, 1998), apresenta a natureza do consentimento, como base para classificação das organizações. Para o autor, “o consentimento é uma relação que consiste no poder empregado pelos superiores para controlar os subordinados e a orientação destes em relação àquele poder”.

A elite da organização exerce poder sobre seus subordinados e utiliza-se de uma série de meios para assegurar o cumprimento de suas diretrizes. Incluem-se aqui as recompensas e as sanções físicas, materiais e simbólicas, as quais são empregadas de acordo com as normas da organização.

Define o “poder” como “a habilidade de um indivíduo para induzir ou influenciar outro a seguir suas diretrizes ou quaisquer outras normas por ele apoiadas”. E prossegue sua análise citando Goldhamer & Shils: “...pode-se dizer que uma pessoa tem poder até o ponto em que influencia o comportamento de outros, de acordo com suas próprias intenções”.

A organização militar, está classificada como uma organização coercitiva, onde o poder é imposto pela força física, ou por controles baseados em punições, aos infratores das leis estabelecidas por uma sociedade, e aprovada e legitimada pelo Estado.

Para Katz & Kahn (1978 apud SIMÕES, 1998), a organização militar é parte de uma organização gerencial e política. E, como parte desta organização, “deve proteger a sociedade isolando os desviados que tem um valor de perturbação ou que constituem uma ameaça. Como subsistema de manutenção, deve dar novo treinamento aos desviados. A reabilitação é a mais difícil das tarefas educacionais. Ela não somente tem de inculcar conhecimentos e habilidades, como também mudar hábitos de caráter”.

As polícias são uma das respostas culturais as necessidades de Segurança e Controle Social, em cada região ou Estado onde atuam. Cada uma possui individualidade própria, uma face reflete o meio, as tradições, os costumes e a índole local. Possui forma de reagir, de sentir e de operar peculiares. Evidentemente, há traços de universalidade no tocante a destinação legal, organização e metodologia.

Porém, o substrato cultural e região em que atua, sobressai a cada uma delas, delineando a sua forma e condições ambientais de trabalho.

A Polícia Militar de Santa Catarina, com mais de cento e setenta anos de existência, é uma organização cujo objetivo é a prestação de serviços, e o produto é a segurança pública. Emprega recursos essencialmente humanos, uma vez que o trabalho do policial militar, não pode ser totalmente substituído pela alta tecnologia. Ninguém desconhece que a Polícia Militar tem duas finalidades básicas: uma principal, permanente, contínua e exclusiva, está consubstanciada no policiamento ostensivo e na preservação da ordem pública, resguardando a sociedade contra as ameaças à preservação e atuações negativas da espécie humana: outra secundária, permanente e episódica, que consiste no servir de força auxiliar e reserva do exército. Destas finalidades decorrem os serviços a cargo de seus integrantes, respeitando-se e criando-se hierarquias.

Nesta relação, recursos humanos/trabalho/organização, incluem-se riscos ambientais, decorrentes de agentes físicos, químicos, biológicos, mecânicos e climáticos, existentes no ambiente de trabalho e capazes de causar danos à saúde e a integridade física.

Em linhas gerais, a utilização de estudos sobre os parâmetros climáticos e nutricionais aliados a realização do trabalho militar, justificam-se à medida que, embora o homem seja um animal acentuadamente adaptativo, ele possui limitações. Uma dessas limitações é a homeotermia. Shephard (1985), descreveu a humanidade como "...reféns metabólicos da condição homeotérmica". Isso significa que independentemente das temperaturas ambientais, o homem deve defender a temperatura corporal normal interna de 37° C dentro de uma variação relativamente estreita de temperaturas. Os tremores, sudorese, vasodilatação ou vasoconstrição,

são mecanismos de defesa fisiológicos que podem se apresentar na tentativa de manter-se a homeotermia. Quando a capacidade desses mecanismos de defesa, excedem a temperatura corporal interna, localizando-se abaixo de 35° C ou acima de 41° C, as funções corporais humanas reduzem sua eficiência, de forma que os desempenhos tanto físico como mental, deterioram-se rapidamente e podem ameaçar a vida e o trabalho.

#### **1.1.4 Abordagem histórica do trabalho e da atividade física militar**

Ghiraldelli (1988), relata que os primeiros esforços na Brasil republicano, no sentido de formar profissionais militares aptos fisicamente para o mercado de trabalho, fez com que as instituições policiais militares incorporassem o método francês de educação física realizado na Escola de Joinville-le-Pont - França.

Nas instituições policiais militares, a incorporação do método francês se deu através dos professores e monitores de educação física, segundo a filosofia retratada no Manual de Campanha Básico: Instrução Individual e Educação Física Militar, conhecido como “C 21-20”, elaborado para ser seguido por todos os órgãos militares, com o objetivo de proporcionar ao militar condicionamento físico suficiente para executar suas funções no trabalho.

O “C 21-20”( Manual de Treinamento Físico da Polícia Militar), edição de 1981, na página 1, descreve:

“Quanto à finalidade: orientar, difundir e homogeneizar a prática do treinamento físico no exército. Define o treinamento físico militar como sendo o conjunto de atividades físicas que visam provocar alterações fisiológicas significativas no organismo e aprimorar a aptidão física do militar, além de cooperar na formação de seu caráter e melhorar as suas qualidades morais e profissionais.

Quanto ao método adotado: *o ecletismo que permite-lhe receber qualquer nova forma de exercício, desde que autorizada pelo Estado-Maior do Exército;*

Quanto ao valor físico e sua importância: *todo militar, particularmente o combatente, tem o dever de manter-se em forma física, quer por interesse próprio, quer pelo da coletividade, uma vez que o trabalho diário exige, de todos, preparo físico aprimorado.*

Quanto à aptidão física: *além da saúde, a educação física bem orientada dá ao trabalhador militar a indispensável aptidão física para o trabalho diário e para a guerra, através do desenvolvimento de diversas qualidades físicas* Estabelece também:

- *A educação física é praticada, visando a aquisição de hábitos e automatismos que tendam para o aperfeiçoamento da estrutura individual, o **acréscimo da capacidade de trabalho** e melhor saúde.*
- *Velar para que o praticante não atinja um **estado de estafa durante o trabalho** e preconiza um permanente controle físico.*
- *As sessões de educação física devem seguir curvas fisiológicas de esforço, compatíveis com a resistência dos praticantes.*

- Além do desenvolvimento dos grandes grupos musculares e a manutenção da mobilidade articular do militar, deve-se trabalhar e desenvolver suas grandes funções orgânicas, particularmente, a respiração.
- Preconizar formas de exercícios atraentes e desenvolver a emulação, através do trabalho coletivo.
- Prescrever uma grande variedade de formas de exercícios, concorrendo para despertar o interesse dos praticantes.
- Dispor de processos didáticos capazes de motivar os executantes na prática das diferentes formas de exercícios, pela execução espontânea e interessada.
- Criar no militar, pela melhoria das condições de saúde, uma mentalidade sadia, capaz de fazê-lo enfrentar com satisfação e otimismo a vida de caserna e a de campanha.
- Fazer o militar acreditar na educação física, uma vez que a **prática preconizada o vai tornando, progressivamente, mais forte, viril e destro.**
- Dar conhecimentos técnicos utilitários que propiciem ao combatente o aprimoramento do seu valor profissional.”

No que tange à verificação da aptidão física do militar para poder executar suas funções, a forma de avaliação utilizada inclui um teste de aptidão física (TAF), sendo que os objetivos deste teste (realizado por todos os militares da ativa) são os seguintes:

- Avaliar o estado de aptidão física no início e final de cada ano;
- Acompanhar o desenvolvimento do treinamento físico, no meio do ano e analisar seu rendimento;

- A soma dos pontos obtidos nas provas expressará o estado de aptidão física do militar e sua conceituação será de acordo com uma tabela de pontuação que classifica o sujeito como insuficiente, regular, bom, muito bom, e excepcional. Os militares da ativa classificados nos conceitos insuficiente ou regular, deverão ter seu treinamento físico individualizado, sob a coordenação do oficial de treinamento físico da unidade, uma vez que tais conceitos são inaceitáveis como condição permanente.

De acordo com a coletânea de legislação (1992), o Decreto-Lei nº 667, de julho de 1969, e alterações dos Decretos-Leis 2.010/83 e 2.106/84, sobre definição e competência, página 19, estabelece: artigo 3º - Instituídas para manutenção da ordem pública e segurança interna nos Estados, nos Territórios e no Distrito Federal, compete às Polícias Militares, no âmbito de suas respectivas jurisdições:

*“- Executar com exclusividade, ressalvadas as missões peculiares das Forças Armadas, o policiamento ostensivo, fardado, planejado pela autoridade competente, a fim de assegurar o cumprimento da lei, a manutenção da ordem pública e o exercício dos poderes constituídos;*

*- Atuar de maneira preventiva, como força de dissuasão, em locais ou áreas específicas, onde se presume ser possível a perturbação da ordem;*

*- Atuar de maneira repressiva, em caso de perturbação da ordem, precedendo o eventual emprego das forças armadas;*

*- Atender à convocação, inclusive mobilização, do governo federal em caso de guerra externa ou para prevenir ou reprimir grave perturbação da ordem ou ameaça de sua irrupção, subordinando-se à força terrestre para emprego em suas*

*atribuições específicas de Polícia Militar e como participante da Defesa Interna e da Defesa Territorial;*

*- A Polícia Militar poderá ser convocada em seu conjunto, a fim de assegurar à corporação o nível necessário de adestramento e disciplina ou ainda para garantir o cumprimento das disposições deste Decreto-Lei, na forma que dispuser o regulamento específico”.*

Sobre Justiça e Disciplina, o artigo 18º do Decreto-Lei nº 667, de julho de 1969, estabelece: “As Polícias Militares serão regidas por regulamento disciplinar redigido à semelhança do regulamento disciplinar do Exército e adaptado às condições especiais de cada corporação.

Sobre Ensino, Instrução e Material, o artigo 26º estabelece: O ensino nas Polícias Militares orientar-se-á no sentido da destino funcional de seus integrantes, por meio da formação, especialização e aperfeiçoamento técnico - profissional, com vistas, prioritariamente, à segurança pública. O ensino e a instrução serão orientados, coordenados e controlados pelo Ministério do Exército, mediante a elaboração de diretrizes e outros documentos normativos”.

É explicitamente claro, que com os Decretos-Lei em vigor, expostos acima, a Polícia Militar e o Exército apresentam realidades de trabalho, atribuições e disciplina que requerem acompanhamento adequado e diferenciado à nível psicofisiológico a cada trabalhador, na busca da otimização do exercício de suas funções.

Anton (1984), em sua pesquisa realizada com policiais militares catarinenses, identificou que apenas 34% dos policiais investigados estavam aptos para

desempenharem suas funções no policiamento ostensivo a pé, que é a atividade fim da Polícia Militar, enquanto que 64% dos sujeitos investigados encontravam-se inaptos para o trabalho.

Silveira (1984 apud SIMÕES, 1998), em seu trabalho de conclusão de curso de aperfeiçoamento de oficiais do Estado do Rio Grande do Sul, relata a dificuldade de se conseguir regularidade na prática do treinamento físico estabelecido pelo comando através de normas de planejamento, controle e instrução. Segundo o autor, a falta de instrutores especializados, horários inconvenientes, dispensas médicas, necessidade de serviço, policial cansado da jornada de trabalho, falta de esclarecimento sobre os efeitos da atividade física, desfiles, palestras, faxinas no quartel, fazem parte do rol de motivos que impedem a regularidade e a manutenção do programa. O autor lembra ainda, que para que o policial esteja apto para o treinamento físico, ele necessita de uma alimentação balanceada, descanso adequado, vida metódica e equilibrada.

Esses fatores aliados a realidade climática da região de Florianópolis, na qual exige hidratação apropriada, coincide com o término, muitas vezes, de uma estafante jornada de trabalho.

Mota (1992), refere-se a dados do “Canadian Fitness Survey”(1983) reportando que um sono adequado, uma boa dieta alimentar, cuidados e higiene dentária, não fumar, a manutenção do peso corporal equilibrado e o controle do estresse, são prioritários em relação à saúde, quando confrontados com a atividade física.

Velho (1994), observou a performance dos oficiais do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e constatou que estes apresentavam valores médios ligeiramente melhores em relação aos policiais - militares com 2 a 3 anos de serviço. A

justificativa para tal fato pode residir no maior tempo destinado a formação dos oficiais (4 anos), ao nível sócio econômico que lhes garante dedicação exclusiva à corporação, propiciando-lhes maior autonomia para organizarem-se no sentido da prática de atividades físicas, seja no quartel ou fora dele.

Marcineiro (1993), ao estudar a susceptibilidade dos policiais militares de Santa Catarina aos fatores de risco de doenças coronarianas, verificou que dos nove fatores de risco analisados, o que mais contribuiu para a formação do risco total de coronariopatia foi a falta de exercícios regulares.

Deve-se nesse momento observar, que a hipohidratação poderá estar diretamente relacionada com a falta de predisposição para a realização de exercícios físicos.

Stamford et al. (1978 apud SIMÕES, 1998), em sua investigação com os membros da polícia de Louisville, USA, revelou que à medida que a idade avança, a função cardiorrespiratória diminui e o peso e a gordura corporal aumentam progressivamente. Por outro lado, homens e mulheres, após 4 meses de treinamento físico, apresentaram melhora de suas performances e perda de peso; no entanto, alguns deles, acompanhados durante um ano de função ativa, sem imposição do treinamento físico adicional, tendo sua atividade limitada ao desenvolvimento da tarefa requerida, demonstraram retorno ao nível inicial de pré-treinamento. Concluíram os autores, que a atividade do policial militar, não propicia a manutenção da forma física, sendo necessário um treinamento constante visando a manutenção de condições físicas ideais. Para tanto, torna-se importante destacar, o *fator hidratação*, uma vez que, durante esforços intensos aproximadamente 3 litros de água são perdidos através da transpiração, e caso não ocorra a reposição desta

quantidade, os efeitos advindos da desidratação afetarão a capacidade de performance do organismo (HERNANDES JR, 2000).

Nesta situação ocorrerá uma elevação da temperatura corporal e dos batimentos cardíacos, havendo concomitantemente uma diminuição de 10% nas capacidades de força, 3 a 8% na velocidade em caminhadas ou corridas.

Ainda no caso de hipoidratação, deverá ocorrer uma diminuição do volume de ejeção cardíaco, o que além de prejudicar o desempenho, acarreta riscos de desordens cardíacas durante a realização da atividade.

Para Velho (1994), Polícia Militar de Santa Catarina, muito embora algumas alterações sugeridas no teste de avaliação física (TAF) por Morelli (1989), tenham sido acatadas, muito ainda precisa ser feito para que o TAF possa representar uma real avaliação da aptidão física e saúde do policial.

De acordo com Nahas & Corbin (1992), "... os testes de aptidão física devem servir para melhorar a autoestima, não para destruí-la. O propósito dos testes deve ser diagnosticar deficiências, entretanto, o organismo desse militar deve iniciá-los em condições ideais de hidratação, para que realmente se avalie a situação real e o progresso individual da performance do militar". No ambiente militar, esse deve ser o objetivo maior, ou seja, diagnosticar deficiências e acompanhar o desenvolvimento físico dos policiais, encorajando-os a escolherem hábitos mais ativos e saudáveis por toda a vida .

Segundo Velho (1994 apud SIMÕES, 1998), os policiais de Santa Catarina, sentem-se desmotivados para a realização do TAF, *pois sabem que os programas de atividades físicas não são cumpridos*, e literalmente o TAF não avalia o programa, como também não é diagnóstico, nem avalia o processo.

O que pode-se observar diante deste quadro, após reflexão, é que por questões técnico - administrativas, a manutenção do TAF em Santa Catarina, mesmo sem o treinamento dos policiais - militares, representa a manutenção da filosofia oriunda da Escola Militar Francesa e do Exército Brasileiro e a subordinação da Polícia Militar ao Exército. Logo, conclui-se, diante do exposto, que o treinamento físico dos policiais militares, tem se mostrado inadequado para a execução do trabalho militar, tanto quanto sob a prescrição da atividade, como também sob o ponto de vista da hidratação do organismo, onde mostra estar longe de ser ideal a realidade climática de Florianópolis, com freqüentes temperaturas acima de 22° C e Umidade Relativa do Ar quase sempre acima de 80% .

De acordo com Velho (1994 apud SIMÕES, 1998), o fato de até hoje observar-se na Polícia Militar a programação de atividades físicas sugeridas pelo exército, fez com que estes programas restrinjam-se ao papel, pois verificou-se que além da desmotivação dos militares para executarem os programas após o turno de trabalho, estes vinham causando tantos desconfortos e insatisfações que as unidades não conseguiram mantê-los em andamento, contudo mantiveram a realização do TAF. Segundo depoimentos de policiais militares avaliados por Velho, muitos deles restringem suas práticas de atividades físicas a duas vezes por ano, quando são escalados para realizar o TAF, sendo de consenso entre eles a indignação com o destino dos resultados do teste, levando-os a raciocinar no sentido de fugirem da avaliação sempre que puderem, pois esta não modifica nada em suas vidas, tão pouco sua situação de trabalho, não entendem portanto, porque realizá-lo. As inquietações dos policiais procedem, pois estes são seres humanos e percebem que a exigência do teste, bem como da necessidade de um programa de treinamento físico constante e dieta adequada para esta realidade, tem um sentido

objetivo, um significado...; afinal, o esforço despendido deve ser valorizado. No entanto, sem o aproveitamento dos resultados do TAF, o mesmo perde sua razão de existir.

Desta forma, a imaginação pode ser a ressonância daquelas denúncias já proferidas por Anton e Silveira há treze anos atrás. *Parece necessário criar novas alternativas, é preciso abandonar aquelas formas de pensar, aquelas linhas de ação que tem se mostrado inadequadas à solução de problemas.* No entanto, como o homem continua sendo o autor e o diretor do “script”, uma nova era para o treinamento físico da policial militar, com o fornecimento de uma dieta e hidratação adequada, pode ser vislumbrada. Nasce a esperança de que um novo mundo possa ser criado, através da intenção e do ato político no sentido de propiciar reais condições para o desenvolvimento e a manutenção da performance física do trabalhador militar (VELHO, 1994).

### **1.1.5 Gasto energético**

Segundo a Organização Mundial de Saúde, as necessidades de energia e proteínas de um determinado grupo vêm representada por meio das necessidades dos indivíduos que o integram. Além disso, as necessidades energéticas devem ser determinadas a partir de estimativas individuais do gasto de energia e proteínas desse mesmo grupo.

As necessidades de energia de um homem ou mulher “tipo” constitui o ponto de referência para avaliar-se as necessidades energéticas das pessoas em geral.

Posteriormente, realizam-se reajustes para obter-se estimativas referentes à situações e/ou estados específicos.

Pode-se considerar que, as necessidades energéticas de um indivíduo representa a soma da dose de energia alimentar ingerida que compensa o gasto de energia, quando o tamanho e composição do organismo, e o grau de atividade física desse indivíduo, são compatíveis com um bom índice de saúde, e permite a manutenção da atividade física que seja economicamente necessária e socialmente desejável. Quanto as necessidades de proteínas de um indivíduo, é importante observar que elas se definem como a dose mais baixa de proteínas ingeridas na dieta, e que devem compensar as perdas orgânicas de nitrogênio em pessoas que mantêm um balanço de energia e níveis moderados de atividade física.

Após definir-se as necessidades de um indivíduo, o passo seguinte é estender esta definição ao grupo. As estimativas reais de pessoas de mesmo sexo e idade, tamanho corporal e atividade física similares se fundem em um mesmo grupo para se estimar as necessidades médias de energia e proteínas. Portanto, segundo o informe do Comitê da Organização Mundial de Saúde (OMS) 1998, as estimativas das necessidades de energia, deve basear-se no princípio da quantificação do gasto energético. Uma ingesta adequada de energia, favorece os processos de síntese e decomposição de proteínas. A magnitude das necessidades energéticas e protéicas, quando supridas, favorecem a criação e manutenção dos tecidos ativos do organismo e a otimização das potencialidades cognitivas e fisiológicas do indivíduo.

As recomendações visam, normalmente, a oferecer uma margem de segurança acima das necessidades fisiológicas médias, cobrindo assim, todas as variações individuais encontradas em uma população. Oferecem ainda, uma margem de segurança contra o aumento das necessidades nutricionais que ocorrem

ocasionalmente devido a vários fatores ambientais, porém não visam a cobrir o aumento das necessidades devidas a doenças ou deficiências alimentares anteriores.

*Em Santa Catarina, a Polícia Militar, até o presente momento, nada desenvolveu no sentido de precisar o gasto energético de seus integrantes, nem tampouco adequar uma dieta correspondente ao gasto energético total diário de seus policiais. Uma das preocupações da presente tese passa por esta questão, para tanto será utilizado como referência de gasto energético total, a média estatística encontrada por SIMÕES (1998) para policial ostensivo feminino de 1865 kcal, e para policial ostensivo masculino em média 3200 kcal segundo informações contidas na Série de Relatos Técnicos da OMS (1998).*

*Uma hidratação adequada à tarefa física desenvolvida pelo trabalhador, é uma questão ergonômica, com tamanha validade como de qualquer outra variável física, estimada e estabelecida para que fique dentro de escalas suportáveis ao organismo humano no seu ambiente de trabalho.*

*Esta é a ERGONOMIA, que garante em primeiro lugar, a existência e otimização da realização de qualquer forma de trabalho, como também a própria capacidade de criação de novas idéias, necessárias à evolução e sequencialidade de descobertas inovadoras, em todos os setores de atividade (SIMÕES, 1998).*

#### **1.1.6 Características do trabalho militar ostensivo**

A Polícia Militar executa seu trabalho de acordo com a Constituição brasileira

na preservação da ordem pública, desenvolvendo sua missão de polícia ostensiva. Seus serviços são dirigidos à satisfação de uma necessidade básica da sociedade - a segurança.

É uma Instituição Pública, organizada com base na hierarquia e na disciplina, que faz parte do Sistema de Segurança Nacional.

Os serviços, as orientações, os encaminhamentos e todas as relações da Polícia Militar com a sociedade decorrem de um efetivo intercâmbio de informações, e da preparação do policial - militar desde sua formação básica, até a instrução diária. Esta instrução, permite a prestação de serviços e, constitui-se na principal garantia do policial em tomar decisões seguras e equilibradas no exercício do seu trabalho.

"Executa suas missões com base no Poder de Polícia, que é uma faculdade de que dispõe a administração pública para o controle dos direitos e liberdades das pessoas, naturais ou jurídicas, inspirados nos ideais do bem comum. Sua ostensividade caracteriza-se por ações de fiscalização de polícia, sobre matéria de ordem pública, em cujo emprego o militar ou a fração de tropa são identificados de relance, quer pela farda, pelo equipamento, armamento ou viatura" (MANUAL DA BRIGADA MILITAR, 1997 apud SIMÕES, 1998).

#### **1.1.6.1 Características da jornada de trabalho**

Durante o trabalho, todo o corpo do policial militar é submetido à condicionantes. De acordo com as atividades que executa e as condições ambientais e organizacionais, dentro das quais se encontra, seus diferentes

sistemas, aparelhos e órgãos do corpo, são solicitados. Pode-se distinguir as atividades motoras ou musculares, das atividades mentais do trabalho militar.

- Missões do Policiamento Ostensivo: Dirigir, orientar, fiscalizar, informar e educar, além da missão preventiva e repressiva, própria de qualquer policial na defesa da ordem pública. Atuar sistemática e permanentemente na preservação da integridade humana, a fim de garantir o cumprimento dos dispositivos legais, que regulam a vida da comunidade. O trabalho militar, deve estar presente em toda e qualquer ocorrência, quer por iniciativa própria, quer por solicitação, quer em razão de determinação (MANUAL BÁSICO DE POLICIAMENTO OSTENSIVO,1985).

- Apresentação: O policiamento ostensivo geral, em sua maior intensidade, se manifesta pelo emprego das frações elementares e/ou constituídas em um posto de trabalho, a fim de realizar observação, reconhecimento ou proteção.

- Policiamento Ostensivo: O trabalho apresenta-se de forma bastante complexa. Caracteriza-se pela presença do policial militar fardado em locais públicos, atuando de forma a prevenir ocorrências, e proporcionando concomitantemente segurança.

A eficiência da ação policial exige rapidez, clareza e precisão física e psicológica. Para a execução do trabalho militar ostensivo, os processos de locomoção mais utilizados no policiamento são à pé e motorizado, e eventualmente, aéreo, montado, e em embarcações. O policial durante sua jornada de trabalho além de expor seu próprio corpo as condições mais desfavoráveis possíveis, age em

terrenos acidentados, compartimentos exíguos e em temperaturas anormais (*submetendo-se à desconforto térmico*). Muitas vezes, ainda trabalha sob iluminação deficitária (*originando desconforto visual e dificuldade de atuação*), como também atua no tráfego intenso de veículos e/ou pedestres, submetendo-se à ruídos constantes (*o que causa interferência direta nas suas atividades cognitivas, além de fisiologicamente causar o aumento da produção dos hormônios que são considerados "hormônios de estresse", taquicardia, alterações no sono - mesmo horas após ao contato com o ruído -, desconforto, exasperação, indisposição, ansiedade e depressão*) e a produtos químicos (*inspirando fumaças, gases e vapores tóxicos, exigindo a capacidade máxima do pulmão para oxigenar o sangue*). Ainda neste contexto podem ocorrer agressões físicas devido a detenção de agentes, objetos perfurantes (projétil de arma de fogo) e objetos cortantes. Seu trabalho físico envolve movimentos rápidos, ágeis e precisos. A coordenação motora se faz necessária como qualidade física que permite o militar continuar a ação de vários grupos musculares na realização de uma série de movimentos com o máximo de eficiência, na execução de tarefas que exijam atos motores como correr, pular, puxar, levantar ou caminhar rapidamente.

Os equipamentos e documentos que acompanham o militar durante sua jornada de trabalho, e que ficam sob sua responsabilidade geralmente são: revólver calibre 38, algemas, rádio HT, cassetete e bolsa com bloco de infrações. Todo esse equipamento pesa 2,1kg. Se adicionado a um excesso de peso corporal, representa muito e pode, dependendo do preparo físico dos policiais, agir como fator limitante para o bom desempenho da função, bem como colaborar para o aparecimento de sinais de cansaço, dores nos membros inferiores, e nas costas. No caso do Grupo de Apoio Tático (GAT), os equipamentos utilizados na jornada de trabalho podem

chegar a pesar 22 kg, dependendo do tipo de ocorrência a ser enfrentada (missão). Além da farda, torna-se interessante descrever o peso dos acessórios, que podem ser utilizados em uma ocorrência: capacete (3,5 kg), colete a prova de bala (6 kg), fuzil (4,93 kg), pistola (0,95 kg), cassetete (0,9 kg), escudo (3,7 kg), máscara contra gases (0,8 kg), filtro (0,4 kg).

É importante assinalar com essa pequena exposição, sob o ponto de vista ergonômico, que os agentes capazes de desequilibrarem a saúde psicofisiológica do policial-militar são de origem basicamente química, física e biológica, levando à manifestações de ordem múltiplas. Os agentes químicos, correspondem os produtos de reações químicas intermediárias e estão dispersos no ar atmosférico; os agentes físicos são as oscilações de temperatura, a umidade do ar ambiente, o ruído, a pressão atmosférica e as radiações sobre o organismo humano; os agentes biológicos, representados por vírus, bactérias, fungos, e germens de um modo geral, geralmente em contato com o policial durante a execução de trabalho assistencial ou de busca e apreensão em águas poluídas e ambientes contaminados.

A carga cognitiva utilizada no trabalho militar é bastante significativa. Percepção, atenção, observação, memória, e concentração se fazem necessárias. A cada acontecimento em seu posto de trabalho, o policial deve certificar-se de que todos os fatos que envolvem o problema são de seu conhecimento. Para tanto, entra em contato com vítimas, testemunhas do caso, observa o local da ocorrência, e se existem condições que propiciaram o surgimento do problema. Além disso observa a seqüência dos eventos. Em seguida, estabelece metas e desenvolve estratégias (planejamento de uma providência). Procura encontrar soluções que produzam mudanças duradouras e significativas, nas condições vigentes. Providências ideais para determinados problemas, produzirão uma substancial melhoria para a

comunidade, reduzindo a carga de trabalho do policial e melhora da relação Polícia Militar/comunidade.

Estudiosos da área da saúde, dentre eles, Baruzzi & Martellaro (1980 apud SIMÕES, 1998), buscam esclarecer que o estresse ocorre quando há uma inter-relação entre os agentes estressantes - fatores profissionais e extraprofissionais- e o indivíduo, sendo que os primeiros (agentes estressantes) só repercutirão sobre o último (indivíduo), quando a integridade de seus valores e potencialidades psicofisiológicas forem atingidas. Os autores consideram como *fatores estressantes profissionais* os problemas de ordem física presentes no ambiente de trabalho, como também o número excessivo de horas de trabalho e/ou a má distribuição dos períodos de repouso, mau relacionamento com colegas de trabalho e/ou superior - subordinado, e falta de correlação adequada entre capacidade, responsabilidade e salário. Como *fatores extraprofissionais* destacam-se o baixo padrão de vida, com problemas relacionados a alimentação, habitação, vestuário e recreação, literalmente relacionados com problemas familiares, condições precárias de transporte e assistência médica e social deficiente.

As repercussões no trabalho passam pela diminuição da eficiência do trabalhador até ao absenteísmo elevado, em conseqüência dos sintomas de angústia ou depressão, ou doença orgânica conseguinte ao quadro.

Estudando o contexto ocupacional de policiais, Ribeiro (1993 apud Simões, 1998), destaca os seguintes argumentos: "... o policial está constantemente submetido a grandes pressões ocupacionais, que por parte do estrito cumprimento da lei, por parte da imprensa (que exerce o seu trabalho de fiscalização informal e divulgação), por parte de chefias, pela sociedade, pela família, etc. Juntamente com os problemas físicos existe um número de problemas emocionais com alta

repercussão no trabalho policial. Esses problemas acabam se manifestando através do divórcio e outras dificuldades familiares, alcoolismo, perda de amigos policiais, suicídio, promiscuidade sexual e traumas psicológicos”. No tocante à traumas, o mesmo autor, salienta que “...o *impacto emocional de incidentes em tiroteio com armas de fogo, tem sido reconhecido internacionalmente, através de diversos estudos, como a mais traumatizante experiência que o policial pode se deparar*”.

Solomon (1999), em seus estudos sobre o assunto, destacou como algumas das reações mais comuns manifestadas no trabalhador militar, a sensação aumentada de perigo e/ou vulnerabilidade; medo e ansiedade em relação à confrontos futuros; raiva e/ou revolta; pesadelos; recordações e/ou pensamentos intrusos sobre o incidente; dificuldade para dormir; depressão; culpa; insensibilidade emocional; isolamento e afastamento emocional em relação aos outros; dificuldades sexuais; reações de estresse, como por exemplo, cefaléia, indigestão, dores musculares, insônia, diarreia e/ou prisão de ventre, etc. Fazendo parte do quadro das doenças ocupacionais, segundo Vasconcelos (1989 apud SIMÕES, 1998), poderão ocorrer distúrbios mentais moderados como a neurose, e de manifestação mais grave, as psicoses.

### **1.1.7 Princípios do policiamento ostensivo**

Segundo o Manual Básico de Policiamento Ostensivo (1995), existem princípios que devem ser observados e seguidos pelo policial militar durante sua jornada de trabalho. São eles:

- “Universalidade- as atividades policiais-militares se desenvolvem para a manutenção da ordem pública, tomada no seu sentido amplo. A natural, e as vezes imposta, tendência à especialização, não constitui óbice à preparação do policial-militar capaz de dar tratamento adequado aos diversos tipos de ocorrências. O policial-militar, especialmente preparado para determinado tipo de policiamento, caberá a adoção de medidas, ainda que preliminares, em qualquer ocorrência policial. O cometimento de tarefas policiais específicas não desobriga o policial do atendimento de outras ocorrências, que presencie ou para qual seja convocado.

- Responsabilidade Territorial- os elementos em comando, com tropa desdobrada no terreno, são responsáveis, perante o escalão imediatamente superior, pela manutenção da ordem pública na circunscrição territorial, e execução do policiamento ostensivo. Como dever compete-lhes a iniciativa de todas as providências legais e regulamentares, visando a ajustar os meios que a corporação aloca ao cumprimento da missão naquele espaço territorial considerado.

- Continuidade- o policiamento ostensivo é atividade essencial, de caráter absolutamente operacional, e será exercido diuturnamente. A satisfação das necessidades de segurança da comunidade compreende um nível tal de exigências, que deve encontrar resposta na estrutura organizacional, nas rotinas de serviço e na mentalidade do policial.

- Aplicação- o policiamento ostensivo fardado, por ser uma atividade facilmente identificada pelo uniforme, exige atenção e atuação ativas de seus executantes, de forma a proporcionar o desestímulo ao cometimento de atos anti-

sociais, pela atuação preventiva. A omissão, o desinteresse e a apatia são fatores geradores de descrédito e desconfiança, por parte da comunidade, e revelam falta de preparo individual e de espírito de corpo.

- *Isenção- no exercício profissional, o policial-militar, através de condicionamento psicológico, atuará sem demonstrar emoções ou concepções pessoais.* Não deverá haver preconceitos quanto à profissão, nível social, religião, raça, condição econômica ou posição política das partes envolvidas. Ao policial-militar cabe observar a igualdade do cidadão quanto ao gozo de seus direitos e cumprimento de seus deveres perante a lei, agindo sempre com imparcialidade e impessoalidade.

- *Emprego Lógico- a disposição de meios, para a execução do policiamento ostensivo, deve ser o resultado de julgamento criterioso das necessidades, escalonadas em prioridades de atendimento, de dosagem do efetivo e do material, compreendendo o uso racional do que está disponível, bem como de um conceito de operação bem claro e definido, consolidado em esquemas exeqüíveis.*

- *Antecipação- a fim de ser estabelecido e alcançado o espírito predominantemente preventivo do policiamento ostensivo, devem ser adotadas providências táticas e técnicas, destinadas a minimizar a surpresa, fazendo face ao fenômeno da evolução da criminalidade, caracterizando, em conseqüência, um clima de segurança na coletividade.*

- Profundidade- a cobertura de locais de risco não ocupados e/ou o reforço a pessoal empenhado devem ser efetivados ordenadamente, seja pelo emprego da reserva, seja pelo remanejamento dos recursos imediatos, ou mesmo, se necessário, pelo progressivo e crescente apoio, que assegura o pleno exercício da atividade. A supervisão e a coordenação, realizadas por oficiais e graduados, também integram este princípio, à medida que corrigem distorções e elevam o moral do executante.

- Unidade de Comando- em eventos específicos, que exijam emprego de diferentes unidades, a missão é melhor cumprida quando se designa um só comandante para a operação, o que possibilita a unidade de esforço pela aplicação coordenada de todos os meios.

- Objetivo- o objetivo do policiamento ostensivo é assegurar e manter a ordem pública. É alcançado por intermédio do desencadeamento de ações e operações, integradas ou isoladas, com aspectos particulares definidos”.

### **1.1.8 Caracterização do policiamento ostensivo**

A caracterização do policiamento ostensivo é previsto no Manual Básico de Policiamento Ostensivo (1995), onde, destacam-se essencialmente, os itens abaixo:

- “Ação Pública- visa preservar o interesse geral de segurança pública nas comunidades, resguardando o bem comum em sua maior amplitude.

- **Totalidade-** o policiamento ostensivo é uma atividade essencialmente dinâmica, que tem origem na necessidade comum de segurança da comunidade, permitindo-lhe viver em tranquilidade pública. É desenvolvido sob os aspectos preventivo e repressivo, sobre atos que se contraponham à ordem pública. Consolida-se por uma sucessão de iniciativas de planejamento e execução ou em razão de clamor público. Deve fazer frente a toda e qualquer ocorrência, quer por iniciativa própria, quer por solicitação, quer em razão de determinação.

- **Dinâmica-** o desempenho do sistema de policiamento ostensivo será feito, com prioridade, no cumprimento e no aperfeiçoamento dos planos de rotina, com o fim de manter continuado o conhecimento pormenorizado do terreno e dos hábitos da população, a fim de melhor servi-la. O esforço é feito para manutenção dos efetivos e dos meios na execução daqueles planos - que conterão o rol de prioridades - pela presença contínua, objetivando transmitir à população a sensação de segurança.

- **Legalidade-** as atividades de policiamento ostensivo desenvolvem-se dentro dos limites que a Lei estabelece. O exercício do Poder de Polícia é discricionário, mas não arbitrário. Seus parâmetros são a própria Lei.

- **Ação de Presença-** é a manifestação que dá à comunidade a sensação de segurança, pela certeza de cobertura policial-militar. A ação de presença real consiste na presença física do policial-militar nos locais onde a probabilidade de ocorrência seja grande. A ação de presença potencial é a capacidade de o

policiamento ostensivo, em um espaço de tempo mínimo, estar presente em local onde uma ocorrência é iminente ou já se tenha verificado”.

### **1.1.9 Procedimentos básicos do policiamento ostensivo**

São comportamentos padronizados, que proporcionam as condições básicas para o pleno exercício das funções militares e, por isso, refletem o nível de qualificação profissional do policial e da corporação. Compreendem os requisitos básicos e as formas de empenho em ocorrências.

Os procedimentos básicos do policiamento ostensivo, segundo o Manual Básico de Policiamento Ostensivo (1995), incluem:

#### **A) Requisitos Básicos:**

- “Conhecimento da Missão- o desempenho das funções de policiamento ostensivo impõe, como condição essencial para eficiência operacional, o completo conhecimento da missão, que tem origem no prévio preparo técnico-profissional, decorre da qualificação geral e específica e se completa com o interesse do policial-militar.

- Conhecimento do Local de Atuação - compreende o conhecimento de todos os aspectos físicos do terreno, de interesse policial-militar, assegurando a familiarização indispensável ao melhor desempenho operacional.

- Relacionamento - compreende o estabelecimento de contatos com os integrantes da comunidade, proporcionando a familiarização com seus hábitos, costumes e rotinas, de forma a assegurar o desejável nível de controle, policial militar, para detectar e eliminar as situações de risco, que alterem ou possam alterar o ambiente de tranqüilidade pública.

- Postura e Compostura - a atitude, compondo a apresentação pessoal e a correção de maneiras no encaminhamento de qualquer ocorrência, influi decisivamente na confiabilidade do público em relação à corporação e mantém elevado o posicionamento da militar, facilitando-lhe, em consequência, o desempenho operacional.

- Comportamento na Ocorrência - o caráter impessoal e imparcial da ação policial-militar revela a natureza eminentemente profissional da atuação, em qualquer ocorrência, e requer seja revestida de urbanidade, energia serena, brevidade compatível e, sobretudo, isenção”.

#### B) Formas de Empenho em Ocorrências:

- Averiguação - é o empenho do policial, visando a constatação do grau desejável de tomada de dados e exame de indícios, que poderão conduzir a providências subsequentes. A averiguação normalmente se processa para esclarecimento de comportamento incomum ou inadequado, e de alteração na disposição de objetos e instalações.

- Advertência - é o ato do policial interpelar o cidadão encontrado em conduta inconveniente e/ou anti-social, buscando a mudança de sua atitude, a fim de evitar o cometimento de contravenção penal ou crime.

- Orientação - é o ato de prevenir a ocorrência de delitos através do esclarecimento a comunidade, sobre as medidas de segurança. Sendo o trabalho militar responsável pela segurança pública, o policial deve ser a principal orientadora da comunidade neste sentido. A orientação segura e precisa faz com que a comunidade sintam-se protegida, o que proporciona o desenvolvimento da confiança e do respeito ao serviço executado.

- Prisão - é o ato de privar da liberdade alguém encontrado em flagrante delito ou em virtude de mandado judicial. O policial-militar ao executar a tarefa, deve adotar cautelas apropriadas, não se excedendo no emprego da força, mesmo sendo provocada. Torna-se responsável pela integridade física e preservação do indivíduo detido.

- Assistência - é todo auxílio essencial ao público, prestado pelo policial-militar de forma preliminar, eventual e não compulsória. A assistência é prestada no interesse da segurança e do bem estar público e deve contribuir para realçar o conceito da corporação junto ao público externo.

- Autuação- é o registro escrito da participação do policial em ocorrência, retratando aspectos essenciais, para fins legais e estatísticos. Ao registrar particularidades de ocorrência atendida, o policial deve primar pela imparcialidade,

somente mencionando circunstâncias relevantes constatadas. Não deve, sob qualquer pretexto, transcrever as versões apresentadas pelas partes envolvidas ou conclusões pessoais apressadas”.

Os procedimentos básicos ao serem executados durante a jornada de trabalho seguem os fundamentos legais e técnicas preestabelecidas pelo comando geral da Polícia Militar. É de Consideração fundamental, saber que a atuação do trabalhador militar, possui função mais preventiva do que repressiva, exigindo atenção e habilidade, que no seu sentido mais amplo tem por objetivo influenciar no desestímulo à prática de infrações, e ao mesmo tempo garantir a respeitabilidade pelas leis e normas de boa conduta (MANUAL BÁSICO DE POLICIAMENTO OSTENSIVO, 1995).

#### **1.1.10 O desenvolvimento da jornada de trabalho**

O policial militar, segundo as normas da Instituição, deverá assumir seu posto de trabalho com o uniforme impecável e adequada apresentação pessoal. Deve cumprir os requisitos básicos ao iniciar sua jornada de trabalho, tais como: tomar conhecimento da missão; conhecimento do local de atuação; apresentar postura padrão de policial; observar comportamentos de ocorrências.

Seguidamente, ao iniciar o policiamento ostensivo, informa-se com seu antecessor e membros da comunidade, de fatos anormais havidos ou existentes no posto que irá assumir, dando continuidade a providências iniciadas e/ou avaliando reflexos em seus serviços.

Após o término de sua jornada, o policial militar retorna à sua sede (Batalhão), onde realiza a entrega dos equipamentos que fazem parte de sua rotina de trabalho, como também toda a documentação emitida durante o policiamento. Esta prática permite a supervisão e controle por parte de seus superiores imediatos, na qual realizam uma avaliação de seu desempenho, e eventuais reajustes de planejamentos.

### **1.1.11 Aspectos organizacionais**

Denominam-se Organizações Militares as organizações do Exército Brasileiro que possuam denominação oficial, quadro de organização e/ou distribuição, ou quadro de lotação de pessoal militar próprios. As Organizações Militares estruturadas para exercer administração própria, possuindo competência para realizar atos de gestão de bens da União e de terceiros e às quais foi concedida autonomia ou semiautonomia administrativa, são denominadas, também, unidades administrativas. Todas as organizações de comando, chefia, direção e administração, instaladas e dotadas de meios de vida autônoma, são denominadas repartições militares (REGULAMENTO INTERNO E DOS SERVIÇOS GERAIS DA POLÍCIA MILITAR- MINISTÉRIO DO EXÉRCITO, 1984).

O trabalhador militar é admitido pela organização, e é alocado num dado cargo para o qual estão prescritas determinadas ações. Para retribuir, recompensar ou pagar a execução destas ações o sistema oferece ao militar, salário, e adiciona a ele o direito ao acesso aos benefícios dos planos de incentivo oferecidos pela organização. Esse processo, é em parte, regido pela legislação trabalhista vigente e

complementado pelas normas e políticas organizacionais preestabelecidas. As ações e as retribuições, previstas pela legislação trabalhista e pelas normas e políticas da Organização Militar, são os princípios legais que regem as relações formais de trabalho, administrativo e *ostensivo*, especialmente aqueles atos empregados considerados como exigências do cargo ou cumprimento das normas estipuladas pela organização, quando prescreve determinadas ações.

São exigidos do trabalhador militar, o exercício legal - racional da profissão, como também ordem e disciplina. A disciplina, é definida como uma obediência pronta e automática a um determinado comando superior, visando preparar e operacionalizar, de forma exemplar, planos de ação.

## **1.2 Hipótese**

A Polícia Militar, para atingir seu objetivo de manter a segurança pública, por intermédio da presença diuturna de seus componentes nas ruas, conta intensamente com a qualificação física do trabalhador militar.

As condições climáticas ambientais e suas implicações na ocorrência de distúrbios metabólicos interativos, causando reduções substanciais na capacidade de desempenho físico, secundários a falta de substrato nutricional e eletrolítico, podem causar efeitos significativos no índice de qualidade, produtividade e saúde no trabalho. A prevenção através de um repositores hidroeletrolítico, parece ser capaz de atuar positivamente na hidratação e na performance do contingente militar ostensivo.

### 1.3 Justificativa e relevância do estudo

São preocupações do mundo contemporâneo o rendimento físico e mental, a saúde e qualidade de vida no trabalho como co-fatores de eficiência e produtividade.

A associação entre clima, hidratação, energia e eletrólitos, e trabalho físico tem despertado enorme interesse entre os profissionais voltados a promoção da saúde, em razão das complicações metabólicas e funcionais que podem surgir, quando há interação em desequilíbrio de um dos fatores.

A média diária de ingestão oral de líquido pelo adulto é de 1500 ml a 3000 ml. O ser humano é capaz de reduzir muito sua perda de água nas situações em que não consegue ingeri-la, entretanto, continua eliminando-a, obrigatoriamente, entre 500 a 600 ml pela diurese e 800 a 1000 ml pela perspiração insensível (pele e pulmões). A perda de água é elevada quando ocorre perspiração sensível (sudorese). A perda diária pela sudorese discreta, ou seja quando o corpo está em repouso, pode ser de aproximadamente 500 ml, e a intensa de 2000 ml. Para cada grau de temperatura acima de 37° C, perde-se mais 150 a 300 ml de água. Para cada 1° C de elevação da temperatura corporal aumenta-se a necessidade de ingestão líquida, em média, de pelo menos 15% do seu suprimento habitual (DUTRA DE OLIVEIRA & MARCHINI, 1998).

Nos casos em que além de aumento da temperatura há sudorese, há requerimento adicional de eletrólitos. O volume de perda pelo suor pode ser de até 100 ml/hora. Nas alterações da frequência respiratória também ocorre maior eliminação de água (COYLE, 1997).

Um estudo clássico, e talvez o primeiro a ser conduzido neste sentido, foi realizado nos anos de 1940 e 1950 por ADOLPH, que submeteu dois grupos de indivíduos a realização exercícios prolongados de baixa intensidade, fornecendo hidratação apenas para um dos dois grupos. Demonstrou com isso, que o grupo não hidratado apresentou um incremento na temperatura corporal e frequência cardíaca, e que conclusivamente, a ingestão de líquidos amenizariam tais sintomas. Embora esta pesquisa tenha apresentado alguns problemas de ordem metodológica, serviu como incentivadora para diversas outras que se seguiram à ela, investigando diversas variáveis associadas ao exercício físico e à saúde no trabalho.

Apesar da dificuldade que envolve definir dentre as várias vertentes, apenas um caminho que retratasse a forte ligação entre ergonomia e o trabalho militar, optou-se por realizar o estudo de uma formulação líquida, composta por carboidrato, vitaminas e eletrólitos, para atender de forma preventiva a hidratação de policiais militares com atividade laboral ostensiva, observando-se o referencial climático da região de Florianópolis, e a quantidade diária de líquidos usualmente ingeridos pelos policiais militares.

Espera-se, com o presente estudo, apresentar dados e análises aos dirigentes da Polícia Militar e, contar com sua receptividade, para elevar a qualidade dos serviços prestados pela organização, principalmente através da recondução e intensificação de ações voltadas a incrementar a qualidade de vida do trabalhador militar.

## **1.4 Objetivos do estudo**

### **1.4.1 Objetivo geral**

Estabelecer uma formulação de um repositório hidroeletrolítico para policiais militares, adaptada as variações climáticas de Florianópolis.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Delinear o comportamento atual da ingestão de líquidos da Polícia Militar da Ilha de Florianópolis, que atuam no policiamento ostensivo;

- Apresentar as variações de temperatura e umidade do ar de Florianópolis dos últimos trinta e sete anos, mostrando com a revisão da literatura, a necessidade do repositório hidroeletrolítico para a região de Florianópolis;

- Verificar a adequação da ingestão oral líquida, da Polícia Militar Ostensiva, atendendo ao perfil climatológico de Florianópolis;

- Analisar e descrever o perfil dos resultados obtidos através da coleta de dados, a partir da ingestão oral de líquidos diária dos policiais militares da ilha de Florianópolis que realizam trabalho ostensivo durante as estações de verão e de

inverno, como também verificar a temperatura e umidade do ar de Florianópolis dos últimos trinta e quatro anos, e suas implicações para a saúde e hidratação do (a) policial militar.

## **1.5 Metodologia**

A pesquisa bibliográfica foi realizada antes e durante todo o processo de desenvolvimento do estudo, amparando cientificamente os dados encontrados. Buscou-se informações em livros, periódicos, instituições governamentais, teses de doutorado, dissertações de mestrado, monografias, e Internet.

A coleta de dados, referente a ingestão de líquidos pelos policiais militares, foi realizado através de inquérito recordatório 24 horas durante três dias na estação de verão e durante três dias na estação de inverno, na tentativa de estimar-se de forma mais ou menos precisa a ingestão líquida diária.

Para obtenção dos dados referentes a umidade do ar e temperatura e de satélite, utilizou-se os arquivos de dados por radar meteorológico do Destacamento de Proteção ao Vôo de Florianópolis (DPV-FL) pertencente ao Ministério da Defesa – Aeronáutica.

## **2 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS RELACIONADAS AO CLIMA, NUTRIÇÃO E HIDRATAÇÃO APLICADA AO MOVIMENTO HUMANO**

### **2.1 Introdução**

Os humanos são animais acentuadamente adaptativos, tendo aprendido a sobreviver e mesmo viver bem em ambientes fora da sua “zona de conforto” normal. O homem consegue essas adaptações através de alterações metabólicas e comportamentais. Embora o homem seja um animal acentuadamente adaptativo, ele possui limitações. Uma dessas limitações é o homeotermia. Shephard (1985 apud SIMÕES, 1998), descreveu a humanidade como “...reféns metabólicos da condição homeotérmica”. Isso significa que independentemente das temperaturas ambientais, o homem deve defender a temperatura corporal normal de 37° C dentro de uma variação relativamente estreita de temperaturas. Os tremores, sudorese, vasodilatação ou vasoconstrição, são mecanismos de defesa fisiológicos que podem se apresentar na tentativa de manter-se a homeotermia. Quando a capacidade desses mecanismos de defesa se excedem e a temperatura interna corporal cai abaixo de 35° C ou sobe acima de 41° C, as funções corporais humanas, reduzem a eficiência de forma que os desempenhos tanto físico como mental se deterioram rapidamente. Se não forem corrigidas a hipo ou a hipertermia a vida pode estar ameaçada. Os desequilíbrios hídricos, eletrolíticos e energéticos podem causar reduções substanciais nas capacidades de trabalho e desempenho físico, termorregulação e coordenação motora.

## 2.2 Variáveis fisiológicas relacionadas à temperatura

Os efeitos fisiológicos e metabólicos do esforço físico e do movimento humano jamais devem ser desconsiderados. Podem ser toleradas para o corpo humano uma queda de 10°C e uma elevação de apenas 5°C na temperatura corporal profunda.

Muitas atividades ocupacionais, esportivas e até mesmo recreativas exigem uma liberação moderadamente intensa e contínua de energia. A capacidade de manter um alto nível de trabalho físico sem exibir fadiga excessiva envolve alguns fatores básicos, tais como a capacidade e integração dos vários sistemas fisiológicos, essencialmente os sistemas ventilatório e cardiovascular, responsáveis por fornecerem aos músculos ativos, um fluxo contínuo de nutrientes e oxigênio proporcionando ao mesmo tempo produção de energia. Fatores ambientais externos, tais como temperatura e umidade do ar, mostram-se também significativos, quando somados ao movimento e desempenho físico humano.

A fadiga pode ser definida como o conjunto de manifestações produzidas por trabalho, ou exercício prolongado, tendo como conseqüência a diminuição da capacidade funcional de manter, ou continuar o rendimento esperado. Fisiologicamente, o termo fadiga vem sendo definido pela literatura em geral, como “incapacidade para manter o poder de rendimento”. Sua etiologia tem despertado grande interesse, principalmente devido ao fato de seu caráter multifatorial, podendo ser dividida por fatores metabólicos interativos, que afetam os músculos (fadiga periférica) por depleção de fosfocreatina, glicogênio e acúmulo de prótons, e o cérebro (fadiga central) por decréscimo da concentração de glicose sanguínea e

aumento de triptofano para os aminoácidos neutros (cadeia ramificada), devendo esse evento ocorrer, durante a realização de trabalho físico intenso. Diante disso, pode-se relacionar a fadiga principalmente com a hipoglicemia, pois tanto a glicose como a proporção da oxidação de carboidratos diminui (GUYTON & HALL, 1996).

Raff (2000), conceitua como exercício, qualquer atividade física que possua demanda de energia acima da taxa metabólica em repouso e que altere a homeostase. Coloca ainda, que o mesmo, é o resultado da contração e relaxamento alternado dos músculos esqueléticos, na qual resultam no movimento de uma articulação ou série de articulações por meio de sua amplitude de movimento. Para o autor, a manutenção de um ambiente interno ótimo, que seja compatível com a vida, face as influências externas e internas é definido como homeostase. Durante a adaptação ao exercício, numerosos sistemas fisiológicos de controle homeostáticos estão envolvidos, tais como: pressão arterial, volume sangüíneo, taxa de glicose sérica e regulação da temperatura.

A literatura em geral descreve que as alterações de temperatura podem ter um efeito profundo nas funções fisiológicas. A sobrevivência celular funciona otimamente bem dentro de uma faixa estreita de temperatura. Assim, a manutenção da temperatura corporal adequada é vital para a manutenção da homeostase. A produção de calor interno é um subproduto de todo o metabolismo. Em média, 40 a 60% da energia da hidrólise de trifosfato de adenosina (ATP) é perdida como calor. Assim, a produção de calor e a temperatura interna são uma função da utilização de energia ou da atividade metabólica. Tudo que acelera o metabolismo celular (um aumento no hormônio da tireóide, na adrenalina e noradrenalina, uma elevação da taxa metabólica basal ou exercício) aumenta a produção de calor.

O corpo humano, prima pelo equilíbrio térmico. Tipicamente, a temperatura corporal normal média é de 37°C, com variações de 36.1 a 37.2°C. Isto é, a temperatura central é controlada dentro de mais ou menos 0.6°C. Pode-se também observar, que a temperatura corporal é controlada pelo equilíbrio entre a produção e a perda de calor. Quando a perda de calor iguala a sua produção, a homeostase ou equilíbrio é atingida, ou seja, a temperatura dos tecidos mais profundos encontra-se em equilíbrio dinâmico entre fatores que acrescentam e subtraem o calor. Esse equilíbrio é mantido pela integração de mecanismos que alteram a transferência de calor para a periferia que regulam o resfriamento por evaporação e que modificam o ritmo de produção de calor corporal. Se o ganho de calor ultrapassa sua perda, a temperatura central sobe; em um ambiente frio, por outro lado, se a perda de calor costuma ultrapassar sua produção, a temperatura central cai. Logicamente, há que se observar, que na presença de um desequilíbrio, a temperatura corporal aumenta ou diminui.

É importante também destacar-se, que o nível térmico corporal de produção ou de perda de calor pode ser influenciado por alguns fatores. Ganha-se calor corporal a partir das reações do metabolismo energético. A contribuição térmica da atividade muscular pode ser considerável. Apenas com calafrios a taxa metabólica pode aumentar de 3 a 5 vezes. Durante um exercício intenso e prolongado, a taxa metabólica pode aumentar de 20 a 25 vezes acima do nível basal, ou para aproximadamente 20 Kcal/min; teoricamente, isso pode elevar a temperatura central em cerca de 1°C a cada 5 a 7 minutos. O calor é absorvido também do meio ambiente por irradiação solar e dos objetos que se apresentam mais quentes que o corpo. O calor é perdido pelos mecanismos físicos da irradiação, da condução e da convecção e, ainda mais importante, pela evaporação da água a partir da pele e das

vias respiratórias. Em condições ótimas, o esfriamento da pele por evaporação pode ser responsável por uma perda de calor de aproximadamente 18 Kcal/min.

Ajustes circulatórios proporcionam a “sintonia delicada” para a regulação da temperatura. O calor é conservado desviando rapidamente o sangue para a profundidade das cavidades craniana, torácica e abdominal e para certas porções da massa muscular. Isso otimiza o isolamento em relação à gordura subcutânea e a outras porções da superfície corporal. Por outro lado, quando o calor interno se torna excessivo, os vasos periféricos se dilatam e o sangue aquecido é canalizado para a periferia mais fria. O impulso para o equilíbrio térmico é tão poderoso que pode desencadear uma taxa de sudorese de 3,5L por hora durante o exercício em um meio ambiente quente ou uma captação de oxigênio de 1000 ml por minuto, induzida pelos calafrios no frio intenso.

Em repouso, a radiação e a convecção ao ar são os sistemas primários de perda de calor, se o ambiente se apresentar mais frio e mais seco que a temperatura da pele. Dos mecanismos de perda de calor em repouso, sabe-se que 60% da perda de calor acontece por radiação, 22% por evaporação e 15% por condução para o ar. A radiação e a condução são inefetivas quando a temperatura externa do ar é a maior do que a temperatura da pele. Nesse caso, o sistema primário de perda de calor é a evaporação via sudorese. Assim, por outro lado, durante o exercício, ou quando a temperatura central está elevada, a evaporação pela sudorese torna-se o mecanismo predominante de perda de calor (MCARDLE et al, 1998).

Way III (2000) coloca que a tolerância ao calor do meio externo pelo homem (meio ambiente) depende quase totalmente se o calor é seco ou úmido. Quando o calor é completamente seco e a evaporação é efetiva, os seres humanos podem tolerar temperaturas externas de 65,6°C por várias horas. Se o ar é 100% saturado

ou umidificado, a temperatura central começa a aumentar sempre que a temperatura ambiental está acima de 34,4°C. Os limites superiores de temperatura central tolerados são freqüentemente registrados durante o exercício e variam até 40°C, com limite inferior da faixa normal de 35.3 –35.8°C registrado no início da manhã ou em clima frio. A temperatura interna corporal ou central permanece quase constante apesar da exposição a amplas variações da temperatura ambiental ou externa.

Quando a temperatura corporal sobe acima de 41.1 a 41.3°C desenvolve-se uma intermação, que nada mais é que uma condição autoperpetuada que ocorre porque o hipotálamo se tornou excessivamente aquecido e, como resultado, sua capacidade reguladora do calor foi grandemente reduzida. As temperaturas centrais extremas requerem intervenção externa, tanto especificamente para reduzir o calor do corpo, pois há risco de vida, como também no caso da temperatura corporal apresentar-se abaixo de 34.4°C, onde a capacidade do hipotálamo regular a temperatura central do corpo torna-se perdida.

O hipotálamo contém o centro coordenador para os vários processos de regulação da temperatura. Esse grupo de neurônios especializados na base do crânio age como um termostato, que faz os ajustes termorreguladores para os desvios em relação a um padrão térmico. Os mecanismos que regulam o calor podem ser ativados basicamente por receptores térmicos na pele que proporcionam influxo para a área de controle central, ou, por estimulação direta do hipotálamo através das modificações na temperatura do sangue que perfunde essa superfície. O hipotálamo tem sido tradicionalmente encarado como o local termosensível primário dentro do sistema nervoso central. Sítios termorregulatórios também podem existir dentro da medula espinhal, dos músculos esqueléticos e, possivelmente, dos órgãos esplâncnicos. Entre eles destacam-se o reto, a membrana timpânica, o

esôfago e o átrio direito Embora o papel desses sítios regulatórios acessórios ainda esteja sob investigação, está claro que os múltiplos sítios percebem as alterações da temperatura de acordo com sua acessibilidade ao calor produzido pelo corpo ou sua proximidade com a superfície externa. As temperaturas nesses sítios podem diferir em um décimo de grau, dependendo do fluxo sanguíneo e da produção regional de calor. Porém, sabe-se que a resposta mais rápida a alteração na produção de calor é sentida pelo hipotálamo, já que trata-se de uma área de maior perfusão (NADEL & CAFARELLI,1979).

Os receptores térmicos periféricos, ou sensores que respondem a mudanças rápidas no calor ou no frio, estão distribuídos predominantemente como terminações nervosas livres na pele. Os receptores cutâneos para o frio ficam em geral na direção da superfície cutânea e são mais numerosos que os receptores mais profundos para o calor. Os receptores para o frio desempenham um papel importante no desencadeamento da resposta reguladora a um meio ambiente frio. Os receptores térmicos cutâneos agem como um “sistema de alerta inicial” que retransmite informação sensorial para o hipotálamo e o córtex, para a produção de alterações reguladoras destinadas a conservar ou dissipar calor, além de levar o indivíduo a procurar conscientemente alguma proteção contra o desafio térmico. Um centro regulador superior desempenha um papel extremamente importante na manutenção do equilíbrio térmico.

Os sinais e sintomas físicos mais comuns, que se apresentam diante de temperaturas extremas e, que são capazes de alterar o desempenho humano, causam estados de intensa cefaléia, desconforto abdominal ou náuseas, alteração da frequência cardíaca, confusão mental, cessação da sudorese, oscilação da pressão arterial, tontura progredindo à delírio, pele quente e seca e inconsciência.

Se a temperatura corporal não é rapidamente diminuída, ocorre choque circulatório (hipotensão). Além disso, a hiperpirexia lesa diretamente os neurônios. O cérebro pode tolerar somente alguns momentos de temperatura excessiva. A temperatura elevada também lesa os rins, o fígado e outros órgãos, o que também contribui para a mortalidade. Deve-se salientar que a insolação é um estado patofisiológico diferente da intermação, mas estão relacionados. A insolação é um precursor da intermação, e apresenta como sinais e sintomas, a sudorese profusa, a fadiga, a sede excessiva, a fraqueza excessiva e a pele pálida e fria. A reposição hídrica e qualquer método disponível para resfriar o corpo deve recuperar o estado fisiológico, caso contrário, a insolação segue sua rota para a intermação.

O corpo humano possui receptores específicos para o frio e para o calor. Ambos são tonicamente ativos e pertencem ao tipo de sensores que codificam a informação proporcionalmente à magnitude da intensidade do estímulo e velocidade da alteração. Isto é, os receptores são capazes de fornecer informação aos centros termorreguladores, não somente sobre a temperatura corrente, mas também sobre a velocidade com que a temperatura está se alterando. Isso fornece uma informação de pré-aquecimento ou antecipatória, dando maior segurança à manutenção da temperatura central (GUYTON A.C. & HALL J. E., 1996).

Os termorreceptores para o frio levam a informação da baixa temperatura de forma indireta, através de uma redução na velocidade da descarga neuronal dos receptores de calor e, diretamente, por receptores de frio. Os receptores cutâneos do frio são inervados por pequenas fibras mielinizadas "A delta" e por fibras "C". No momento em que a temperatura central diminui alguns décimos abaixo do normal, as fibras de calor são completamente desligadas. A informação adicional sobre o frio, assim, é detectada por receptores de frio específicos, localizados na pele, no

abdome, na medula espinhal e, provavelmente, dentro de outras estruturas internas.

Os termorreceptores para o calor são predominantemente fibras “C” não - mielinizadas, mas também incluem pequenas fibras mielinizadas “A Delta”. Essas fibras são tonicamente ativas (FREGLY M.J. & BLATTEIS C.M., 1996).

Os receptores cutâneos são capazes de responder a alterações pequenas na temperatura (0.005°C). Os termorreceptores parecem ter uma faixa de temperatura específica na qual são ativos. Coletivamente os receptores fornecem toda uma amplitude de sensibilidade à temperatura. Os estímulos aferentes dos termorreceptores centrais e periféricos convergem para os centros reguladores da temperatura, localizados no hipotálamo anterior e na área pré-óptica. Essas áreas são primariamente responsáveis por promover a perda de calor, enquanto as áreas separadas e distintas produtoras de calor estão localizadas, bilateralmente, no hipotálamo posterior. O termostato hipotalâmico é o centro de controle geral do calor no hipotálamo. Nele, os sinais do hipotálamo posterior, da área pré-óptica e da periferia convergem para ditar a resposta efetora e controlar a temperatura central. No corpo humano o papel da circulação sangüínea na regulação da temperatura é de extrema importância. Em resposta a um aumento da temperatura central, o estímulo do sistema nervoso simpático para a circulação cutânea é inibido (onde neste momento os vasos da pele estão completamente dilatados), resultando em seguida uma vasoconstrição diminuída e um aumento do fluxo sangüíneo. A velocidade do fluxo sangüíneo na circulação cutânea pode ser aumentada para 30% do débito cardíaco. Essa grande redistribuição do fluxo sangüíneo resulta em um aumento de até oito vezes na condução de calor do centro para a superfície da pele, procurando assim restabelecer a temperatura central (GUYTON & HALL, 1996).

É importante ressaltar o papel efetivo da sudorese na regulação da temperatura, pois a evaporação do suor pode remover dez vezes mais calor corporal do que é produzido em condições basais. Além disso, os indivíduos aclimatados perdem menos sal em seu suor, o que contribui para uma melhor homeostase líquida e térmica. O suor é formado pelas glândulas sudoríparas, que liberam a secreção primária com uma composição similar ao plasma ( só que sem proteínas). A medida que o suor ascende no canal sudoríparo, proporções significativas de sódio e cloreto são absorvidas. A composição final do suor, em condições de repouso, é de 5 mEq/L para o sódio e o cloreto. Nessa sudorese baixa, a maior parte da água também é absorvida, resultando em uma concentração relativamente alta de outros constituintes como ácido láctico, uréia e potássio. Durante o exercício ou em resposta a fortes estímulos simpáticos, a formação do suor é grandemente aumentada até 50 a 60 mEq/L em uma pessoa não aclimatada. Grandes quantidades de água, sódio e cloreto podem ser perdidas por meio desse sistema de perda de calor (WAY III,2000).

Resumindo, pode-se ressaltar, que dentre as principais adaptações fisiológicas ao calor está o menor limiar à sudorese, que impede um aumento precoce na temperatura central; sudorese aumentada, que fornece uma perda maior de calor pela evaporação e uma temperatura central menor; e aumento no volume plasmático para melhor controle da pressão arterial, menor frequência cardíaca, manutenção do volume sistólico e manutenção da sudorese. Por outro lado, pode-se destacar os principais mecanismos fisiológicos para preservar a temperatura central em resposta ao frio, a vasoconstrição cutânea maciça mediada por estimulação do hipotálamo posterior; piloereção mediada pelo simpático, que aprisiona o ar e efetivamente cria um isolante de ar; e aumento na produção de calor.

Dentre os sistemas de produção de calor, estão os calafrios que são estimulados por um aumento da atividade dos neurônios motores anteriores, que pode elevar a produção de calor de quatro a cinco vezes; aumento químico ou simpático no metabolismo celular ou produção de calor, via estimulação do tecido adiposo marrom (gordura termogênica localizada tipicamente circundando os órgãos internos e a aorta, aumentando o calor em torno de 10 a 15%); a área do hipotálamo anterior pré-óptica estimula a produção de hormônio liberador da tireotropina, que estimula a liberação do hormônio estimulante da tireóide pela hipófise, resultando em um aumento na secreção tiroxina, que por sua vez, induz um aumento no metabolismo celular.

### **2.3 Zonas e oscilações de temperatura**

É considerado zona de temperatura constante, o núcleo corporal, formado basicamente por elementos internos do tronco e da cabeça, e zona de temperatura mais variável, a casca corporal, formada essencialmente das extremidades e pele, sendo que os seus limites não são definidos anatomicamente, mas sim, funcionalmente, dependendo das condições ambientais sob as quais observamos o corpo.

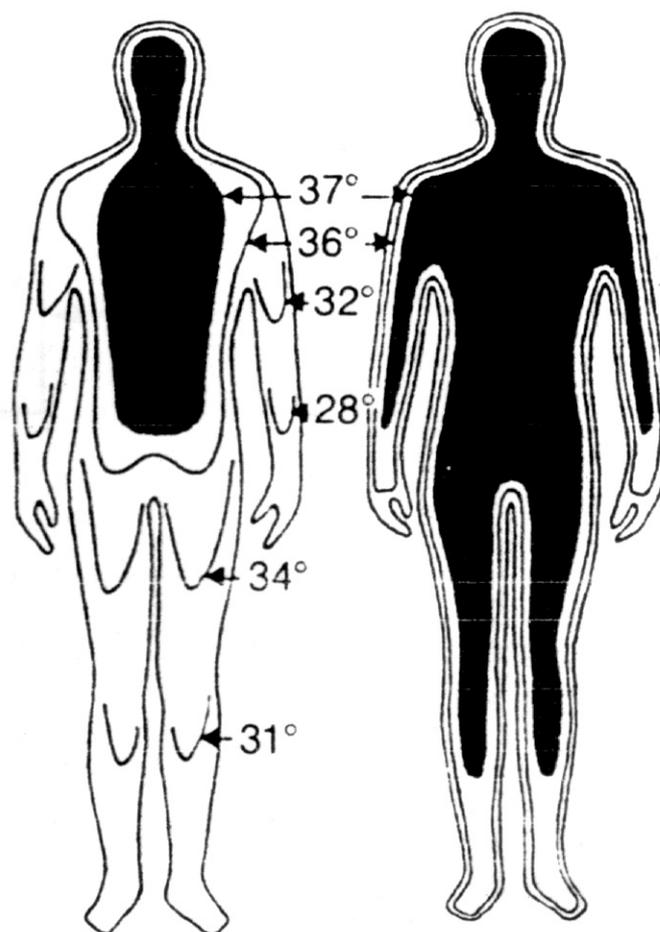


Figura 2: As zonas de temperatura (WEINECK, 2000).

Nas extremidades, a temperatura diminui não só de dentro para fora, mas também da região proximal ao corpo para a distal. Nas temperaturas externas normais, existe uma diferença de cerca de 3 a 6° C, entre a temperatura do núcleo corporal e a da superfície mais externa do corpo; quando a temperatura do meio ambiente é baixa, pode haver uma diferença de 20° C.

Nos moldes da chamada periodicidade diária de temperatura, ocorrem oscilações da temperatura corporal. Entre o mínimo matinal e o máximo que ocorre à tarde, são possíveis diferenças de 0,5 – 1° C - nas mulheres até 1,2° C e nos homens até 1,5° C. Na origem da periodicidade diária está uma alternância do valor

ideal, que se baseia em um ritmo endógeno. Este ritmo é sincronizado com o horário local através de indicadores “dia-noite”.

Manter a temperatura corporal constante é de fundamental importância para as funções enzimáticas e funções mecânicas que ocorrem no corpo. Um grande número de funções orgânicas é influenciado pelas alterações da temperatura corporal. Um aumento mais longo da temperatura interna do corpo acima de 41° C pode levar a uma lesão cerebral, devido ao déficit de importantes células ganglionares. Por outro lado, uma queda da temperatura interna do corpo até 28 – 30° C, pode causar uma lentidão no metabolismo, geralmente impossível de ser compensada. Sendo assim, o organismo humano precisa ter condições de impedir oscilações extremas da temperatura, através de medidas adequadas de regulação térmica (WEINECK, 2000).

#### **2.4 A regulação da temperatura como ciclo regulador**

Uma vez que o corpo humano não possui um órgão específico para a regulação da temperatura, recorrendo à vários órgãos, trata-se assim de um sistema.

A regulação da temperatura segue o princípio de um círculo regulador. O centro regulador é o hipotálamo, localizado no diencéfalo. Anatômica e funcionalmente consiste em duas partes: na parte superior está o “centro de refrigeração” que responde ao aquecimento, na região inferior está o “centro de aquecimento” que reage ao resfriamento. Os dois centros trabalham

constantemente em conjunto. Nas alterações dos valores ideais atuam os centros reguladores através das vias nervosas e hormonais, levando uma compensação do distúrbio da temperatura. O centro regulador recebe e obtém suas informações através dos termorreceptores.

Um grupo de termorreceptores localiza-se no próprio hipotálamo. Por eles é medida a temperatura do sangue que flui nesta região do cérebro e equivale a temperatura interna do corpo.

O segundo grupo de termorreceptores, os receptores de calor e os de frio, localizam-se na pele e informam através das vias nervosas, eventuais alterações de temperatura, no sentido de um aquecimento ou resfriamento da pele. Em 1 cm<sup>2</sup> de pele, encontram-se em média 2 pontos de calor e 13 pontos de frio. Os receptores de calor formam impulsos em temperaturas entre 20 e 45° C. Acima de 45° C, a atividade dos receptores de calor desaparece, enquanto que os receptores de frio começam a formar potenciais de ação. Por este motivo, pode ocorrer o fenômeno da chamada sensação paradoxal de frio, com arrepios, quando a temperatura atinge estes níveis.

Tanto os termorreceptores que se encontram no hipotálamo, quanto aqueles que se encontram periféricamente na pele, respondem ao aquecimento e ao resfriamento. Embora os termorreceptores estejam distribuídos por toda a pele, em algumas regiões características eles se encontram em maior número, como é o caso do rosto, que contempla 50% de todos os receptores de frio do corpo (WEINECK, 2000).

### **2.4.1 Alterações na formação de calor**

A literatura em geral, ainda relata alterações no valor ideal da temperatura corporal, desencadeadas por reações de fundo emocional, são as chamadas “febres de luzes” que podem também serem denominadas de excitação febril, que geralmente estão relacionadas com as tensões ou cargas psicológicas, que possuem estreita ligação funcional sobre o centro termorregulador

O metabolismo basal está estritamente relacionado com as taxas dos hormônios adrenalina, noradrenalina, triiodotironina e tiroxina – que são liberados rapidamente em quantidades superiores nos estados de ansiedade, de tensão e até mesmo em situações súbitas de susto, desencadeando alterações no centro termorregulador.

As glândulas sudoríparas, na região da testa, palma das mãos, planta dos pés e axilas, secretam suor, principalmente nas situações de estresse psicológico, tentando manter os níveis normais de temperatura interna com o aumento da temperatura desencadeada pelos hormônios liberados durante eventos causadores de estresse (RAFF, 2000).

### **2.4.2 Termorregulação em ambientes frios**

O gradiente normal para a transferência de calor se processa do corpo para o meio ambiente e a temperatura central em geral é mantida sem esforço fisiológico

excessivo. Entretanto, no frio extremo pode ocorrer perda excessiva de calor, particularmente quando a pessoa está em repouso. O organismo em geral procura o equilíbrio ao processar ajustes destinados a evitar uma baixa na temperatura central.

**-AJUSTES VASCULARES:** A estimulação dos receptores cutâneos pelo frio causa constrição dos vasos sanguíneos periféricos, o que reduz imediatamente o fluxo de sangue quente para a superfície corporal mais fria e o redireciona para o centro mais quente. Sendo assim, o fluxo sanguíneo sob o estresse induzido pelo frio extremo, aproxima-se a zero. Como consequência, a temperatura cutânea cai na direção da temperatura ambiente e os benefícios isolantes da pele e da gordura subcutânea são utilizados plenamente.

**-ATIVIDADE MUSCULAR:** Os calafrios geram muito calor metabólico, porém a maior contribuição do músculo para a defesa contra o frio ocorre durante a atividade física. O metabolismo energético do exercício consegue manter uma temperatura central constante em uma temperatura ambiente de até  $-30^{\circ}\text{C}$ , sem a necessidade de usar uma vestimenta pesada e restritiva. Torna-se importante ressaltar que a defesa termorreguladora contra o frio é mediada pela temperatura interna, e não pela produção de calor no próprio corpo.

**-PRODUÇÃO HORMONAL:** Durante a exposição brusca ao frio, a maior produção de calor é devida em parte à ação de dois hormônios “calorigênicos” da medula supra renal, adrenalina e noradrenalina. Pode ocorrer também, no estresse prolongado do frio, ocorra a liberação de tiroxina (hormônio liberado pela tireóide), que produz uma elevação permanente no metabolismo em repouso (LIEBMAN, 2002).

### 2.4.2.1 Exigências de nutrientes para o trabalho em ambientes frios

As exigências energéticas constituem a principal consideração para se proporcionar em suporte nutricional em um ambiente frio. As exigências energéticas em um ambiente frio são influenciadas pela intensidade do frio, pela velocidade do vento, pelas dificuldades físicas associadas com o trabalho realizado sob condições de inverno.

Alguns estudos na literatura tratam especificamente das exigências nutricionais no frio. Eles sustentam o conceito que o frio não provoca uma demanda maior de quaisquer nutrientes além das calorias. Vallerand e Jacobs (1989), referem que o frio eleva 2,5 vezes o gasto de energia de um indivíduo e, que o exercício leve no frio resulta em níveis musculares de glicogênio mais baixos do que um exercício semelhante em temperatura normal e agradável.

As exigências hídricas para o trabalho em ambientes frios são semelhantes às para os ambientes temperados. Roberts et al (1994), sugeriram que é possível permanecer adequadamente hidratado no frio (em níveis de atividade leve) com um mínimo de 3 litros de líquidos/dia. Uma recomendação mais generosa de 4 a 6 litros de líquidos/dia cobrirá as exigências hídricas elevadas para umidificar o ar inspirado e um certo grau de sudorese que pode acompanhar os níveis de trabalho moderado a intenso.

King et al (1993), relataram taxas de consumo de água de 3,5 a 5 litros/dia em soldados do exército americano envolvidos em um treinamento em clima frio. Embora as exigências hídricas não sejam altas no frio, as conseqüências da desidratação ainda eram importantes, pois a exposição ao frio pode causar uma redução na percepção da sede e conseqüentemente uma redução no consumo

hídrico. Para confirmar o efeito da desidratação, observaram-se em alguns militares as densidades específicas urinárias elevadas (mais de 1030) e se associavam com aqueles indivíduos que consumiram menos de 2 litros de água /dia.

A hipoidratação no frio pode reduzir o consumo alimentar, a eficiência do desempenho físico e mental, e a própria resistência ao frio.

Para Wolinsky & Hickson Jr (2002), as exigências energéticas para a realização de atividades em um ambiente frio ficam consideravelmente mais altas quando acompanhadas por um trabalho com alto grau de esforço físico. As medições recentes de gasto de energia em clima frio de militares americanos confirmam que 4000 a 5000 Kcal/dia geralmente serão necessárias para preencher as exigências energéticas do militar em trabalho ativo.

Alguns estudos na literatura tratam especificamente das exigências nutricionais no frio. Esses estudos mostram que a exposição ao frio eleva o gasto energético 2,5 vezes com relação a exposição a um ambiente quente. Sugerem ainda, que apesar dos lipídios servirem como fonte de energia tanto quanto os carboidratos, os carboidratos ainda são a fonte mais importante, para a manutenção da termogênese.

Wolinsky & Hickson Jr (2002), relatam ainda em seu livro, os estudos realizados por Martineau & Jacob, onde constataram que as respostas térmicas à exposição ao frio podem se ajustar rapidamente a uma utilização compensatória de combustíveis alternativos. Revelam ainda, que existem evidências que sugerem que um estímulo da oxidação dos carboidratos através da ingestão de cafeína pode melhorar a tolerância ao frio em humanos.

As exigências líquidas para o trabalho em ambientes frios são semelhantes para os ambientes temperados. Alguns autores chegam até sugerir que é possível

permanecer adequadamente hidratado no frio (em níveis de atividade baixos) consumindo em média 3 litros de líquidos / dia. Uma recomendação mais generosa de 4 a 6 litros de líquidos / dia cobrirá as exigências hídricas elevadas para umidificar o ar inspirado e um certo grau de sudorese que pode acompanhar os níveis de trabalho moderado a intenso.

Robergs & Roberts (2002), relatou taxas de consumo de água de 3,5 a 5 litros em soldados do exército americano que realizavam treinamento em clima frio. Segundo o autor, a exposição ao frio pode causar uma redução na percepção da sede e conseqüentemente uma redução do consumo hídrico. Essa relação foi observada ao ser analisado as densidades específicas urinárias elevadas e que se associavam com um consumo de menos de 2 litros de água/dia ingerido por soldados que trabalhavam no frio.

Wolinsky & Hickson Jr (2002), citam os estudos de Dann et al, que prescrevem e preconizam como consumo hídrico ideal durante exercício no frio, 150 ml/hora, para haver manutenção de um bom estado de hidratação.

A hipohidratação no frio pode reduzir o consumo alimentar, a eficiência do desempenho físico e mental e a resistência ao frio. Geralmente recomendam-se, sempre que possível, fluídos mornos, para conceder uma sensação de aquecimento e bem-estar. O efeito aquecedor de uma bebida quente no frio se relaciona provavelmente com o seu efeito na vasodilatação subsequente e no aumento do fluxo sanguíneo para as extremidades frias.

#### **2.4.2.2 Adaptações agudas ao frio**

Quando o corpo humano é exposto ao frio, a temperatura interna e da pele diminuem, estimulando os receptores de temperatura periféricos e os receptores centrais do hipotálamo. A resposta neural ao frio envolve estimulação de tremores que induzem espasmos involuntários do músculo esquelético, aumentando a taxa metabólica basal e, portanto, a produção de calor. A resposta periférica ao frio envolve vasoconstrição da circulação cutânea e do músculo esquelético, o que naturalmente diminui o fluxo de sangue e a transferência de calor do centro para a periferia. Esta última resposta aumenta essencialmente as propriedades isolantes das camadas dérmica e muscular do corpo. No entanto, como a vasoconstrição não ocorre na circulação cerebral, existe um grande potencial para perda de calor pela cabeça, podendo atingir 25% da perda de calor total do corpo. A taxa da perda de calor aumenta quando se está submerso em água fria porque a água tem uma condutividade térmica até quatro vezes maior do que a do ar, na mesma temperatura.

A perda de calor será menor se houver mais gordura subcutânea. Essa relação é mais precisa na água do que no ar. De maneira semelhante, a temperatura crítica, na água e no ar, abaixo da qual o corpo aumenta sua taxa metabólica basal, é menor nas pessoas com mais gordura subcutânea (PIVARNIK, 2002).

## 2.5 Termorregulação em ambientes quentes

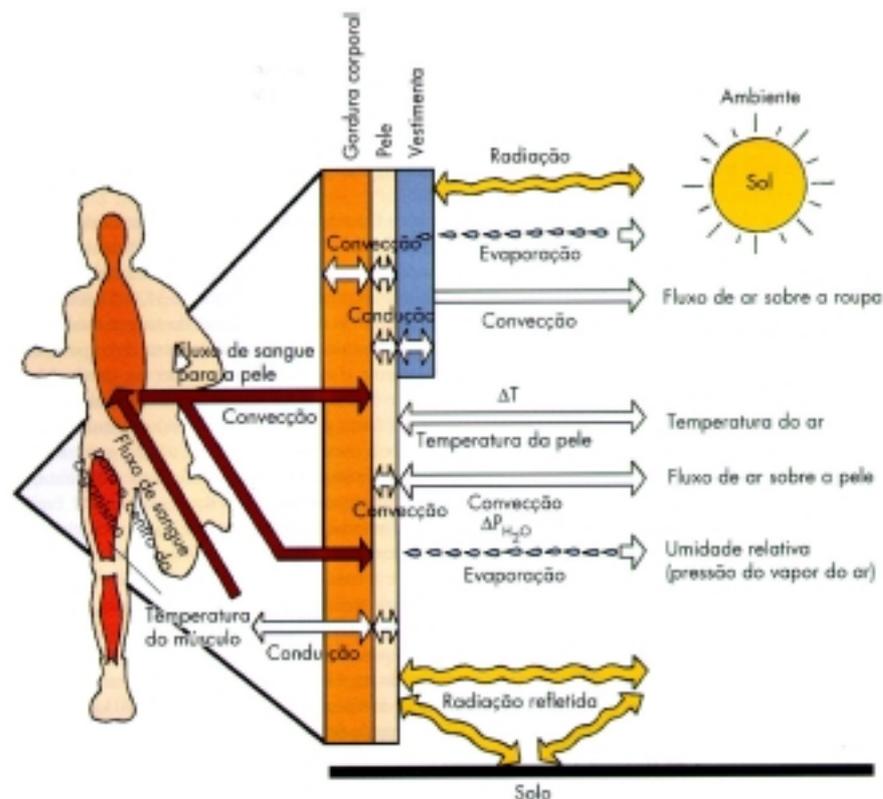


Figura 3: Formas de perda ou absorção de calor (ROBERGS & ROBERTS, 2002).

Aqui os mecanismos corporais para a termorregulação destinam-se principalmente a preservar e proteger contra o superaquecimento. O calor corporal é perdido por irradiação, condução, convecção e evaporação.

-PERDA DE CALOR POR IRRADIAÇÃO: Em geral o corpo humano é mais quente que o meio ambiente. Sendo assim, a troca global de energia térmica radiante se processa através do ar para os objetos sólidos mais frios existentes nesse meio ambiente. É uma forma de transferência de calor que não requer qualquer contato molecular. Quando a temperatura dos objetos existentes no meio ambiente ultrapassa a temperatura cutânea, a energia térmica radiante é absorvida a partir das adjacências. Nessas condições, o único meio de perder calor é através do esfriamento por evaporação (WAY III, 2000).

-PERDA DE CALOR POR CONDUÇÃO: A perda de calor por condução envolve a transferência direta de calor através de um líquido, sólido ou gás de uma molécula para a outra. A maior parte do calor corporal é transportada para a superfície pela circulação, porém uma pequena quantidade se desloca de forma contínua por condução diretamente através dos tecidos profundos para a superfície mais fria. Aqui, a perda de calor por condução consiste no aquecimento das moléculas de ar e das superfícies mais frias em contato com a pele. A intensidade da perda de calor por condução depende do gradiente de temperatura entre a pele e as superfícies adjacentes e de suas qualidades térmicas.

-PERDA DE CALOR POR CONVECÇÃO: A *eficácia* da perda de calor por condução depende da rapidez com que o ar ou a água adjacente ao corpo é permutado após ter sido aquecido. Se o movimento do ar ou a convecção forem lentos, o ar próximo da pele é aquecido e age como uma zona de isolamento. Isso minimiza a perda adicional de calor por condução. Por outro lado, se o ar mais quente que circunda o corpo é substituído continuamente por ar mais frio, a perda de calor aumenta a medida que as correntes de convecção transportam o calor para longe (WAY III, 2000).

-PERDA DE CALOR POR EVAPORAÇÃO: A evaporação constitui a principal defesa fisiológica contra o superaquecimento. O calor é transferido continuamente para o meio ambiente, a medida que a água é vaporizada a partir das vias respiratórias e da superfície da pele. Para cada litro de água vaporizada, são extraídas do corpo e transferidas para o meio ambiente 580 kcal. Quando a temperatura ambiente ultrapassa a temperatura corporal e quando a condução, a convecção, e a irradiação

são insuficientes para dissipar uma grande carga de calor, o único meio que existe para a dissipação do calor consiste na evaporação do suor e uma pequena contribuição para o esfriamento proporcionada pela evaporação da água pelo sistema respiratório. *O ritmo de transpiração aumenta diretamente com a temperatura ambiente.*

Cerca de 2 a 4 milhões de glândulas sudoríparas estão distribuídas por toda a superfície corporal. Em resposta ao estresse térmico, essas glândulas, que são controladas por fibras nervosas simpáticas colinérgicas, secretam grandes quantidades de uma solução salina hipotônica (0,2 a 0,4% de NaCl). Quando o suor alcança a pele, ocorre um efeito de esfriamento à medida que o líquido se evapora. Seguidamente, a pele resfriada passa também a resfriar o sangue que foi desviado do interior para a superfície, e com isto, um aumento na queda da temperatura do núcleo corporal (WEINECK, 2000).

Na pele encontram-se, cerca de 100 glândulas sudoríparas por  $\text{cm}^2$ . No total, o homem possui cerca de 2 milhões de glândulas sudoríparas. O suor representa um filtro do plasma sangüíneo. Sua taxa de produção apresenta grandes diferenças individuais e depende de uma série de fatores, tais como hidratação do corpo, grau de aclimatização e condição física (COYLE & GONZÁLEZ – ALONSO, 1998).

Além da perda de calor por sudorese, cerca de 350 ml de água se infiltram diariamente através da pele e são evaporados para o meio ambiente como transpiração insensível.

Aproximadamente em torno de 300 ml de água também se evaporam diariamente a partir das membranas mucosas úmidas das vias respiratórias .

Em condições de realização de trabalho físico e aumento da produção de calor, em ambientes quentes, a regulação da temperatura ocorre pelo mecanismo de

evaporação e vasodilatação periférica. Com isto, a temperatura média diminui, apesar da crescente temperatura interna do corpo.

**-PERDA DE CALOR EM UMIDADE ELEVADA DO AR:** Indiscutivelmente, a umidade relativa do ar constitui o fator mais importante que determina a eficácia da perda de calor por evaporação.

Umidade relativa é definida como a relação da água no ar ambiente a uma determinada temperatura com a quantidade total de umidade que poderia ser carregada nesse ar, enunciada como percentual.

Quando a umidade é alta (umidade relativa acima de 50%), a pressão do vapor ambiente se aproxima daquela da pele úmida e a evaporação diminui muito. Assim sendo, essa via para perda de calor é fechada, porém grande quantidade de suor formam gotas sobre a pele e acabam caindo. Essa forma de transpiração representa uma perda de água inútil, que pode resultar em um estado perigoso de desidratação e de superaquecimento.

Em regiões geográficas que apresentam alta umidade relativa do ar e alta temperatura, surgem perdas de líquidos, através da transpiração às custas do plasma. Havendo um alto déficit de água não ocorre apenas uma crescente limitação da capacidade termorreguladora, mas também ocorrem distúrbios na economia de água e eletrólitos, o que leva a uma limitação crescente da capacidade de trabalho e desempenho corporal (SETTINERI, 1987).

A reposição de líquidos torna-se de fundamental importância para a manutenção do volume sangüíneo e menor trabalho cárdio-circulatório. A ingestão de água e/ou outros líquidos depois da desidratação provoca centralmente um novo

aumento do fornecimento de impulsos para as glândulas sudoríparas, que é respondido periféricamente com maior secreção de suor e melhor perda de calor.

Enquanto a umidade for baixa, temperaturas ambientes relativamente altas podem ser toleradas. Por essa razão, os climas quentes e secos do deserto são mais confortáveis que os climas tropicais menos quentes, porém mais úmidos.

### **2.5.1 Mecanismos de dissipação de calor**

Os mecanismos de dissipação do calor são os mesmos, quer a carga térmica seja imposta internamente (calor metabólico), quer externamente (calor ambiental).

-CIRCULAÇÃO: O sistema circulatório é responsável pela manutenção do equilíbrio térmico. Em repouso em um clima quente, a frequência e o débito cardíacos aumentam, e por outro lado, os vasos sanguíneos venosos e arteriais superficiais se dilatam com o objetivo de conduzir o sangue quente para a superfície corporal. Com um estresse térmico extremo, cerca de 15 a 25% do débito cardíaco passarão através da pele, o que aumenta muito a condutância térmica dos tecidos periféricos e favorece a perda de calor por irradiação para o meio ambiente, especialmente a partir das mãos, da frente, dos antebraços, das orelhas e das áreas tibiais (DUTRA DE OLIVEIRA & MARCHINI, 1998).

-EVAPORAÇÃO: A transpiração geralmente começa a ocorrer após alguns segundos de exercício extenuante ou em clima quente, e em média, após 30 minutos alcança certo equilíbrio devido a sua relação direta, com a carga de trabalho. Em climas ou ambientes quentes, a evaporação constitui a principal defesa fisiológica contra o superaquecimento. Nos ambientes quentes e úmidos, a eficácia da perda de calor por evaporação é drasticamente reduzida, tornado suscetível um estado perigoso de desidratação e de temperatura central do organismo, progressivamente mais alta (DUTRA DE OLIVEIRA & MARCHINI, 1998).

-AJUSTES HORMONAIIS: Considerando-se, a perda de água e eletrólitos pela transpiração, certos ajustes hormonais são desencadeados no estresse térmico quando o organismo tenta conservar sais e líquidos.

A hipófise libera vasopressina ou hormônio antidiurético (ADH), que faz aumentar a reabsorção de água pelos túbulos renais, tornado a urina mais concentrada durante o estresse térmico. Existe também a liberação de aldosterona pelo córtex supra-renal, hormônio responsável pela conservação do sódio, que age nos túbulos renais aumentando a reabsorção e o reaproveitamento de sódio pelo organismo. A aldosterona também atua de forma a reduzir a osmolalidade do suor. Observa-se assim, que a concentração de sódio diminui durante a exposição repetida ao calor, atuando conseqüentemente, na conservação de eletrólitos (DUTRA DE OLIVEIRA & MARCHINI, 1998).

## 2.5.2 Ajustes fisiológicos na termorregulação

Além dos ajustes cardiovasculares, a dissipação do calor metabólico durante o exercício depende do mecanismo de refrigeração do esfriamento evaporativo. Quando a demanda é maior que as reservas líquidas do organismo, ocorre um estado relativo de desidratação. A transpiração excessiva acarreta uma perda líquida bastante pronunciada e uma subsequente redução no volume plasmático, podendo ocorrer insuficiência circulatória e temperatura central com níveis letais.

-AJUSTES CIRCULATÓRIOS: Ao exercitar-se em clima quente, ocorre duas demandas cardiovasculares competitivas. O tecido muscular necessita de oxigênio para atender o metabolismo energético, e o calor metabólico que foi gerado durante o exercício deverá ser conduzido, através da corrente sanguínea, dos tecidos mais profundos para a periferia. Conseqüentemente, esse sangue, já comprometido com o calor metabólico, não poderá fornecer seu oxigênio aos músculos ativos.

O débito cardíaco, durante o exercício, é semelhante tanto nos ambientes quentes quanto frios. No entanto, o volume de ejeção de sangue do coração é geralmente menor no calor, como conseqüência a defasagem líquida criada durante o exercício, o que faz com que a freqüência cardíaca seja mais alta. O débito cardíaco máximo e  $VO_2$  máximo são reduzidos durante o exercício no calor, pois o aumento compensatório reflexo na freqüência cardíaca é insuficiente para compensar a queda no volume de ejeção.

Por outro lado, o processo de constrição e dilatação vasculares durante o calor, requer um bom fluxo sanguíneo cutâneo e muscular que é conseguido à custa

de outros tecidos, como por exemplo do leito vascular esplâcnico e dos tecidos renais podendo comprometer temporariamente sua irrigação, podendo ocasionar complicações hepáticas e renais observadas com o estresse térmico.

Na tentativa de manter dentro dos níveis normais a pressão arterial durante o exercício em um clima quente, ocorre um redirecionamento do sangue para as áreas de grande necessidade, ocorrendo uma vasoconstrição no tecido visceral aumentando a resistência vascular total (NADEL & CAFARELLI,1979).

Durante um movimento corporal intenso, é direcionado menos sangue para as áreas periféricas com a finalidade de dissipar o calor, conjuntamente com a transpiração, e refletindo assim, a tentativa do organismo em manter o débito cardíaco na vigência de um menor volume plasmático induzido pela transpiração. Neste caso, a regulação circulatória e o fluxo sangüíneo muscular têm precedência em relação à regulação da temperatura.

O exercício moderado, quando realizado no calor, pode resultar em fadiga. Isso ocorre devido, provavelmente, a uma liberação precoce de ácido láctico e no desgaste das reservas de glicogênio. Uma maior produção de ácido láctico ocorre provavelmente devido a uma menor captação de lactato pelo fígado, em virtude da redução do fluxo sangüíneo hepático, durante o exercício realizado em um clima quente, como também, em função da circulação muscular estar reduzida quando uma grande parte do débito cardíaco é desviado para periferia com a finalidade de dissipar o calor (RAFF,2000).

### 2.5.3 Exigências de nutrientes para o trabalho em ambientes quentes

A reposição adequada de fluídos ofusca todas as outras considerações de exigências de nutrientes para o trabalho em ambientes quentes. O consumo de água adequado para o trabalho no calor impede a desidratação, a enfermidade pelo calor e a redução de desempenho físico. A aclimatação ao calor pode reduzir as exigências de sódio para o trabalho no calor, mas as exigências hídricas permanecem relativamente não afetadas. A sede é um mau indicador do estado de hidratação. A sede intensa é geralmente observada com uma perda de 5 a 6 % do peso corporal devido a uma desidratação. Neste momento compromete-se o desempenho físico. Observa-se um desconforto vago, letargia, fadiga, sonolência e apatia, bem como uma elevação da temperatura interna corporal, da frequência cardíaca e da fadiga muscular à medida que a perda hídrica corporal atinge o nível de 3 a 5 % (RAFF, 2000). Para o autor, 80 % da energia metabolizada durante o exercício em um ambiente quente é liberada como calor (20% é utilizada para trabalho mecânico) e 80 a 90% da dissipação do calor durante o exercício em um ambiente quente e seco é realizada através da evaporação do suor. Cada mililitro de suor evaporado a partir da pele levará a uma perda ou dissipação de calor de aproximadamente 0,6 kcal. Quando chega a ocorrer uma desidratação, que depende em grande parte da perda de suor, que por sua vez é determinada pela intensidade e pela duração do exercício, bem como por fatores ambientais tais como a temperatura, umidade do ar, vestimenta, velocidade do vento e carregamento solar.

A superimposição de uma carga de trabalho em altas temperaturas aumenta enormemente as exigências hídricas. Consolazio (1966 apud SIMÕES, 1998),

recomendou até doze litros de água por dia para os soldados envolvidos em atividade física elevada em um clima de 37,8° C. Embora esse nível de consumo hídrico possa ser necessário para repor as perdas hídricas em um ambiente quente, pode ser difícil se ingerir volume tão grande. Essa taxa de consumo hídrico é possível, mas requer um esforço consciente.

Os militares dos Estados Unidos referem um consumo de água planejado ou programado como uma “disciplina hídrica” e creditam à essa disciplina a incidência relativamente baixa de “baixas” por calor nos soldados americanos durante a Guerra do Golfo em 1990-1991 no Iraque e no Kuwait.

A chave para o fornecimento adequado de água e carboidratos consiste em administrá-los simultaneamente, em forma de bebidas, que entre 5 a 10% de carboidratos, e 20 mEq de sódio / L para promover a absorção de glicose e água no intestino.

Como regra geral, a suplementação de sódio deve ser utilizada quando da realização de trabalho moderado, acima de 6 hs, em ambiente quente.

Embora a reposição de água e sódio inclua os nutrientes primários de preocupação em um ambiente quente, também deve haver uma consideração com relação ao fornecimento de energia adequado. As exigências energéticas para o trabalho no calor podem-se elevar em 0,5% para cada aumento de 0,02° C à medida que a temperatura ambiente aumenta de 30 para 40° C. Abaixo de temperaturas de 30° C, a temperatura tem pouca ou nenhuma influência nas exigências energéticas até que atinja temperaturas frias. Acredita-se que o aumento relativamente pequeno nas exigências energéticas para o trabalho em temperaturas altas seja atribuível a um aumento do trabalho cardiovascular necessário para dissipar o calor, um

aumento da atividade das glândulas sudoríparas e da taxa metabólica (WOLINSKY & HICKSON JR, 1996).

Consolazio (1966 apud SIMÕES, 1998), descobriu um aumento de aproximadamente 10% no custo metabólico para o trabalho em 40° C comparado com um trabalho a 21,1° C.

SAWKA et al., demonstraram subseqüentemente que a aclimação ao calor pode reduzir a taxa de metabolismo durante o exercício no calor por 3%, indicando que o aumento real nas exigências energéticas para o trabalho em temperaturas altas pode variar com o grau de aclimação ao calor do indivíduo.

As taxas de sudorese sustentam o aumento da perda de sódio e de vários outros nutrientes, incluindo cloreto, potássio, cálcio, magnésio, ferro e nitrogênio. É relatado ainda, pela literatura, que a vitamina C facilita a aclimação ao calor, e que vitaminas do complexo B reduzem a fadiga durante o trabalho no calor (MITCHELL, 2000).

### 2.5.4 Desidratação no calor

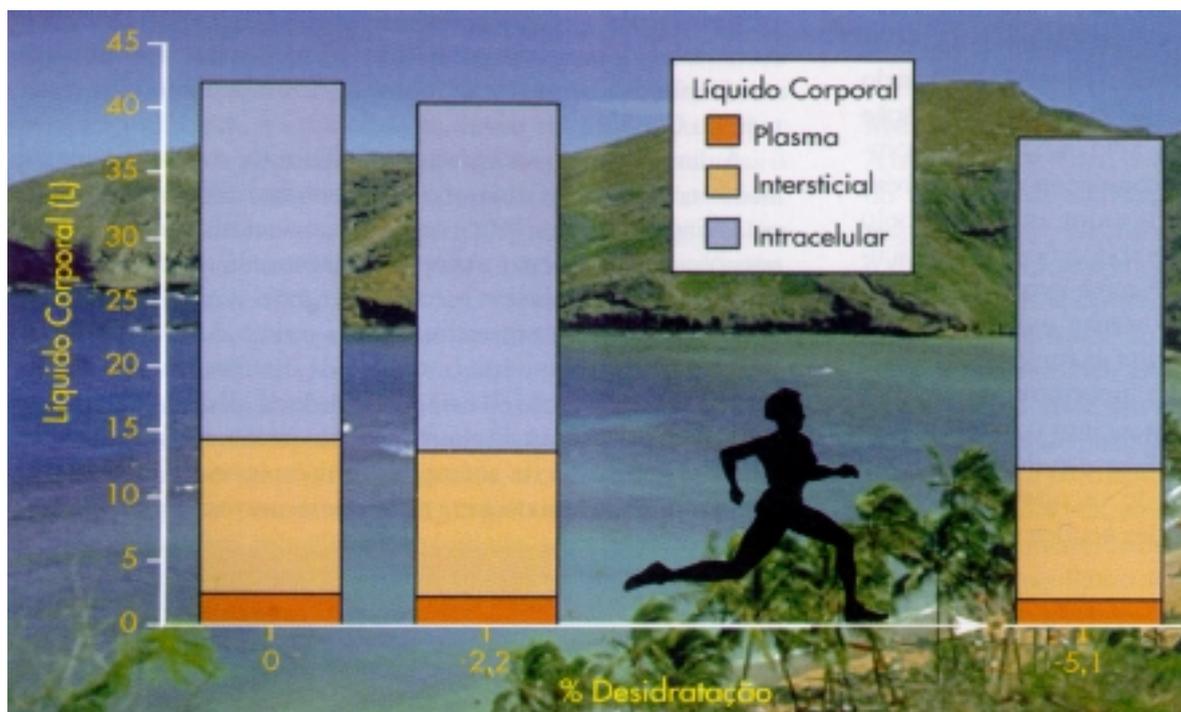


Figura 4: Distribuição da água do corpo no sistema vascular (plasma), interstício e intracelular, na condição normal e em dois níveis de desidratação (ROBERGS & ROBERTS, 2002).

Poucas horas de movimento corporal intenso em ambientes quentes pode levar a uma perda de líquidos significativa. A perda de líquidos ocorre a partir dos compartimentos intracelular e extracelular, podendo alcançar níveis que dificultam a dissipação do calor, comprometendo acentuadamente a função cardiovascular e a própria capacidade de realizar exercícios.

Entre as funções homeostáticas que são comprometidas pela perda de volume plasmático associada com o trabalho físico está a habilidade de dissipar o calor do corpo. Conforme o volume plasmático diminui, o limiar relacionado com a temperatura para o aumento do fluxo sanguíneo cutâneo é aumentado. Assim deve ocorrer um maior aumento na temperatura interna num estado hipodratado quando

comparado com um estado reidratado, antes que o fluxo sanguíneo cutâneo aumente. A hipoidratação pode resultar em decréscimo de até 50% no fluxo sanguíneo máximo do braço, que pode obstruir as trocas passivas de calor. Um decréscimo no volume plasmático também resulta em um aumento no limiar relacionado com a temperatura para o início do suor. As alterações nos limiares para aumento do fluxo sanguíneo para a pele e limiar de suor podem conduzir a aumento na temperatura interna em qualquer intensidade de trabalho físico num estado hipoidratado comparado com o estado reidratado.

A hipoidratação também aumenta o risco de distúrbio termorregulatório. A perda de 5% da água do corpo pode conduzir a exaustão de calor; perda de 7% pode conduzir a alucinações; perda de 10% pode conduzir a acidente vascular cerebral devido ao calor e óbito. Essas complicações podem ser manifestadas em grande extensão entre indivíduos com excesso de peso, entre aqueles com condição física mais precária e entre aqueles que não estão aclimatizados para exercícios em ambientes mornos e quentes (PUHL & BUSKIRK, 2002).

Para Zucas (1998), a desidratação conduz a uma perda excessiva de água que reduz o consumo máximo de oxigênio, fator importante no desempenho físico. Esse fator interfere na dissipação do calor produzido ao nível metabólico, ocasionando um aumento na temperatura interna e conseqüentemente uma incoordenação motora. A perda de líquidos estimula a sensação de sede, e se a ingestão líquida for apenas de água, a sede é saciada, mas à nível plasmático, ocorre um aumento de volume e uma diminuição da osmolalidade. Esse evento é facilmente sanado se for ingerido um fluido que tenha cerca de 25mmol/litro de sódio, pois o suor contém cerca de 50mmol/litro desse eletrólito. Dessa maneira não ocorre uma acentuada hiponatremia, evitando perdas excessivas de líquidos.

Reforçando a teoria de Zucas (1998), Scott & Coyle (1992) destaca que a perda de 2% do peso corporal, já pode caracterizar um estado de desidratação, podendo inclusive ser desencadeada, a partir de uma temperatura ambiente a 20°C e uma umidade relativa do ar de 40%. Quando a temperatura é de cerca de 30 a 35°C e a umidade relativa do ar entre 80 e 100% as perdas através da sudorese para um indivíduo são intensas.

A perda de água por sudorese, em uma pessoa aclimatada realizando exercícios físicos, pode variar de 3 litros por hora e alcançar quase 12 litros quando se tratar de exercícios muito intensos. Em última análise, várias horas de desidratação intensa pode levar a fadiga das glândulas sudoríparas resultando na incapacidade de manter regulada a temperatura central (ROSSKOPF & DICARLO, 1992).

As conseqüências são significativas. A medida que a desidratação progride o volume plasmático diminui, o fluxo sangüíneo periférico e o ritmo da transpiração são reduzidos e a termorregulação torna-se mais difícil. A freqüência cardíaca elevada no estado desidratado é atribuída a uma redução no volume sangüíneo central, que origina a queda na pressão de enchimento ventricular e uma redução de 25 a 30% no volume de ejeção do coração. Consequentemente, o débito cardíaco e a pressão arterial declinam. A elevação da temperatura central está relacionada com a redução tanto no ritmo de sudorese quanto no fluxo sangüíneo para a pele (CANDAS & BRANDERBERGER, 1986).

A perda de líquido é evidente durante exercício em meios ambientes quentes e úmidos. A eficácia do esfriamento por evaporação é dificultada pela alta pressão de vapor do ar ambiente. Aqui, a transpiração pouco contribui para o esfriamento, já que a evaporação não é significativa.

As modificações fisiológicas resultantes da desidratação, afetam o organismo reduzindo o fluxo sanguíneo periférico e eleva concomitantemente a temperatura central. (ROBERGS & ROBERTS, 2002)

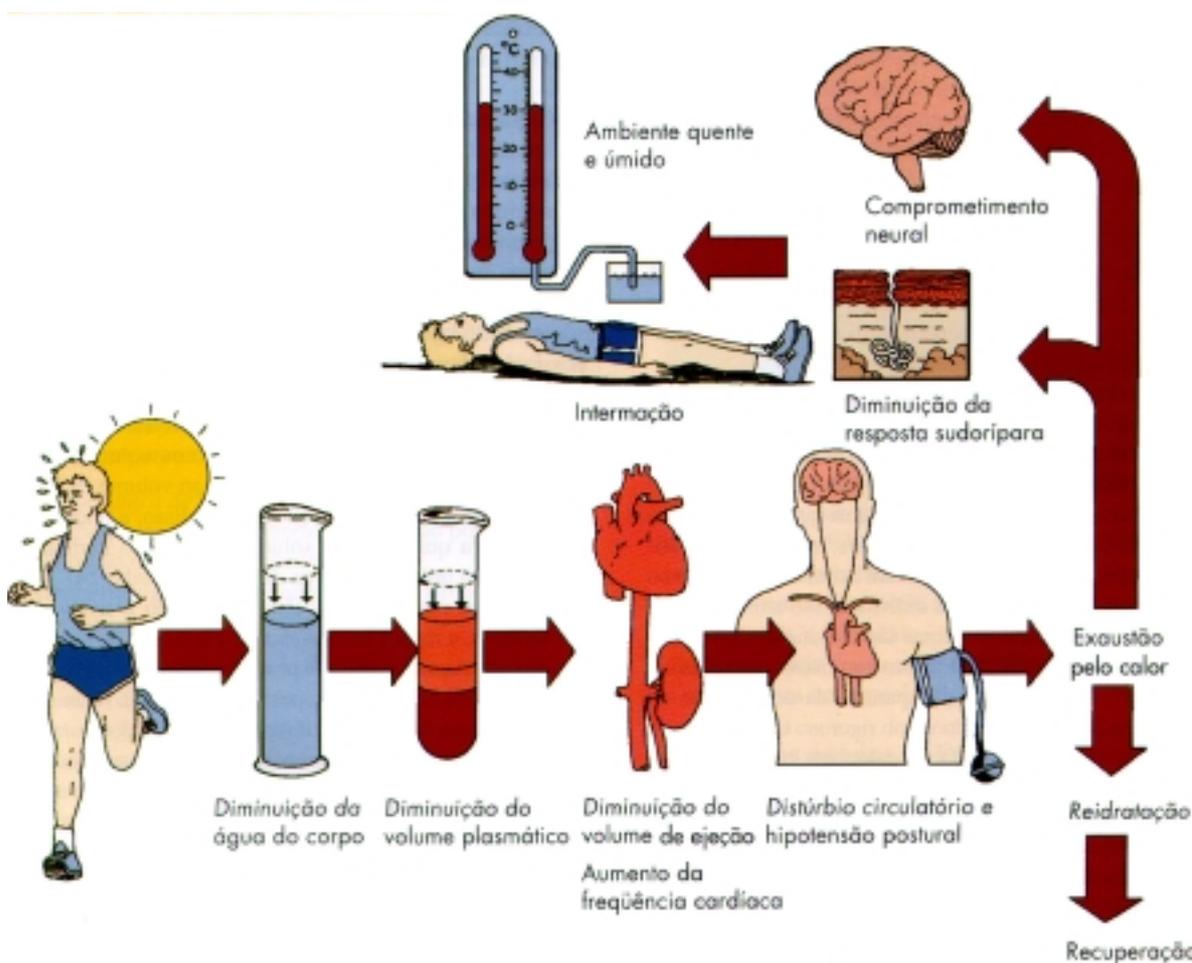


Figura 5: Problemas pelo calor: Exaustão e intermação (ROBERTS & ROBERGS, 2002)

O aumento da hipertermia que acompanha o exercício, independente do estado de desidratação, pode levar a uma série de alterações celulares e dos sistemas que aumentam o risco de exaustão, falência dos órgãos (especialmente rim e fígado) e morte. Embora a intermação possa ocorrer sem desidratação considerável, esta exacerba a hipertermia.

Quando existe desidratação e hipertermia, a função cardiovascular está comprometida por causa da redução dos volumes plasmático e do sangue total que, em conjunto com a temperatura interna mais elevada, produz sintomas de distúrbios do sistema nervoso central, tais como letargia, vertigem e perda da coordenação. Essa sintomatologia caracteriza a condição usualmente conhecida como exaustão pelo calor. Embora exista a hipertermia, ela não é, de modo geral, intensa durante a exaustão pelo calor, sendo o comprometimento do sistema cardiovascular a causa principal da sintomatologia (SCOTT & COYLE, 1992).

Caso a desidratação e o armazenamento do calor corporal continuem após o estado de exaustão pelo calor, a hipertermia faz com que os sintomas evoluam para desorientação, confusão, psicoses e, eventualmente, estado de coma, associados a um aumento das enzimas séricas. Esses sintomas são característicos da fase do espectro da doença ao calor denominada intermação.

A tolerância a um ambiente quente varia de acordo com o indivíduo. No entanto, a ciência ainda não conseguiu fornecer um outro indicador preciso de suscetibilidade de problemas pelo calor além do fato de a pessoa ser sedentária, obesa, desidratada e não aclimatada ao calor.

Acredita-se que os sintomas dos problemas pelo calor sejam multifacetados e, no caso dos sintomas de maior gravidade, são explicados pelas alterações celulares por causadas altas temperaturas centrais, entre 40 e 44° C. A elevada temperatura interna aumenta a velocidade das reações metabólicas e o fluxo dos íons através das membranas e diminui a eficiência da respiração mitocondrial. Outras alterações associadas são o aumento da produção de lactato e acidose, menor excitabilidade e atividade contrátil do músculo esquelético e cardíaco, maior perda de potássio e de cálcio do músculo esquelético, assim como de algumas

enzimas. Nos casos mais graves de intermação, o vazamento e a lesão celular são tão intensos que grandes proteínas circulam no sangue, causando danos ao fígado e rins. Nessas condições, as células aumentam de volume e se tornam necróticas, considerando este fator uma lesão grave (ROBERGS & ROBERTS, 2002).

## **2.6 Hidratação e reidratação**

Uma vez instaladas taxas máximas de sudorese que ultrapassam a capacidade do corpo para absorver água, o trabalho físico prolongado, ou realizado em ambiente quente, sempre acarretará em algum grau de desidratação. De maneira ideal, essa desidratação será branda se forem tomadas algumas medidas preventivas, como a ingestão freqüente de líquidos.

O estado de desidratação é acompanhado por um aumento das concentrações séricas dos hormônios antidiurético e aldosterona. Os hormônios aumentam a retenção de fluidos diminuindo o volume urinário e o hormônio antidiurético, em conjunto com a angiotensina II, eleva a resistência vascular periférica para manter a pressão arterial sistêmica. Uma perda de líquido do organismo da ordem de 4% do peso corporal, ou 3 litros para um adulto de em média 75Kg bem hidratado, deve ser resposta o mais rápido possível para uma reidratação ótima. A reidratação é mais efetiva quando é realizada com uma solução eletrolítica contendo carboidratos, do que quando realizada simplesmente com água destilada (NOAKES,1998).

Pesquisas mais recentes têm combinado a fisiologia neuroendócrina, a renal e cardiovascular e o estudo do metabolismo do músculo para determinar o procedimento ótimo de reidratação induzida pelo exercício.

A prevenção da desidratação e de suas conseqüências, especialmente a hipotermia – uma das principais conseqüências da desidratação, somente poderá ser conseguida com um esquema de reposição hídrica adequada. A própria literatura em geral, refere que indivíduos submetidos a atividades laborais e/ou esportivas ingerem apenas cerca da metade da água perdida durante os eventos (menos de 500 ml/hora). Os especialistas que atuam nesta área devem estar perfeitamente cientes da importância da boa hidratação para a termorregulação, o bom desempenho nos exercícios e a segurança (GONZÁLEZ-ALONSO, 1998).

Os tratamentos denominados “frios”, na tentativa de baixar a temperatura central, tais como aplicação de toalhas frias na frente e no abdômen durante o exercício ou uma ducha fria antes do exercício em um meio ambiente quente, comportam um benefício apenas no sentido de facilitar a transferência de calor na superfície corporal, em comparação com o mesmo exercício sem umedecer a pele. A defesa mais efetiva contra o estresse induzido pelo calor é a hidratação adequada. Deve-se procurar o equilíbrio observando-se a perda com a ingestão de líquidos, justificando-se fundamentalmente pela hidratação, e no caso de repositores energéticos e/ou hidroeletrólíticos, tornar estável os níveis de glicose e eletrólitos (MARINS ET AL, 2001). Não existe nenhuma evidência, mostrando que o déficit de líquidos no organismo, ou uma diminuição na ingestão de líquidos, possa tornar um indivíduo mais apto para realizar atividades laborais e/ou exercícios físicos.

A ingestão de água, ou a própria hiperidratação antes da realização de exercícios em ambientes quentes, proporciona proteção no sentido de aumentar o

grau de sudorese durante o exercício, induzindo a uma menor elevação da temperatura central. Torna-se importante ingerir de 400 a 600 ml de água gelada cerca de 20 minutos antes do evento no calor. Essa conduta, serve para permitir a captação de líquidos antes do exercício. A reposição contínua de líquidos se faz necessária durante o exercício. Em algumas modalidades de atividade física, torna-se impossível igualar a perda com a ingestão de líquidos, pois apenas cerca de 1000 ml de líquidos podem ser esvaziados pelo estômago a cada hora durante a realização de exercícios vigorosos. Esse volume torna-se insuficiente para igualar uma perda de líquidos que pode alcançar em média 2000 ml por hora. Com o objetivo de manter-se uma boa hidratação o livre acesso a água deve ser possibilitado. Como, em geral, o mecanismo da sede constitui um guia impreciso para as necessidades hídricas, a reidratação deve ser estimulada (KOOT & DEURENBERG, 1995).

Como o suor é hipotônico em relação aos demais líquidos corporais, a reposição da água constitui uma preocupação muito mais imediata que a reposição dos minerais. Para compensar as perdas de sódio, por exemplo, existe um mecanismo compensatório renal que é ativado na tentativa de manter o nível do eletrólito no organismo. Passa a ser benéfico uma pequena quantidade de eletrólitos (sódio e/ou glicose) acrescentada a uma bebida para reidratação, o que a torna mais completa. Admite-se que a água pura é responsável de diluir rapidamente a concentração plasmática de sódio. A manutenção de um adequado teor plasmático de sódio pela adição desse eletrólito ao líquido ingerido pode preservar o impulso da sede e restaurar mais rapidamente o volume plasmático (RAFF, 2000).

-MECANISMO DA SEDE: Com o decréscimo do volume de água no organismo, ocorre um aumento na pressão osmótica do sangue, que é percebido por células osmo-receptoras do hipotálamo produzindo a sensação de sede, e estimulando o desejo de ingestão de líquidos. Ao mesmo tempo, o hipotálamo estimula o lobo posterior da glândula pituitária (hipófise) a produzir o hormônio anti-diurético (ADH) ou vasopressina que age sobre o sistema renal, aumentando sua capacidade de retenção de água, até que o volume hídrico do sangue volte ao normal. Quando isso acontece, a pressão osmótica diminui, e por isso deixa de atuar sobre o hipotálamo, desaparecendo a sensação de sede e a produção de ADH pela pituitária (GUYTON & HALL, 1996).

REGULAÇÃO: O corpo humano requer flexibilidade e equilíbrio dinâmico. É necessário que perdas e ganhos de líquidos sejam semelhantes. Caso contrário, encontrar-se-á desidratação ou hiper-hidratação. Muitos fatores fisiológicos, hormonais e neuronais regulam os movimentos da água e dos solutos do organismo.

A água ingerida possui várias origens desde a que se bebe, a dos próprios alimentos, e a decorrente da oxidação metabólica. O conteúdo hídrico dos alimentos é variável. Em dietas de em média 2500 calorias, a água dos nutrientes sólidos se aproxima de 800 ml, com a sua oxidação originam mais 300 ml. A oxidação dos alimentos produz água na seguinte proporção: de cada 1g de proteína origina 0.41 ml; 1g de lipídio origina 1,7ml; 1g de carboidrato origina 0.55ml. Normalmente, a ingestão de água diária de um indivíduo adulto aproxima-se a 2000 ml (DUTRA DE OLIVEIRA & MARCHINI, 1998).

A perda de líquidos pela perspiração pode ser influenciada pela temperatura e umidade ambientes e pelo metabolismo corpóreo. Cerca de 20% do calor corporal

resultante do metabolismo normal são removidos pela perda de água insensível. A manutenção do equilíbrio dinâmico de água e eletrólitos depende da rede de afetores que são especialmente preparados para perceberem alterações da pressão hidrostática, distensão, osmolaridade, fluxo sanguíneo das soluções vasculares. Cada uma dessas alterações, incita a sensação de sede ou a busca por alimentos, especialmente bebidas. A sede advém quando há variação da tonicidade do líquido extra celular ou contração do volume intracelular. A variação da distensão da fibrocélula cardíaca provocará maior ou menor perfusão de órgãos ou sistemas eliminando ou retendo soluções de acordo com essa tendência e necessidade. O volume e osmolaridade são controlados por hormônios que agem em conjunto ou preferencialmente sobre a água e os eletrólitos. O rim é o órgão que intermedia esse controle (SHARKEY, 1998)

. No caso em que o plasma e o filtrado glomerular são hipertônicos, os osmorreceptores dos núcleos supra-ópticos são estimulados e liberam hormônio antidiurético, o que faz os túbulos renais se tornarem mais permeáveis à água, e assim, a mesma será absorvida, diluindo o sangue e concentrando a urina. O processo é cessado a medida que o plasma se torna hipotônico, e a secreção do hormônio anti-diurético é inibida (NOAKES, 1998).

## **2.7 Perigos desencadeados pela falha de regulação da temperatura**

Alguns quadros de manifestações são descritos por WEINECK (2000):

- **Hipertermia:** Uma sobrecarga extrema de calor pode fazer com que a capacidade dos mecanismos de perda de calor seja ultrapassada. Embora o homem possa suportar altas temperaturas ambientais por um curto espaço de tempo sem sofrer uma hipertermia, o sistema cardio-circulatório pode ser prejudicado. Até cerca de 41°C, todos os mecanismos de regulação permanecem funcionalmente capazes. A maior temperatura corporal compatível com a vida é de aproximadamente 42°C, além deste limite, ocorrem edema cerebral, queda dos elementos funcionais do sistema nervoso central, cuja extensão está relacionada com a hipertermia. Isoladamente, foram vencidas temperaturas corporais de 43°C, nunca de 44°C (SCOTT & COYLE, 1992) .
- **Cãibra de calor:** É um distúrbio agudo da função da musculatura esquelética, que se caracteriza por dolorosas contrações musculares curtas, intermitentes e involuntárias. Geralmente são atingidos os músculos que sofreram altas cargas de trabalho. Os mecanismos fisiológicos que desencadeiam cãibras de calor ainda não foram definitivamente esclarecidos. Hiponatremia, efeitos térmicos diretos sobre os elementos celulares ou mecanismos moleculares, perdas de substratos pela glicogenólise, alterações do valor limítrofe sináptico, perdas de água intracelular e outros fatores provavelmente são elementos que contribuem para desencadear a cãibra.
- **Coma Hipertérmico:** O coma hipertérmico ocorre devido a falta de produção de suor – ocorre suspensão da produção. Os comas hipertérmicos, são induzidos por fortes aumentos metabólicos, condicionados motoramente em condições climáticas não adequadas. Distúrbios por parte do sistema nervoso central e alterações no aparelho circulatório, são sintomas que ocorrem em um primeiro plano. A seguir, pode ocorrer instabilidade emocional acompanhada de apatia ou

irritação e agressividade. A letalidade está estreitamente relacionada com o tempo de espera para o atendimento médico, que deve ser imediato (TIRAPEGUI & GOMES, 2000).

- **Insolação:** É conseqüente de uma exposição prolongada ao sol. Ocorre uma congestão sangüínea à nível cerebral, desencadeando cefaléia, vertigem, náuseas e vômitos e desmaios. Nos casos mais graves, é possível ocorrer convulsões cerebrais.
- **Hipotermia:** Pode ocasionar forte fadiga, sono excessivo, bem como descoordenação motora, podendo levar a morte quando a temperatura do núcleo do corpo estiver abaixo de 28° C, ocorrendo déficit cardíaco (SCOTT & COYLE, 1992).

## **2.8 Aclimatização às condições de calor e de frio**

Para Raff (2000), por aclimatização entende-se adaptação a longo prazo às condições climáticas alteradas, durante o calor ou frio. Ela pode se prolongar por dias ou meses.

**Ambiente quente:** Uma estadia prolongada em um ambiente quente provoca mudanças no organismo, que fazem com que o corpo humano resista melhor a este clima. No período de aclimatização do corpo há um aumento de produção de suor, que é acompanhado por um processo de otimização e economia dos processos de evaporação, aumento das glândulas sudoríparas ativas (de 2 a 2,3 milhões de glândulas ativas, sendo comum que estejam ativas 1,7 milhões de glândulas) com

antecipação de secreção de suor, diminuição da concentração de eletrólitos no suor, diminuição da temperatura da pele e núcleo corporal, maior distribuição sanguínea no tecido muscular – o que melhora a capacidade de desempenho corporal, aumento da sensação de sede com o intuito de compensar a termorregulação.

**Ambiente frio:** A adaptação ao frio ocorre nos seres humanos principalmente através de uma modificação de comportamento, e menos através da termorregulação autônoma. Ainda assim, nas permanências mais prolongadas em ambientes frios, também ocorrem fenômenos de adaptação, como a diminuição da sensação subjetiva do frio, início de calafrios em temperaturas mais baixas do núcleo corporal e aumento do metabolismo basal.

## **2.9 Composição dos líquidos do corpo humano**

Para SETTINERI (1987), em média em um indivíduo adulto de peso corporal normal, 60% do seu peso é formado por líquidos. Destes 60%, 40% são constituídos pelo líquido intracelular e os restantes 20% estão situados no compartimento extracelular (15% representado pelo líquido intersticial e os restantes 5% pelo plasma). Na composição do plasma basicamente aparecem elementos como o sódio (333 mg/100 ml), potássio (19 mg/100 ml), cálcio (10 mg/100 ml), magnésio (2,4 mg/100ml), cloro (371mg/100ml), fósforo (4,5 mg/100 ml), sulfato (2,4 mg/100ml), ácidos orgânicos (17,5 mg/100 ml) e proteínas (70 g/100 ml).

No líquido intersticial, encontram-se basicamente todos os elementos do plasma, porém as proteínas apresentam-se em menor quantidade.

No líquido intracelular, inversamente ao plasma, encontra-se uma quantidade quase equivalente de potássio (em torno de 350 mg/100ml) em relação ao sódio, e uma quantidade quase equivalente de sódio (em torno de 15 mg/100ml) em relação ao potássio.

Essas diferenças são de extrema importância para a compreensão de certos fenômenos que ocorrem nos distúrbios hidroeletrolíticos.

Os eletrólitos são importantes na movimentação das soluções entre os vários compartimentos corpóreos devido ao seu efeito osmótico, procurando manter em equilíbrio ácido-básico

As soluções orgânicas possuem composição variável. A manutenção da constituição dos líquidos intracelulares, em última instância, é responsável pela vitalidade do corpo humano. Conhecer a composição desta constituição e suas variações para normalizá-las quando necessário, torna-se fundamental.

A composição dos líquidos do compartimento intracelular é semelhante aos líquidos do compartimento intravascular. Eles possuem uma concentração de 10g de solutos em 100 ml de água, sendo portanto a 10%. As substâncias nele dissolvidas podem ser agrupadas em macromoléculas orgânicas, complexas, de grande peso molecular, que são as proteínas; substâncias de peso molecular pequeno, os cristalóides como sódio, potássio, cloretos, magnésio, cálcio, fosfatos, bicarbonato, outros; ou ainda de peso molecular variável, os não-eletrólitos como uréia, creatinina, glicose, ácidos graxos, quilomícrons, vitaminas, enzimas, outros (DUTRA DE OLIVEIRA & MARCHINI, 1998).

A distribuição desigual dos componentes nos diversos compartimentos corporais ocorre em função de forças que decorrem da concentração de proteínas dentro ou fora das células e da permeabilidade seletiva das membranas celulares, que não é uniforme para todas as células, e depende ainda da disponibilidade de energia.

Os eletrólitos como parte integrante dos seres vivos é fundamental. Entre os cátions mais importantes do líquido extra celular estão o sódio, cálcio, potássio e magnésio, enquanto os principais entre os principais ânions estão o cloreto, bicarbonato, fosfato, sulfato e proteínatos. Os eletrólitos não possuem as mesmas concentrações nos compartimentos intracelular e extra celular. Sódio, cloreto e bicarbonato predominam no líquido extra celular, enquanto potássio e fosfato dominam no líquido intracelular.

Os eletrólitos sangüíneos são importantes na movimentação das soluções entre os vários compartimentos corporais devido ao seu efeito osmótico. Ajudam na manutenção do equilíbrio ácido-básico, exercem funções como ativadores ou inibidores enzimáticos ou como coenzimas. Sódio e potássio são íons contrários e estimulam os impulsos nervosos. Cálcio e hidrogênio possuem efeito depressor sobre o tecido nervoso.

O déficit de eletrólitos, considerados macrominerais, podem ocasionar uma sintomatologia, responsável pelo prejuízo ao bom funcionamento do organismo.

A hiponatremia se expressa clinicamente com fraqueza, lassidão, apatia, cefaléia, hipotensão ortostática, taquicardia, choque. O turgor e a elasticidade da pele ficam diminuídos. Nos casos em que há perda intensa de sódio surge confusão mental, alucinação e mesmo coma (NADEL & CAFARELLI, 1979).

O suor, que é uma secreção sudorípara, contém grande quantidade de sódio e cloreto, e pequenas quantidades de uréia, ácido láctico e potássio. Nas sudoreses excessivas, a reabsorção do sódio e cloro está diminuída, e a concentração desses íons no suor pode ser igual a do plasma. O potássio do suor possui concentração levemente superior à do plasma. As sudoreses excessivas surgem quando o indivíduo é exposto ao calor intenso. Até que o organismo se adapte com o nível de calor, cerca de 15 a 20g de cloreto de sódio podem ser perdidos no suor diariamente. Em conseqüência, torna-se necessário ingerir cloreto de sódio e água em maior quantidade até que o organismo esteja adaptado a temperatura ambiente ou ao exercício a que se submete (DUTRA DE OLIVEIRA & MARCHINI, 1998).

A hipocloremia ocasiona espasmos musculares, se intensa pode surgir o coma. A alcalose que acompanha a hipocloremia pode se relacionar à depressão respiratória. A forma de compensação é o desenvolvimento de bradipnéia, com ventilação lenta e superficial.

A hipopotassemia associa-se com vômitos ou diarréias prolongadas, sucção gástrica, estresse. A sintomatologia é inespecífica. Apresenta-se com apatia, mal-estar, náuseas, vômitos, distensão abdominal, hipotensão postural e redução da pressão diastólica.(VAN WAY III, 2000)

A hipocalcemia e a hipofosfatemia podem provocar tetania, diminuição da duração da sístole e aumento da duração da diástole (DORES & PAIVA, 2001).

A deficiência de magnésio aumenta a irritabilidade neuromuscular, provocando tremores, tetania e possivelmente convulsões, e associa-se freqüentemente com hipocalcemia e hipopotassemia (DUTRA DE OLIVEIRA & MARCHINI, 1998).

Certamente, nos dias atuais, muitas informações estão sendo subestimadas ou superestimadas. Para DUTRA & MARCHINI (1998), a análise do papel fisiológico de alguns microminerais tem sido apenas parcial, uma vez que a similaridade química entre eles pode determinar interações e alterar resultados de análise. Torna-se necessário destacar que um nutriente é definido como essencial quando possui função bem estabelecida (estrutural, ação hormonal, atuação como cofator enzimático ou estabilizador de reações químicas), quando possui concentração bem definida em tecidos e órgãos; quando induz efeitos fisiológicos reproduzíveis; quando sua suplementação possibilita prevenção da deficiência e quando o tratamento da deficiência normaliza as funções e alterações bioquímicas, revertendo sinais e sintomas da deficiência.

## **2.10 Carboidratos: fonte de energia**

Os carboidratos são considerados a fonte primária de energia metabólica para o organismo, uma vez que seu catabolismo é um grande liberador de energia química. Fornecem essencialmente combustível para o cérebro, medula, nervos periféricos e células vermelhas do sangue. Desta maneira, a ingestão inadequada desse macronutriente traz sérios prejuízos ao sistema nervoso central, além da produção concomitante de corpos cetônicos, a partir do metabolismo lipídico como via alternativa de produção de glicose, a partir de ácidos graxos, resultando em água, carboidrato e energia.

Para DEMONTE (1998), as variadas formas de carboidratos são compostas de carbono, hidrogênio e oxigênio, podendo ser classificados como monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos.

Os monossacarídeos são açúcares simples, podendo ser denominados como principais monossacarídeos a glicose, a frutose e a galactose, conforme a disposição do hidrogênio e do grupo hidroxil, na cadeia carbônica de sua composição química.

A glicose é o maior monossacarídeo encontrado no organismo, também chamada de dextrose ou hexose

É armazenada no corpo humano em forma de glicogênio no fígado e no músculo. No sangue circula a glicose derivada do fígado, onde fica prontamente disponível utilizada como fonte primária de combustível durante o exercício aeróbico e anaeróbico. A quebra do glicogênio muscular ou da glicose sangüínea que é transformada em ácido láctico contribui para fadiga muscular durante exercícios de grande intensidade (AOKI & SEELAENDER, 1999).

A manipulação da ingestão de carboidratos pela dieta antes, durante e depois do exercício pode melhorar muito o desempenho atlético através da otimização dos músculos e reservas de glicogênio hepático ou através da homeostase da glicose sangüínea. As atuais pesquisas sobre o metabolismo de carboidratos durante o exercício estabeleceram alguns parâmetros interessantes, tornando-se interessante listá-los nesta revisão:

- A glicose sangüínea torna-se uma fonte cada vez mais importante de energia à medida que o exercício moderado e prolongado continua além de 2 horas;
- O metabolismo de carboidratos durante o exercício é regulado por uma interação complexa do controle local e hormonal;

- O transporte de glicose para os músculos parece regular a utilização de glicose e a síntese de glicogênio durante e a seguir a realização de exercício físico;
  - A eficiência da suplementação de carboidratos durante o exercício depende da frequência do esvaziamento gástrico, regulação e taxa de ingestão de carboidratos;
  - A ressíntese de glicogênio pós-trabalho físico é também dependente do tipo, regulação e quantidade do carboidrato ingerido após o exercício;
  - A frutose ou levulose, pode ser transformada em glicose, no fígado e no intestino, e assim, estar pronta para ser utilizada pelo organismo;
  - Por fim, a galactose, que pode ser transformada em glicose no fígado, ou utilizada como forma de reserva no fígado e músculo em forma de glicogênio.
- (HARPER, 1990).

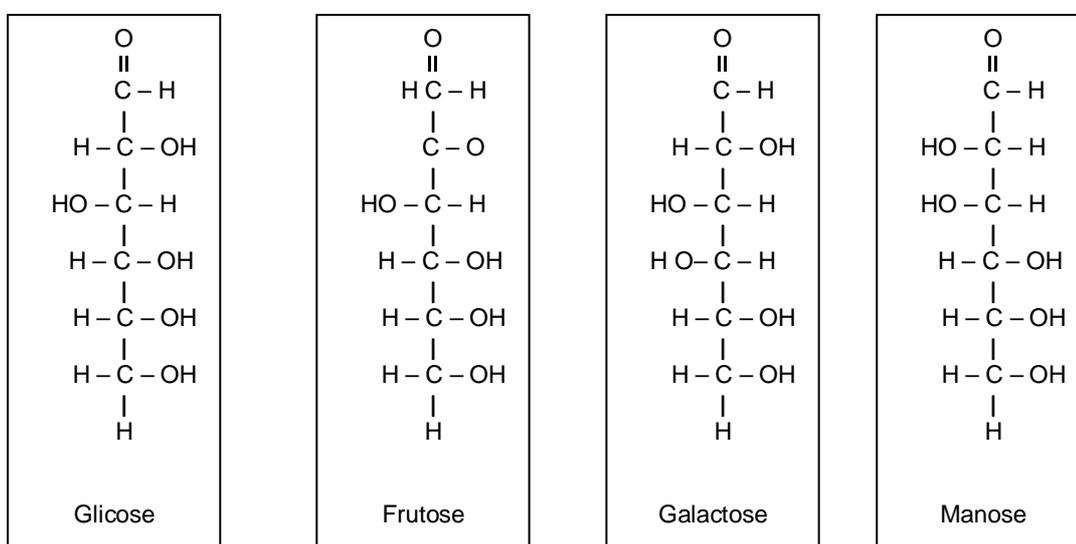


Figura 6: Comparação da estrutura química dos monossacarídeos.

Os dissacarídeos são formados quando dois monossacarídeos se combinam, ou seja, quando há um casamento entre eles. Os três principais dissacarídeos de importância fisiológica são a sacarose (formada por uma molécula

de glicose e uma de frutose), a lactose (formada por uma molécula de glicose e uma de galactose) e a maltose (formada por duas moléculas de glicose).

Os oligossacarídeos são aqueles que por hidrólise, fornecem de duas a seis unidades de monossacarídeos. Os dois oligossacarídeos de maior importância nutricional são rafinose e estaquiose (DUTRA DE OLIVEIRA & MARCHINI ET ALL, 1998).

Finalmente, os polissacarídeos contêm em sua composição muitas unidades de monossacarídeos, e em sua maior parte a glicose, podendo chegar até a 3000 ou mais unidades, denominando-se assim também de carboidratos complexos. Os que se apresentam como de importância fisiológica são o amido, o glicogênio, a inulina e as dextrinas (HARPER ET ALL, 1986).

### **2.10.1 Glicólise: Degradação da glicose**

A habilidade da glicólise em gerar adenosina trifosfato (ATP) na ausência de oxigênio é de importância fisiológica porque ocorre o fornecimento de energia para o trabalho do músculo esquelético, mesmo quando a oxidação aeróbica é limitada. Essa produção de ATP também capacita os tecidos com capacidade glicolítica para sobreviver a episódios hipotóxicos. Tecidos com habilidade glicolítica precária (por exemplo, músculo cardíaco, são caracterizados por sobrevivência também precária sob condições de isquemia.

Embora a glicólise possa ser discutida em termos de fases aeróbicas e anaeróbicas, a disponibilidade relativa de oxigênio não altera de forma nenhuma a

seqüência real de reações de glicólise, mas é um determinante primário da quebra metabólica do piruvato produzido a partir da glicose.

A glicólise pode ser produzida sob condições anaeróbicas, mas a quantidade de energia liberada por mol de glicose oxidada (2 a 3 ATP para a glicose derivada do sangue ou do glicogênio, respectivamente) é severamente limitada comparada com a quantidade gerada quando a glicose é completamente oxidada na mitocôndria a dióxido de carbono e água (38 ATP) (HICKSON JR, 2002).

### **2.10.2 A utilização de substratos durante o exercício**

A glicose armazenada como glicogênio e os ácidos graxos armazenados como triglicerídeos são fontes quantitativamente importantes de energia durante o esforço. Os fatores chave que determinam a contribuição relativa e a quantidade absoluta desses substratos são a intensidade e a duração do esforço, o nível de condicionamento físico e os níveis iniciais de glicogênio muscular.

As reservas de glicogênio do músculo esquelético e a glicose circulante originária do fígado a partir da glicogenólise representam a fonte primária de carboidratos utilizados para a produção de energia pelo exercício muscular.

Os triglicerídeos armazenados no tecido adiposo e músculos provêm a maioria, dos ácidos graxos livres, oxidados durante o trabalho físico. A captação de ácidos graxos pelos músculos esqueléticos é dependente da concentração sanguínea de ácidos graxos livres, que por sua vez é dependente da ativação relativa da lipólise no tecido adiposo.

É de conhecimento geral que a oxidação de aminoácidos representa apenas uma contribuição menor para a quantidade total de ATP sintetizado pelo músculo em trabalho. A transição do estado de repouso para o estado de trabalho é caracterizado por um desvio de dependência quase exclusiva de ácidos graxos para a dependência pesada sobre a glicose como um substrato energético para o músculo esquelético (ANDERSON, 1991).

A contribuição relativa da oxidação de carboidratos para o metabolismo total aumenta com a intensidade do trabalho físico. Durante o exercício leve, há um aumento gradual na quantidade absoluta de oxidação de gorduras a medida que progride o trabalho físico de resistência aeróbico.

Nessa situação, os ácidos graxos podem servir como fonte primária de combustível que permite uma atividade muito prolongada como andar, mesmo no estado de jejum. Com intensidades maiores de trabalho físico, a capacidade dos ácidos graxos diminui de forma que ocorre uma relação recíproca entre a contribuição de substratos de gorduras e carboidratos durante o exercício. A participação metabólica das lipídios, poupa o glicogênio muscular, prolongando desta maneira o período de trabalho físico antes da depleção do glicogênio e da exaustão.

A depleção de glicogênio muscular está invariavelmente associada à redução no trabalho físico e à interrupção eventual do trabalho muscular exaustivo. Assim, o glicogênio muscular desempenha um papel primário na determinação da capacidade do exercício, mesmo quando outros substratos energéticos encontram-se disponíveis metabolicamente.

No início do trabalho físico, o glicogênio muscular declina rapidamente. Após os primeiros 5 a 20 minutos de exercício, o uso do glicogênio muscular torna-se mais

lento conforme as reservas se tornam parcialmente depletadas. Esse decréscimo no uso do glicogênio muscular derivado da glicose está associado a um aumento na utilização de glicose sangüínea.

A dependência pesada na glicose sangüínea, como substrato energético, está associada a um aumento concomitante no débito da glicose hepática, para manter níveis normais de glicose plasmática, visto que, é claramente um substrato energético na medida em que pode suprir entre 20 a 50% da produção energética oxidativa total durante o trabalho físico prolongado (LIEBMAN, 2002).

### **2.10.3 Ingestão de carboidratos e sua atuação no desempenho e fadiga**

Durante a década de 70, as pesquisas científicas produziram evidências conflitantes com relação aos efeitos da ingestão de carboidratos no desempenho durante o trabalho físico prolongado de resistência. Investigações posteriores, publicadas durante os anos 80, destacaram que o desempenho da resistência poderia ser melhorado pela ingestão de carboidratos. Este fato, inovou e surpreendeu porque não foram detectadas diferenças na utilização de glicogênio. A fadiga parecia estar associada ao início da hipoglicemia e não à depleção de glicogênio. Esse fato conduziu à hipótese e ao achado eventual de que a alimentação com carboidratos atrasa a fadiga e melhora o desempenho da resistência auxiliando a manutenção de uma glicemia normal (euglicemia). Durante as duas primeiras horas de exercício de intensidade moderada, a utilização de substrato é similar com e sem ingestão de carboidratos. Depois de 2 horas se

houver depleção de glicogênio e sem o consumo de carboidratos pode haver declínio na concentração da glicose sanguínea a um nível crítico. O baixo nível de glicose promove fadiga devido a captação e oxidação inadequada de glicose pelo músculo esquelético (LIEBMAN, 2002).

Assim, sugere-se que suplementarmente a alimentação à base de carboidratos não previne a fadiga durante o exercício de intensidade moderada, mas apenas retarda por 30 a 60 minutos a fadiga.

Recentemente, vêm sendo observado, por muitos pesquisadores que a ingestão de carboidratos e de eletrólitos durante o exercício prolongado suprime a ativação do eixo adrenal-pituitário-hipotalâmico. Esta pode ser uma alteração potencialmente benéfica à luz dos efeitos conhecidos da epinefrina sobre a glicogenólise hepática e muscular (KOOT & DEURENBERG, 1995).

Enquanto se obtém através desta observação uma explicação parcial do porquê do retardamento da fadiga com a alimentação à base de carboidratos, serão necessárias investigações suplementares para elucidar os mecanismos gerais envolvidos, que infelizmente, esta tese não poderá demonstrar.

#### **2.10.4 Utilização de carboidratos no trabalho físico intenso**

Com um trabalho físico intenso, fatores neuro-humorais elevam a produção hormonal de adrenalina, noradrenalina e glucagon e reduzem a liberação de insulina. Essas ações exercem um efeito estimulante, que facilita a glicogenólise no fígado e nos músculos ativos. Por causa da sua capacidade de fornecer energia sem

oxigênio, o glicogênio muscular armazenado constitui o principal fornecedor de energia nos primeiros minutos de trabalho físico, quando a utilização de oxigênio não satisfaz as demandas metabólicas. Com a progressão da jornada de trabalho e da atividade física, a glicose carregada pelo sangue aumenta a contribuição como combustível metabólico. Como exemplo, a glicose sangüínea pode fornecer 30% da energia total de que necessitam os músculos ativos, com a maior parte da energia restante proveniente de carboidratos sendo fornecida pelo glicogênio muscular (PINTO & RODRIGUES, 2001). Uma hora de trabalho físico intenso pode reduzir o glicogênio hepático em cerca de 55%; uma sessão de trabalho extenuante de 2 horas pode quase depletar o glicogênio no fígado e, mais especificamente, nos músculos que estão sendo exercitados.

Finalmente, a produção de glicose pelo fígado não consegue acompanhar sua utilização pelo músculo, e a concentração plasmática de glicose diminui. Em verdade, o nível de glicose sangüínea circulante pode cair até alcançar níveis hipoglicêmicos (menos de 45mg de glicose por 100ml de sangue).

Simultaneamente, observa-se que a capacidade de trabalho vai diminuindo progressivamente, de forma que após 2 horas, somente cerca de 50% da capacidade máxima poderá ser preservada antes de ocorrer a hipoglicemia, em virtude do ritmo relativamente lento de liberação de energia.

A maior contribuição dos carboidratos no trabalho físico intenso ocorre por ser o único macronutriente capaz de fornecer energia rapidamente quando o suprimento de oxigênio e/ou sua utilização não satisfazem as necessidades de oxigênio do músculo. Durante a jornada de trabalho pesada e cansativa, a vantagem de uma dependência seletiva em relação ao metabolismo dos carboidratos reside em sua rapidez para transferência de energia, em comparação com as gorduras (cerca de

duas vezes mais rápido), e as proteínas. Além disso, a energia gerada por unidade de oxigênio consumido é aproximadamente 6% maior para os carboidratos que para os lipídios (COYLE, 1993).

### 3 COMPONENTES DA FORMULAÇÃO HIDRATANTE

Ao se estabelecer os componentes de uma formulação hidratante, torna-se importante observar as necessidades do grupo de indivíduos a ser atendido.

As necessidades são estabelecidas à luz dos conhecimentos disponíveis na atualidade. Dessa forma, a medida das necessidades de um grupo de indivíduos similares e com perfis de trabalho físico semelhantes, permite estabelecer uma formulação padrão.

A realização de trabalho físico, com temperaturas adversas e umidades elevadas, impõe um "stress" físico, sendo desta forma, necessário a realização de procedimentos como prevenção, pois o corpo terá que equacionar demandas competitivas, tais como, dissipação do calor metabólico gerado e manutenção da perfusão sangüínea muscular adequada.

Marins (1996), relata que o trabalho físico em um ambiente com desconforto térmico provocado pelo calor e umidade, ou por temperaturas baixas, impõe uma importante sobrecarga às adaptações fisiológicas que ocorre durante a realização de uma tarefa física. Alterações fisiológicas que podem ocorrer em indivíduos que passam por "stress" térmico, estão relacionadas com hipotensão, menor resistência periférica total, redução do fluxo sangüíneo esplênico, até aumento da freqüência cardíaca. Estes são alguns dos exemplos de ajustes diferenciados que ocorrem durante a execução durante a execução de uma tarefa física em ambientes com certo grau de desconforto térmico ao se comparar a realização da mesma tarefa física em uma condição ambiental neutra. Um dos aspectos importantes dentro dos ajustes circulatórios é a modificação da perfusão sangüínea, do centro para a região

periférica, mecanismo que ocorre através de uma vasodilatação do sistema arterial e venoso periférico, tendo como consequência a vasoconstrição de outras regiões como fígado, rins e músculos que estão trabalhando.

O "stress" térmico provocado pelo calor, induz como descrito anteriormente, uma série de adaptações orgânicas e fisiológicas, porém a magnitude da espoliação orgânica poderá ser aumentada ou diminuída, dependendo da ingestão ou não de soluções durante a jornada de trabalho. Caso o déficit hídrico gerado durante o trabalho físico não seja combatido, seu crescimento chegará em níveis elevados, impedindo sensivelmente a continuação da tarefa, e levando o indivíduo a um comprometimento termorregulador corpóreo.

A quantidade de água existente no organismo humano é mantida constante mesmo durante longos períodos de vida. Essa constância é fundamental para a homeostasia. Esse equilíbrio requer a disponibilidade de água e nutrientes adequados, bem como a participação de vários órgãos e sistemas.

Os repositores hidroeletrólíticos precisam ser utilizados sempre que o trabalho físico realizado, aliado ao meio ambiente, seja capaz de produzir transpiração, e com ela a depleção de eletrólitos. Torna-se igualmente importante, ao preservar as reservas de glicogênio, que precisam ser repostas, para que não sejam esgotadas.

É notória a importância da hidratação para a vida, e se justifica, uma vez que possibilita um meio para todos os processos metabólicos, para que assim, a harmonia se faça, e seja distribuída, por todo o ser vivo.

### 3.1 Água

A água é um importante nutriente do corpo porque contribui com aproximadamente 70% da massa corporal magra. A água fornece o meio aquoso no qual reações corporais ocorrem. O corpo recompõe continuamente o seu conteúdo aquoso.

Se fosse possível dizer que um nutriente é mais essencial do que outro, muitos diriam que esse elemento é a água. O corpo humano pode sobreviver durante semanas, meses, e mesmo anos, sem algumas vitaminas e minerais, mas resiste somente por poucos dias sem água (FISCHER, 1995).

A água é eliminada por meio da excreção urinária, da evaporação no suor e pela umidificação do ar inalado, essencialmente em ambientes quentes, úmidos ou em altitudes elevadas (CLARK, 1998).

Como um solvente, torna muitos solutos viáveis para o funcionamento celular e é o meio necessário para todas as reações. Também participa como um substrato nas reações metabólicas e como um componente estrutural fornecendo forma às células.

Desempenha um papel-chave na estrutura e na função do sistema circulatório e age como um meio de transporte para os nutrientes e todas as substâncias corpóreas. A água mantém a constância física e química dos líquidos intra e extracelulares e tem uma função direta na manutenção da temperatura corpórea, e freqüentemente melhora o desempenho durante o trabalho físico, impedindo a fadiga (TIRAPEGUI & GOMES, 2000).

A perda de 20% de água corpórea pode causar a morte, e uma perda de apenas 10% causa distúrbios severos.

O organismo humano não possui dispositivo para armazenamento de água; portanto a quantidade perdida a cada 24 horas deve ser restituída para manter a saúde e a eficiência do organismo. Sob circunstâncias normais, uma recomendação razoável baseada em consumo calórico recomendado é de 1 a 1,5 ml/Kcal (MAHAN & ARLIN, 2000).

Quando comparado a relação da magnitude de déficit hídrico e tempo de realização de trabalho físico, é possível verificar que através de uma constante hidratação, antes do seu início permitirá um maior tempo de realização de trabalho, se comparado a uma condição de ausência de reposição hídrica (MARINS, 1996).

### **3.2 Eletrólitos**

Os eletrólitos são substâncias ou compostos que, quando dissolvidos em água, dissociam-se em íons. Podem ser desde simples sais orgânicos, como o sódio, potássio ou magnésio, como também moléculas orgânicas mais complexas.

Os eletrólitos associados à água, nos fluidos corpóreos, são importantes para o desempenho do trabalho físico por manterem o volume e osmolalidade sangüíneos para o transporte e transferência de oxigênio, combustíveis, produtos da excreção celular e moléculas regulatórias. Atuam na termorregulação, para evitar um superaquecimento, como também promovem a homeostasia das funções enzimática e muscular.

As perdas em torno de 5% do total contido no organismo, se associam com sintomas claros de câibras musculares e reduções óbvias no desempenho físico. As

perdas adicionais de água e eletrólitos podem levar a exaustão por calor, confusão mental, cefaléia e desorientação, coma e morte (CLARK, 1998).

Ainda que as características e as propriedades do sódio e do potássio sejam muito semelhantes, a ação fisiológica é bastante diferente. Esta está relacionada com o metabolismo da água, a regulação do equilíbrio ácido-básico, o metabolismo intermediário e o funcionamento dos músculos, coração e sistema nervoso.

Embora existam relações entre o sistema nervoso e os movimentos do sódio e do potássio no organismo, o metabolismo destes dois elementos, na verdade, está sobretudo subordinado à fenômenos físico-químicos, como a pressão osmótica, o equilíbrio ácido-básico, e a permeabilidade das membranas. Na realidade, o metabolismo dos mesmos, depende em grande parte dos hormônios da tireóide, paratireóide, hipófise, e das glândulas supra-renais.

A influência dos hormônios das glândulas supra-renais parece ser bem mais importante do que as restantes. Os conhecimentos a este respeito são em grande parte resultado de observações nos estados de insuficiência córtico-supra-renal, no homem. Observa-se muito precocemente no sangue, uma modificação no equilíbrio mineral com diminuição do sódio do plasma e aumento de potássio. Ao nível dos tecidos, há variação inversa com aumento do sódio e diminuição do potássio (FERREIRA, 1985).

### 3.2.1 Sódio

Como íon predominante do líquido extracelular, o sódio regula o tamanho desse compartimento, bem como o volume do plasma sangüíneo. É um dos principais fatores de regulação osmótica do sangue, plasma, fluidos intercelulares e do equilíbrio ácido-básico. O sódio também auxilia na condução de impulsos nervosos e no controle da contração muscular. É essencial à motilidade e à excitabilidade muscular.

No metabolismo da água o sódio desempenha um papel hidratante e favorece o entumescimento dos colóides dos tecidos. Na regulação do equilíbrio ácido-básico, o sódio é o agente alcalinizante. A ação do sódio no metabolismo da água é considerada única e específica, uma vez que, a sua substituição por qualquer outro elemento, na quantidade necessária para poder provocar o mesmo efeito, é acompanhada de ações secundárias, intoxicações com o potássio e aumento da diurese com o cálcio, enquanto o sódio exerce a ação útil na concentração habitual sem qualquer efeito tóxico secundário (FERREIRA, 1985).

Em forma de solução, mantém a hidratação, melhora a termorregulação e a função cardiovascular. Deve ser ingerido antes, durante e depois do trabalho físico, especialmente em ambientes quentes e úmidos (ROBERGS & ROBERTS, 2002).

Como recurso ergogênico, que pode ser definido segundo Robergs & Roberts (2002), como "...tratamento ou substância física, mecânica, nutricional, psicológica ou farmacológica que melhora diretamente as variáveis fisiológicas associadas ao desempenho do trabalho físico ou remove restrições subjetivas que possam limitar a

capacidade fisiológica", é essencial para a absorção de glicose e outras substâncias à nível intestinal.

A deficiência de sódio pode acarretar manifestações como letargia, fraqueza, fadiga, anorexia, diarreia, oligúria, hipotensão, progredindo rapidamente para convulsões e morte.

Possui responsabilidade especial pela manutenção do volume circulante e da circulação no corpo humano. É responsável por cerca de 92% das bases fixas do organismo, por isto facilita o transporte de dióxido de carbono ao doar bicarbonato, o que permite participar ativamente da manutenção do equilíbrio ácido-básico do organismo (DUTRA DE OLIVEIRA & MARCHINI, 1998).

### **3.2.2 Potássio**

O potássio, é o principal cátion do líquido intracelular, está presente em pequenas quantidades no líquido extracelular. Junto ao sódio, está envolvido na manutenção do equilíbrio hídrico normal, equilíbrio osmótico e equilíbrio ácido básico. Em parceria com o cálcio, é importante na regulação da atividade neuromuscular. O potássio também promove o crescimento celular. O conteúdo de potássio no músculo está relacionado com a massa muscular e armazenamento de glicogênio (CLARK, 1998).

A ação do potássio se desdobra em várias frentes de importância metabólica. Transporta oxigênio; facilita o deslocamento do dióxido de carbono por intermédio do bicarbonato nas hemácias; influi sobre a obtenção de energia favorecendo a óxido-

redução da glicose; facilita a conversão da glicose em glicogênio pelo fígado (BIESEK & CORTE, 1997).

O potássio, possui papel inverso ao do sódio, e funciona como diurético. É a base fundamental dos tecidos e sai ou penetra nas células conforme as variações do valor de pH. Sua concentração no plasma humano fica em torno de 4 mEq/L.

A intervenção do potássio no metabolismo dos carboidratos tem sido afirmada em várias das suas fases. Supõe-se que seja um agente de neutralização do ácido láctico e que acompanha as variações deste ao nível do músculo. O íon potássio, também pode ser responsável pelo equilíbrio de fosfato no interior das células e, quando este é retido para a formação de hexoses, o íon potássio, é liberado para penetrar em novas células.

Os movimentos do potássio ao nível do músculo parecem relacionados com o metabolismo dos glicídios. Segundo Ferreira (1985), "...Walzer e Lippmann admitem que o potássio facilita o transporte do íon fosfato do glicogênio para a hexose-difosfato, além disso, favorece o trabalho muscular pela ação vasodilatadora e as variações da sua concentração acompanham as variações do tono muscular".

Ao nível do coração, julga-se que o potássio não atua pela sua radioatividade, como admitiram alguns autores no passado (Zwaardemaker et al, 1975), mas pelo equilíbrio que estabelece com o cálcio. A ausência de potássio ou o elevado aumento do íon cálcio à superfície das células do miocárdio determina a fibrilação cardíaca por desequilíbrio iônico e modificação da tensão elétrica entre a superfície e interior da célula.

Para Dantas (1998), "...O potássio é um elemento mineral importante, sendo o cátion predominantemente intracelular, estando em equilíbrio nas células com íons cloro, bicarbonato e nas hemácias com as proteínas, exercendo papel de relevo

como catalisador no metabolismo energético, no metabolismo dos glicídios e no armazenamento de glicogênio e das proteínas".

Em relação ao potássio, Katch & McArdle (1990), relatam que em condições de calor intenso a perda de potássio será elevada. Apesar da concentração de potássio ser mínima como elemento no suor, sua perda mínima porém constante, poderá levar ao final de uma jornada de trabalho exaustiva a um déficit significativo desse componente.

O potássio concentra-se nas células, quando fornece mais força osmótica para manter o volume hídrico necessário no interior das mesmas. Circula no sangue, no plasma, sendo principalmente encontrado nas hemácias.

Sob forma ionizada, concorre para a manutenção do equilíbrio ácido-básico, sendo sinérgico do sódio, atuando ambos como alcalinos. O potássio ionizado exerce papel significativo na atividade dos músculos estriados, face à sua capacidade de aumentar a excitabilidade da célula e inibi-la quando em elevada concentração.

O potássio ainda interfere na síntese protéica, sendo necessário para o armazenamento de proteína muscular. No caso da administração de aminoácidos para proporcionar a ressíntese de proteínas musculares, deve ser incluída a administração de potássio para assegurar a retenção nitrogenada.

Além de todos esses aspectos, atua na transmissão nervosa, na tonicidade muscular, na função renal e na contração da musculatura cardíaca.

### 3.2.3 Absorção, metabolismo e eliminação de sódio e potássio

A absorção dá-se ao nível do intestino delgado, onde chegam mais ou menos diluídos pelo suco intestinal, na forma de cloretos e fosfatos. Ao nível do estômago não há praticamente absorção. A velocidade desta é muito maior ao nível do intestino delgado do que do intestino grosso e faz-se principalmente por difusão através dos espaços intercelulares e em menor grau através das células da mucosa.

No homem em jejum, durante a primeira meia hora, são absorvidos 58% do sódio administrado e apenas 17% do potássio. Quando os dois elementos são administrados ao mesmo tempo, verifica-se que o potássio precisa ser diluído pelo suco intestinal enquanto o sódio é rapidamente absorvido. Com misturas de sais, o sódio parece desempenhar papel regulador na absorção do potássio.

Uma vez absorvidos, são levados pelo sangue para o fígado que regula a distribuição para a circulação geral. A distribuição do potássio é significativa, correspondendo aos músculos estriados voluntários uma concentração maior, aos involuntários uma concentração média e aos músculos lisos uma quantidade menor. O potássio é intracelular e uma parte está ligada aos colóides. No músculo, a quantidade combinada varia com o trabalho muscular. Com o fosfato e a glicose, o potássio constitui o grupo das substâncias intercelulares que opõem as substâncias contidas nos líquidos e constituídas pelos íons sódio e cloro. O sódio é sempre extracelular, comportando-se como um cátion por excelência dos líquidos e por isso se encontra no estado difusível e ionizado.

A excreção destes elementos faz-se sobretudo pelo rim. A quantidade habitualmente eliminada pela urina de 24 horas, em indivíduos normais com

atividade leve, é de 3 a 6 gramas para o sódio e de 2 a 4 gramas para o potássio, principalmente na forma de cloretos. As restantes vias de eliminação são sobretudo o suor para o sódio e as fezes para o potássio (HARPER, 1990).

### **3.3 Vitaminas**

Vitaminas hidrossolúveis, um conceito que engloba as chamadas vitaminas do complexo B e a vitamina C, são compostos com atuação essencial em muitos aspectos do metabolismo, incluindo o metabolismo dos carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. Essas vitaminas atuam como coenzimas ou como grupo prostético de enzimas responsáveis por reações químicas essenciais. Entre as características comuns das vitaminas hidrossolúveis temos que elas não são fontes de calorias, não contribuem de modo significativo para o aumento da massa corpórea e que, sendo hidrossolúveis, seu armazenamento no corpo é relativamente pequeno, requerendo assim, a sua ingestão regular. As vitaminas do complexo B são particularmente importantes nos aspectos relacionados à produção de energia. Entre suas múltiplas funções, a vitamina C possui a capacidade de ceder e receber elétrons, o que lhe confere um papel antioxidante pronunciado. De um modo geral, as vitaminas hidrossolúveis são compostos necessários à manutenção, ao crescimento e ao funcionamento do adequado do organismo.

### 3.3.1 Vitamina C

Em 1912, Holst descobriu a vitamina C , provocando o escorbuto experimental em cobaias, e a chamou de antiescorbútico, devido ao seu fator hipotético, cuja falta levaria ao escorbuto, doença conhecida a milênios.

Na América, em 1926, foi denominada por Szent-Gyorgyi de ácido ascórbico e em seguida, de ácido cevitâmico. A nomenclatura científica atual emprega indistintamente as seguintes designações:

Vitamina C (DRUMMOND, 1920)

Ácido Ascórbico (S. GYORGYI, 1933)

Na sua constituição química, o ácido ascórbico pelas suas propriedades e estrutura pertence ao grupo das *redutonas*, substâncias caracterizadas por forte potencial redutor e que se encontram formando sistemas reversíveis de oxidação e redução. É um composto formado por carbono, hidrogênio e oxigênio com a fórmula  $C_6H_8O_6$  , peso molecular de 167. É facilmente solúvel em água (1g para 3ml), pouco solúvel nos álcoois e insolúvel nas gorduras (FERREIRA, 1985).

Metabolicamente, a absorção da vitamina C, ocorre de forma eletiva no intestino delgado, por mecanismo de simples difusão, tanto na forma reduzida como na forma oxidada, reversível, a qual parece ser reduzida quase totalmente ao nível da parede do intestino delgado. A velocidade de absorção (3 a 5 horas) varia diretamente com a concentração no lúmen do intestino.

Pelo sangue, o ácido ascórbico é levado a todo organismo, fazendo-se a distribuição pelos diferentes órgãos. A maior parte do ácido ascórbico circulante se

encontra na fase reduzida, e assim, entra em contato com os tecidos, passando a atuar como sistema redox em ligação com os sistemas com que fica em equilíbrio.

A metabolização do ácido ascórbico não é suficientemente conhecida. A vida média do ácido ascórbico no homem é de cerca de 16 dias e são necessários de 1 a 1,5 mg/kg/dia para manter o *pool* corporal de 20 a 30mg/kg. A eliminação do ácido ascórbico faz-se pela urina, pelo suor e pelas fezes. Acredita-se que é eliminado pela urina em indivíduos normais, qualquer que seja a idade, 12 a 15 miligramas de ácido ascórbico por litro de urina, o que dá em 24 horas aproximadamente, um valor médio de 20 miligramas. A eliminação pelo suor, ainda não foi definida, e as cifras encontradas na literatura são discordantes. A eliminação pelas fezes, em condições normais, é muito pequena e não ultrapassa 5 miligramas por dia.

Admite-se que a maior parte do ácido ascórbico não absorvido pelo intestino é destruído pelos micróbios do intestino grosso. Esta destruição é sobretudo importante em estados patológicos e as bactérias que mais facilmente decompõem o ácido ascórbico são a *E. Coli*, *Salmonella*, *Eberthella*, estreptococos e vibriões intestinais e proteus *morgagni* (HARPER, 1990).

A vitamina C possui grande número de funções em muitas reações químicas do organismo, e é elemento de grande importância não só pela sua função tampão nos processos de oxirredução, como também pelas particularidades de interferir no metabolismo do ferro, da glicose e de outros glicídios, facilitando a absorção das hexoses, assim como a glicogênese hepática. É necessário para a produção e manutenção do colágeno, como também exerce papel relevante na biossíntese de aminoácidos.

Durante o esforço muscular intenso, como também no de breve duração, exerce benefício sobre a resistência à fadiga.

Com referência ao papel da vitamina C no esforço físico, já está estabelecido que aumenta a capacidade de trabalho individual, e portanto, um aumento na eficiência física. Sabe-se que o esforço muscular diminui o teor de ácido ascórbico (vitamina C) nos vários órgãos do corpo humano, principalmente na córtex supra-renal, aconselhando-se o emprego da vitamina C aos indivíduos submetidos a trabalho prolongado ou exaustivo (FRANCO, 1999).

Entre suas múltiplas funções, o ácido ascórbico tem a capacidade de ceder e receber elétrons, o que lhe confere um papel essencial como antioxidante. Neste sentido a vitamina C participa do sistema de proteção antioxidante e dentre suas várias funções está a de reciclar a vitamina E. Essas características fazem com que freqüentemente seja recomendada a suplementação de vitamina C.

É também necessária para redução do ferro férrico a ferroso no trato intestinal. Promove resistência a infecções através da atividade imunológica dos leucócitos, da produção de interferon, do processo de reação inflamatória ou da integridade das membranas mucosas (MAHAN & ARLIN, 1998).

Acredita-se também, que poderia atuar na prevenção e tratamento do câncer, na diminuição de doenças cardiovasculares, no tratamento da hipertensão e na redução da incidência de cataratas. Segundo Dutra de Oliveira & Marchini (1998), estas últimas alegadas funções terapêuticas da vitamina C estão baseadas em estudos epidemiológicos, não sendo portanto, totalmente corroboradas em estudos experimentais.

Para Mitchell (2000), a vitamina C tem uma grande variedade de funções nos processos vitais. Um de seus papéis mais significativos é na formação do colágeno, a substância protéica que une as células. O colágeno contém os aminoácidos hidroxiprolina e hidroxilisina. Foi postulado que o ácido ascórbico ativa a enzima

propil-hidroxilase, causando a agregação de três subunidades inativas para formar um composto ativo. A deficiência na síntese de colágeno resulta na ineficiência de cicatrização de feridas, uma vez que ocorre um aumento de ácido ascórbico na área do ferimento durante a cicatrização.

A falta de vitamina C resulta na fragilidade das paredes capilares, que pode provocar hemorragias de vários graus.

A vitamina C é capaz ainda de funcionar como um agente sulfatante no homem. O efeito antiteratogênico do ácido ascórbico, é capaz de formar um composto hidrossolúvel que pode servir para facilitar a remoção do colesterol da circulação enteroepática. Igualmente interessante é a hipótese de que o ácido ascórbico funciona na conversão de colesterol a ácidos biliares participando em reações de hidroxilação.

Observações clínicas de inúmeras infecções acompanhadas por febre mostraram uma diminuição no nível sanguíneo de ácido ascórbico, indicando que, que há necessidade aumentada por esta vitamina. Observou-se ainda, que as altas concentrações de ácido ascórbico no córtex supra-renal são esgotadas sempre que a glândula é estimulada por hormônios ou certas toxinas.

Michell (2000), afirma ainda que "há um aumento nas necessidades de ácido ascórbico em todas as formas de estresse, entretanto, não há conhecimento suficiente para afirmar, em termos absolutos ou quantitativos, sobre os níveis aumentados dessas necessidades. E que, a administração de grandes doses de ácido ascórbico, parece proteger o indivíduo exposto a temperaturas muito baixas.

No curso dos últimos 50 anos, numerosos investigadores relatam um efeito positivo da vitamina C em vários parâmetros fisiológicos e bioquímicos do desempenho físico. Assim, aqui pode ser citado de forma resumida, alguns dos

estudos citados por Wolinsky e Hickson Jr. (2002) dos pesquisadores Hoitink e Namyłowski, onde trabalharam indivíduos numa bicicleta ergométrica antes, durante e após a administração de 300 mg de vitamina C por dia, por 1 a 2 semanas. Ele concluiu que o ácido ascórbico facilitava o aumento da quantidade de trabalho físico executado; reduzia frequência de pulso, frequência respiratória. Posteriormente, outro estudo realizado, mostrou que a vitamina C possuía um efeito considerável sobre o aumento no desempenho do trabalho corpóreo e na musculatura em geral, garantindo assim com esses resultados, que na realização de trabalho "pesado" a vitamina C deve ser abundantemente suprida.

### **3.3.2 Vitamina B<sub>1</sub> (Tiamina)**

É, sob o ponto de vista da descoberta dos fatores vitamínicos, a mais antiga das vitaminas conhecidas e a Segunda pela ordem de identificação. Foi chamada a princípio vitamina B e considerada como fator ou substância bem individualizada. Reconheceu-se depois que esta vitamina era um complexo formado por vários fatores, com propriedades físicas, químicas e biológicas muito diferentes, do qual se separou mais tarde a vitamina B<sub>1</sub>. Diversos nomes lhe têm sido dados: torulina, polimendina, vitamina F, orizamina, aneurina, tiamina. Pelas propriedades fisiológicas e terapêuticas foi também chamada: antinevrítica e de utilização dos hidratos de carbono (FERREIRA, 1985). A nomenclatura atual utiliza as três designações:

Vitamina B<sub>1</sub> (Accessory Food Factor Committee, 1927);

Aneurina (JANSEN, 1935)

Tiamina (WILLIAMS e Council on Pharmacy and Chemistry, 1937)

A tiamina é um composto de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e enxofre, com peso molecular de 240 e fórmula química  $C_{12} H_{18} O_2 N_4 S$ , que se encontra na natureza em forma de sais. É muito solúvel na água (1 grama/ mililitro). As soluções com tiamina são incolores, e tanto os cristais como a solução têm cheiro característico que lembra o da levedura de cerveja ou das nozes.

A tiamina é rapidamente absorvida ao nível do intestino delgado e de forma menos perfeita ao nível do intestino grosso. Posta em liberdade pelas ações da digestão, atravessa a parede intestinal sob a forma livre ou combinada. A passagem através da parede do intestino dá-se em grande parte por difusão porque a quantidade absorvida é grosseiramente proporcional à concentração no intestino. A absorção é mais rápida inicialmente e tende depois a decrescer, realizando-se normalmente em três a cinco horas, com o máximo da segunda para a quarta hora depois da ingestão. A absorção é proporcionalmente maior quando a tiamina é ingerida em doses fracionadas, com algumas horas de intervalo, do que dada por uma só vez na mesma quantidade.

A permanência no estômago, facilita a absorção, certamente porque a vitamina é lançada para o intestino lentamente, em concentração fraca, o que permite melhor difusão.

A fração absorvida é levada pelo sangue a todo o organismo e, ao passar pelo rim, uma parte proporcional à que circula é eliminada.

Uma parte da tiamina circulante (plasma e líquido céfalo-raquidiano), quantitativamente pequena, encontra-se na forma livre e é esta que se difunde mais

facilmente pelas células e fluídos. A tiamina retirada da circulação pelo fígado e pelo rim é fosforilada, e armazenada em parte por estes órgãos, sob a forma de cocarboxilase. A quantidade total é retida, mas no entanto, é pequena e calcula-se que não exceda a 25 miligramas para todos os tecidos do organismo humano. Os órgãos mais ricos são o fígado, o coração, o rim, o cérebro e os músculos. Este acúmulo de tiamina não é propriamente uma reserva e esgota-se facilmente (HARPER, 1990).

As relações da absorção com a eliminação são da maior importância sob o ponto de vista fisiológico, que podem ser divididas da seguinte maneira:

- A) A eliminação normal de tiamina pela urina é superior a 105 microgramas por dia, ou 70 por litro, e pode atingir 250 microgramas ou mais;
- B) Normalmente, a eliminação de tiamina pelas fezes é pequena, mas pode aumentar com a ingestão de altas doses.

Sabe-se, porém, que as quantidades de tiamina recomendadas para o homem nas diferentes idades são diferenciadas, essencialmente sob o ponto de vista da modalidade do trabalho físico. Para um homem adulto, com trabalho físico muito ativo, moderadamente ativo e sedentário, as recomendações são diferenciadas, sendo respectivamente observado nos seguintes valores 2.3, 1.8, 1.5.

A tiamina é necessária ao metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas, entretanto os efeitos da deficiência de tiamina estão mais ligados ao metabolismo cerebral dos carboidratos. Por suas funções essenciais no sistema nervoso, a tiamina é conhecida como vitamina antineurítica. No metabolismo dos carboidratos, é necessária para a descarboxilação oxidativa (remoção de CO<sub>2</sub>) do piruvato em acetil CoA, permitindo a entrada de substrato oxidável dentro do ciclo de Krebs, para a geração de energia. Embora a tiamina seja necessária para se metabolizar

gorduras, proteínas, ela está mais fortemente ligada ao metabolismo de carboidratos, até mesmo porque, é a primeira via metabólica a sofrer com a deficiência de tiamina (DUTRA DE OLIVEIRA & MARCHINI, 1998).

A tiamina funciona como uma coenzima em quase 24 sistemas enzimáticos. Embora, segundo Mitchell (2000), não haja uma relação muito bem definida até agora entre as anormalidades bioquímicas e as manifestações clínicas que resultam de deficiência de tiamina, várias possibilidades foram sugeridas: falhas no fornecimento energético necessários às células; falhas para liberar um composto essencial ao coração e tecido nervoso, ou um acúmulo de substâncias tóxicas.

Os seres humanos com deficiência de tiamina podem mostrar fadiga, instabilidade emocional, depressão, anorexia, obstipação, incoordenação ocular e problemas relacionados com a falta de concentração e raciocínio. Sem a tiamina o sistema nervoso central fica prejudicado na sua obtenção de energia, que é a glicose, e também pode ocorrer a degeneração da bainha de mielina das fibras nervosas e dos nervos periféricos. Pode ocorrer a encefalopatia de Wernicke, que é caracterizada pela deficiência aguda de tiamina, e apresenta como sintomas a confusão mental, dificuldade de coordenação motora e paralisia do nervo ocular. A deficiência de tiamina pode levar à insuficiência cardíaca. No sistema gastrointestinal a deficiência de tiamina anorexia e constipação grave (DUTRA DE OLIVEIRA & MARCHINI, 1998)

### 3.3.3 Vitamina B<sub>2</sub> (Riboflavina)

A vitamina B<sub>2</sub> foi separada da vitamina B, considerada até então homogênea, a partir de 1926. As suas características principais eram solubilidade na água, estabilidade ao calor e ao oxigênio e ação específica no crescimento e na manutenção da saúde. Não foi possível realizar imediatamente o seu isolamento e individualização, pelo o que foi descrito com o nome de complexo B<sub>2</sub> um conjunto de fatores com propriedades químicas e físicas semelhantes de que se separaram mais tarde a vitamina B<sub>2</sub>, a vitamina B<sub>6</sub> e diferentes fatores hemáticos. A vitamina B<sub>2</sub> pertence ao grupo das substâncias coradas, solúveis na água, que ocorrem naturalmente, conhecidas pela designação de liocromos. Os liocromos não estão ainda sistematicamente classificados e arbitrariamente a vitamina B<sub>2</sub> é um membro do subgrupo das flavinas.

Conhecida no decurso das investigações biológicas que levaram à sua identificação pela designação de vitamina do crescimento, foi chamada depois de vitamina G, vitamina B<sub>2</sub>, ovoflavina, lactoflavina (designação europeia) e riboflavina (designação americana) (FERREIRA, 1985).

A nomenclatura científica atual utiliza as seguintes designações:

Vitamina B<sub>2</sub> (Accessory Food Factor Committee, 1927);

Lactoflavina (KUHN, 1932);

Riboflavina (Council on Pharmacy and Chemistry, 1937);

A riboflavina é um composto de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, com peso molecular aproximado de 376 e fórmula química  $C_{17} H_{20} O_6 N_4$ , que se encontra na natureza no estado livre ou ligada ao ácido fosfórico e a proteínas. É solúvel na água, e possui cor amarela esverdeada (HARPER, 1990).

A riboflavina é absorvida ao nível da mucosa intestinal. Ao chegar no intestino delgado toda a riboflavina deve se encontrar na forma livre ou de fosfato. Na parede intestinal, parte dessa vitamina é esterificada pelo ácido fosfórico por ação enzimática. A absorção deve ocorrer em grande parte por difusão, dada a rapidez com que atravessa a parede intestinal, e realiza-se nas primeiras porções do intestino delgado.

A velocidade de absorção é muito superior à da tiamina. Alguns investigadores observaram que a presença de tiamina favorece a absorção de riboflavina, da mesma maneira que esta favorece ligeiramente a absorção de tiamina.

Da parede do intestino é levada pelo sangue pelos órgãos e tecidos, encontrando-se em maior quantidade ao nível do fígado, rim e coração, seguindo-se a retina, músculos e cérebro.

Julga-se que o organismo não mantém reservas de riboflavina e que toda a vitamina B<sub>2</sub> dos tecidos é ativa, mantendo-se, no estado normal, a taxa constante. O homem depende, por esta razão, em curto espaço de tempo, da ingestão desta vitamina.

A eliminação desta vitamina ocorre através das fezes em quantidades pequenas. Não estão suficientemente estudadas as características da eliminação que parece fazer-se na maior parte pelo rim e pelo suor.

Da parte absorvida de riboflavina através do organismo, uma fração é gasta nos processos metabólicos e outra é eliminada pela urina (MITCHELL, 2000).

A riboflavina funciona como parte de um grupo de enzimas chamada flavoproteínas que estão envolvidas no metabolismo de glicídios, lipídios e proteínas. A flavina mononucleotídeo e a flavina adenosino dinucleotídeo, são duas importantes enzimas contendo riboflavina que catalisam reações de oxirredução nas células. Como carreadoras de oxigênio, essas enzimas transferem hidrogênio, essas enzimas transferem hidrogênio de enzimas contendo niacina para o sistema ferrocitocromo, depois do qual o hidrogênio é combinado com o oxigênio para formar água. Portanto, a riboflavina é essencial para liberação de energia dentro da célula, uma vez que, auxilia nas reações de oxidorredução, e funciona como transportadora de hidrogênio no sistema mitocondrial (WOLINSKY & HICKSON JR., 2002).

Desde que a riboflavina toma parte em grande número de reações químicas dentro do organismo, ela é indispensável à manutenção de tecidos normais. A deficiência de riboflavina causa dano a uma grande variedade de tecidos.

Entre outras múltiplas funções, a riboflavina é essencial para a formação das células vermelhas do sangue, e na regulação das enzimas tireoidianas. A riboflavina pode gerar algumas coenzimas, que participam dos processos de oxirredução nas células, principalmente como transportadoras de hidrogênio no sistema mitocondrial. Ela é constituinte ativo das diversas enzimas que atuam na respiração celular. Possui papel de catalisadora em diversas reações metabólicas. A mais importante dessas reações é a desaminação oxidativa de aminoácidos.

Graças a sua fotossensibilidade, a riboflavina desempenha importante papel nos fenômenos da visão. Os sintomas de sua deficiência incluem fotofobia, lacrimação, perda da acuidade visual, entre outros.

A riboflavina apresenta importante papel também em diversos processos metabólicos, achando-se envolvida na transformação de lipídios, proteínas e carboidratos.

Em virtude de sua participação no metabolismo dos carboidratos, é de presumir-se que as necessidades de riboflavina esteja aumentada, sempre que estiver aumentada a necessidade de carboidratos (FRANCO, 1999)

Wolinsky & Hickson Jr. (2002), relatam dados que sugerem um aumento nas necessidades de riboflavina e/ou alteração no metabolismo de riboflavina com níveis aumentados de trabalho físico e aumento no consumo de carboidratos.

#### **3.3.4 Vitamina B<sub>3</sub> (Niacina ou Niacinamida ou Nicotinamida)**

Memoráveis investigações citadas por Ferreira (1985), de Goldberger, Elvehjem, Spies, mostraram que as perturbações descritas na pelagra humana e em sintomas semelhantes dos animais eram produzidos pela falta de uma fração do complexo ou conjunto de fatores ligados a riboflavina. Deste conjunto de fatores foi mais tarde isolado um componente, a que se chamou vitamina PP, por se reconhecer que atuava especificamente na prevenção e cura da pelagra humana.

Os investigadores da escola americana demonstraram depois que esta vitamina, fator preventivo da pelagra (daqui a designação de vitamina PP), era quimicamente o grupamento amida do ácido nicotínico. Torna-se importante ressaltar que todas as investigações realizadas posteriormente comprovaram a exatidão dos dados apresentados pelos americanos.

A vitamina PP parece, tem sido conhecida também pelas designações de ácido nicotínico ou niacina, amida do ácido nicotínico (nicotinamida, nicotamida, niacinamida) ou niamida (FERREIRA, 1985).

A nomenclatura científica atual emprega as seguintes designações:

Vitamina PP ou vitamina preventiva da pelagra (GOLDBERGER, 1925);

Amida do ácido nicotínico, Nicotinamida, Niacinamida, Vitamina B<sub>3</sub> (SPIES, 1937)

A niacina é composta de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, com fórmula química C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ON<sub>2</sub> e peso molecular aproximadamente de 122. É solúvel em água e outros solventes orgânicos.

Sua absorção ocorre pela mucosa intestinal, e é levada para todos os órgãos e tecidos. Embora exista em todas as células, não se acumula sob a forma de reserva. A concentração mais ou menos elevada nos diferentes órgãos de compostos nicotínicos está relacionada com o funcionamento destes e mostra que as principais funções da amida nicotínica se realizam ao nível do fígado, rim e músculos.

A quantidade que circula normalmente no sangue é de 0.9 miligramas, por 100 ml, e, segundo alguns investigadores, mantém-se praticamente inalterável, mesmo no decurso da carência.

A niacina, ao lado dos outros produtos de sua degradação metabólica, é excretado pela urina, e a eliminação diária em indivíduos normais com níveis de atividade leve, ultrapassa a quantidade de 7 miligramas/dia.

A niacina, como a tiamina e a riboflavina, também funciona como uma coenzima no metabolismo energético.

A nicotinamida caracteriza-se por exercer importantes funções na regulação do metabolismo dos glicídios, proteínas e ácidos graxos, carreando íons hidrogênio essenciais à liberação de energia, no metabolismo energético como um todo (MITCHELL, 2000).

As enzimas que contém niacina transferem hidrogênio de material oxidável, atuando na redução de triglicerídeos e colesterol plasmáticos, como também, na respiração tecidual. Possui como papel principal, efetivos resultados na manutenção dos níveis adequados de glicose no organismo, inclusive em diabéticos (HERNANDES JR, 2000).

Para Mahan & Arlin (1998), "...as coenzimas onde a nicotinamida é um componente, estão presentes em todas as células. São essenciais nas reações de oxidação-redução envolvidas na liberação de energia por carboidratos, lipídios e proteínas, onde eles servem como aceptores de hidrogênio capazes de receber e liberar átomos de hidrogênio. Possui também, importante papel na síntese de glicogênio".

Wolinsky & Hickson Jr. (2002), relatam estudos conduzidos por Frankau, onde revelam achados na relação entre a niacina e o desempenho durante o trabalho. Frankau conduziu uma série de experimentos utilizando cadetes tripulantes de aviões como objeto de estudo. O protocolo do exercício envolvia basicamente esquemas de coordenação motora. Os indivíduos recebiam um placebo ou 50 mg de nicotinamida, diariamente por 3 a 6 dias, ou uma única dose de 200 mg, 1,5 a 3 horas antes do exercício. Todos os indivíduos triados executaram o teste

significativamente mais rápido após receberem o suplemento à base de B<sub>3</sub> quando comparados com o grupo controle.

### 3.3.5 Vitamina B<sub>5</sub> (Ácido pantotênico)

A identificação do ácido pantotênico teve origem na descoberta do fator "*bios*" em 1901, por Wildiers, substância hipotética indispensável para a reprodução da levedura. O "*bios*" é constituído por vários fatores, entre os quais o bios I ou mesoinositol e o bios II, que por sua vez engloba diferentes substâncias, entre os quais o ácido pantotênico e a biotina. Foi conhecido pelas designações de vitamina antidermatose, fator antidermatite, fator filtrável, vitamina Bx.

A nomenclatura científica emprega a seguinte designação:

Ácido pantotênico ou Vitamina B<sub>5</sub> (WILLIANS, 1933).

É uma substância de natureza solúvel na água, muito hidrófilo. Na forma pura, trata-se de uma substância amarela viscosa. Possui fortes propriedades ácidas e possui fórmula química C<sub>9</sub> H<sub>17</sub> O<sub>5</sub> N, com peso molecular de 219.

É absorvido no intestino, caindo na circulação sanguínea, e posteriormente distribuído para os diversos órgãos, onde passa a executar suas funções específicas (HARPER, 1990).

O pantenol, forma alcoólica ativa do ácido pantotênico do grupo da coenzima A, é uma substância que apresenta papel dos mais importantes na regulação dos

processos de suprimento de energia. Ele acha-se fixado em cada célula viva e, por conseguinte, promovendo o desenvolvimento, função e reprodução dos tecidos endoteliais e epiteliais.

Apresenta importante papel no metabolismo pela liberação de energia dos glicídios, lipídios e proteínas e também na síntese de aminoácidos, ácidos graxos, esteróis e hormônios esteróides, assim como elemento essencial para a formação da porfirina, porção pigmentar da molécula da hemoglobina.

Como parte da Acetil coenzima A, ocupa lugar chave no metabolismo energético e possui uma base teórica para estar relacionado com o débito do trabalho e a utilização de energia.

Já está comprovado, que a suplementação de ácido pantotênico é capaz de tornar o organismo capaz de resistir a situações de estresse de maneira superior, do que quando não há suplementação (FRANCO,1999).

Para Wolinsky & Hickson Jr.(2002), estudos a respeito do ácido pantotênico e trabalho físico são poucos. Entretanto, os dados obtidos a partir da maioria dos estudos relatam efeitos positivos acerca da suplementação com ácido pantotênico sobre o desempenho geral no trabalho. Estes autores, ainda relatam, que os poucos estudos envolvendo ácido pantotênico e trabalho físico foram executados com seres humanos, e que os resultados mostram a influência desta vitamina essencialmente no decréscimo de fadiga, principalmente quando aliada a tiamina.

Nos seres humanos, a deficiência de ácido pantotênico, manifesta-se por degeneração muscular, deficiência adrenocortical e hemorragia, dermatite e lesões gastrintestinais com ulcerações, parestesias, hiperestésias e distúrbios circulatórios nas pernas (HERNANDES JR., 2000).

Para Mahan & Arlin (1998), o ácido pantotênico tem participação essencial no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas. Pelo fato de o ácido pantotênico ser convertido numa forma coenzimática ativa, a coenzima A(CoA), ele está envolvido em reações de liberação energética dos carboidratos e no metabolismo dos ácidos graxos. Tendo a função de transferência de grupos acetato no ciclo de Krebs, a CoA é um aceptor do grupo acetato das vitaminas, sulfonamidas e aminoácidos, sendo também envolvida na síntese de compostos como os hormônios esteróides, colesterol e os fosfolipídeos.

]

### **3.3.6 Vitamina B<sub>6</sub> (Piridoxina)**

Um estudo experimental da carência do complexo B, levou à identificação de uma dermatite característica que foi atribuída à falta de um fator solúvel na água e resistente ao calor, diferente das vitaminas conhecidas até então. Foi chamado, por diferentes investigadores, fator diluído de levedura, fator I, fator Y, vitamina H, vitamina antidermatite, vitamina antiacrodínia, adermina, vitamina B<sub>6</sub> e piridoxina (FERREIRA, 1985).

A nomenclatura científica atual emprega as seguintes designações:

Vitamina B<sub>6</sub> (GYORGY, 1934)

Adermina (KUHN, 1938)

Piridoxina (GYORGY, 1939).

A piridoxina é um composto cristalino, incolor, com sabor fortemente amargo. É muito solúvel em água. Sua fórmula química  $C_8 H_{11} O_3 N$ , e seu peso molecular 169 (HARPER, 1990).

O termo adermina é de origem européia. As designações de vitamina B<sub>6</sub> e de piridoxina são americana, e atualmente as mais usadas.

A piridoxina age no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas de forma ativa como coenzima. Acredita-se que esteja envolvida com mais de sessenta reações enzimáticas no organismo humano. Funciona primariamente, na transaminação, no metabolismo de proteínas, ou seja, a vitamina B<sub>6</sub> é responsável pelo processo no qual o grupo amino (NH<sub>2</sub>) a partir de um aminoácido é transferido a outro para produzir um aminoácido diferente necessário para a síntese de proteína. Além disso, a piridoxina é necessária para a formação do ácido alfa-aminolevulínico, um precursor da fração heme na hemoglobina.

Mudanças químicas no sistema nervoso central, como a formação de serotonina a partir do triptofano e o ácido gama-aminobutírico a partir de ácido glutâmico requerem descarboxilases dependentes de piridoxina.

Como coenzima para a fosforilase, a piridoxina facilita a liberação de glicogênio do fígado e do músculo. Sendo assim é capaz de interferir positivamente para a conformação enzimática adequada, e portanto, atuar na atividade muscular. Regula a síntese de neurotransmissores. A vitamina B<sub>6</sub> está também envolvida em processos imunorregulatórios. Recentemente descobriu-se que a tiamina exerce papel fundamental na formação de tecido conectivo, especialmente em relação à formação de colágeno e elastina.(FRANCO, 1999).

Mitchell (2000), discutindo vários aspectos diferentes da deficiência da piridoxina em humanos, demonstra que em casos extremos de deficiência ocorre anemia, anormalidades no sistema nervoso central.

Existem relatos sobre piridoxina, relacionando alterações no nível plasmático e excreção de metabólitos com o trabalho físico e nível de glicogênio muscular. Isto pode representar um aumento nas necessidades individuais (WAY III, 2000).

Dutra de Oliveira & Marchini (1998), relatam que a deficiência de piridoxina pode levar a dermatite, esteatose hepática, anemia e decréscimo da resposta imune.

### **3.3.7 Vitamina B<sub>12</sub> (Cianocobalamina)**

A existência da vitamina B<sub>12</sub> tornou-se aparente quando por volta de 1948 foi descoberto que um novo fator, até então desconhecido, era indispensável para o crescimento do *lactobacillus lactis dornier* (factor LLD). Como fator de crescimento microbiano, esta atividade mostrou-se extremamente elevada, e o mesmo se verificou como fator de tratamento da anemia, fazendo elevar os reticulócitos, os glóbulos vermelhos e brancos, as plaquetas e a hemoglobina durante muitos dias (FERREIRA, 1985).

A nomenclatura científica utiliza as seguintes designações:

Vitamina B<sub>12</sub>;

Cianocobalamina;

Cobalamina.

A cobalamina é constituída por uma molécula muito complexa, com fórmula química de  $C_{62} H_{88} O_{14} N_{13} Pco$ .

É absorvida ao nível do intestino delgado, depois de se combinar a uma glicoproteína específica, chamada *fator intrínseco* que é produzido pelas células gástricas parietais.

Ao nível da mucosa do íleo, este complexo penetra nas células, separando-se em seguida, com a liberação do fator intrínseco e a passagem da vitamina  $B_{12}$  para o plasma, chegando até o fígado. Penetra nas células dos tecidos, e particularmente nas do fígado (HARPER, 1990).

A cianocobalamina exerce várias funções importantes no organismo, atuando como coenzima em reações químicas celulares. Acha-se envolvida como substância intermediária na formação dos glóbulos sangüíneos, bainha das células nervosas, maturação das células epiteliais, principalmente do trato intestinal (FRANCO, 1999).

É essencial para a função de todas as células, mas particularmente aquelas com renovação rápida, como as encontradas no trato gastrointestinal e medula óssea, como também no tecido nervoso.

Para Dutra de Oliveira & Marchini (1998), a vitamina  $B_{12}$  é essencial para o correto funcionamento de todas as células do organismo, especialmente aquelas do trato gastrointestinal, tecido nervoso e medula óssea. Junto com o ácido fólico, colina e metionina, participa da transferência de grupos metila na síntese de ácidos nucleicos. Atua na maturação das células sangüíneas vermelhas. No sistema nervoso atua na formação e proteção da bainha de mielina. De modo geral, a vitamina  $B_{12}$  está envolvida no metabolismo de lipídios, carboidratos e proteínas, como também, associada à absorção e ao metabolismo do ácido fólico.

A sua deficiência pode causar anemia, caracterizada pelo aparecimento de células vermelhas maiores e imaturas, mas em número menor que o normal. A falta de cianocobalamina, também pode resultar em problemas neurológicos, problemas de pele, diarreia e perda de apetite.

### **3.3.8 Vitamina H (Biotina)**

Segundo Ferreira (1985), seu conhecimento é devido principalmente aos trabalhos de Gyorgy e Willians. A descoberta da biotina está relacionada com a observação de Bateman de que a alta concentração de clara de ovo nas dietas experimentais é tóxica e origina um quadro sintomático característico que pode ser evitado por um fator protetor, indispensável para o crescimento da levedura. Foi chamado fator X, vitamina H, coenzima ou vitamina R, Bios lib, biotina, vitamina Bw, fator S ou da pele.

Atualmente é conhecida cientificamente pelas seguintes designações:

Vitamina H (GYORGY, 1931);

Biotina (KOGL, 1935).

A biotina é um composto imidazóico com nitrogênio e enxofre. Possui fórmula química  $C_{10}H_{16}O_3N_2S$  e peso molecular 244. É solúvel na água e muito estável ao calor.

A biotina exerce uma função essencial como coenzima na transferência do CO<sub>2</sub>. Exerce um papel importante em processos de degradação, assim como em processos biossintéticos.

É uma vitamina que apresenta efeito direto na formação da pele, sendo também conhecida como "fator pele", participando ainda na degradação dos glicídios e, indiretamente, na síntese de várias proteínas.

Sua deficiência pode ocasionar dermatite esfoliativa, dores musculares e lassidão (FRANCO, 1999).

Para Dutra de Oliveira & Marchini (1998), "...vários sistemas enzimáticos são dependentes da biotina, que age como coenzima no processo de fixação e transferência do dióxido de carbono e na síntese e oxidação de ácidos graxos. As principais enzimas dependentes da biotina são as carboxilases. Acredita-se que a biotina pode ser essencial para o crescimento celular, homeostase da glicose e para a síntese do DNA. Também está intimamente relacionada ao metabolismo da vitamina B<sub>12</sub> e do ácido pantotênico".

Para Ferreira (1985), a função principal da biotina parece ser, como componente específico de várias subunidades enzimáticas, a ação de catalisador das reações de carboxilação no organismo humano.

### **3.3.9 Considerações sobre as vitaminas do complexo B**

Antes de 1950, todas as vitaminas do complexo B ainda não se encontravam bem caracterizadas, e conseqüentemente, as misturas não continham o que se

considera hoje como um complexo B completo. Esse fato, aliado às doses conhecidas como insuficientes para afetar os níveis corpóreos, renderam resultados na maioria dos estudos iniciais acerca dos efeitos das vitaminas do complexo B.

Wolinsky & Hickson Jr (2002), citam estudos realizados por vários autores acerca do assunto, dentre eles os mais importantes serão descritos a seguir, como forma de melhor esclarecer a importância das vitaminas do complexo B para a realização do trabalho físico.

"Read e McGuffin (1983) não encontraram nenhuma alteração na resistência de marcha sobre esteira após seis semanas de suplementação com uma dose relativamente baixa de suplemento de vitaminas do complexo B. No entanto, observaram-se em alguns experimentos uma correlação positiva entre o consumo de tiamina e os tempos de corrida em marcha sobre esteira até a exaustão" .

"Van Der Beek et al.(1988), mediram o desempenho funcional de 23 indivíduos alimentados com uma dieta deficiente em tiamina, riboflavina, piridoxina e ascorbato por 8 semanas. Todos os indivíduos receberam um suplemento que continha duas vezes a recomendação oficial para as outras vitaminas (A, D, E, B<sub>12</sub>, folato, biotina, niacinamida e pantotenato) e minerais adequados. Onze indivíduos também receberam um fornecimento de suplemento de duas vezes a recomendação oficial para a tiamina, a riboflavina, a piridoxina e o ascorbato. Os indivíduos completamente suplementados não exibiram nenhuma alteração no VO<sub>2</sub> máx., na carga de trabalho máxima e nos níveis sanguíneos de lactato, enquanto que o grupo deficiente exibiu reações em cada um dos parâmetros. Comparado com o grupo deficiente, o grupo suplementado não apresentou nenhuma diferença no desempenho de exercício submáximo, embora o desempenho mental (tempo de reação) tenha se deteriorado no grupo deficiente. Os marcadores bioquímicos do

estado vitamínico do grupo deficiente demonstraram um estado de deficiência vitamínica, enquanto que o grupo suplementado não demonstrou nenhuma alteração do estado normal". Esse estudo é importante por ilustrar que as doses de vitamina B em duas vezes o nível das recomendações oficiais não afetam o estado vitamínico, e pode-se ao mesmo tempo observar um efeito responsivo a doses de vitaminas do complexo B e efeitos ergogênicos.

"Boncke e Nickel (1989), administraram altas doses de tiamina, piridoxina e vitamina B<sub>12</sub> (em níveis de duas doses) por 8 semanas em atiradores treinados em um estudo duplo cego. Atribuiu-se um melhor controle da musculatura fina, menos tremores musculares e uma pontaria significativamente melhorada a ambos os grupos suplementados (com o grupo de dose mais alta demonstrando resultados mais significativos).

Em um outro estudo, administrou doses relativamente mais altas de vitaminas do complexo B a corredores de colegial em um ambiente quente. Comparado com um grupo de placebo, os indivíduos suplementados relataram uma redução na fadiga após correrem em corridas curtas sucessivas de 45,72m".

Acaba sendo evidente que são necessárias doses maiores de vitaminas do complexo B. Conseqüentemente, as doses suficientemente aumentadas de algumas vitaminas do complexo B podem oferecer propriedades ergogênicas para uma larga faixa de indivíduos em trabalho físico, e talvez, resultar em uma pequena, porém significativa, melhora no desempenho.

A literatura em geral traz os parâmetros potenciais para a suplementação do complexo B. A tiamina e o pantotenato se associam com grandes margens de segurança e a maioria dos mecanismos metabólicos pertinentes. A piridoxina e a niacina têm um potencial real para intoxicação quando administrada em doses

aumentadas, e também, ao mesmo tempo possui poucos efeitos ergogênicos documentados.

A riboflavina, a vitamina B<sub>12</sub> e o folato parecem ter um pequeno efeito ergogênico, mas são seguros em doses orais muito grandes, e encontram-se incluídas para evitar possíveis desequilíbrios no metabolismo entre as outras vitaminas do complexo B.

### **3.3.10 Vitaminas e minerais: Doses recomendadas por diferentes autores nos anos de 1993 a 1998.**

O consumo de vitaminas e minerais necessárias ao funcionamento orgânico é determinado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e nos Estados Unidos, pelo RDI (Doses Diárias de Referência), onde estão contidos os valores destas substâncias necessárias à manutenção da saúde.

Há alguns anos, vários pesquisadores têm alertado para a necessidade de uma nova reestruturação dos valores, pois as inerências da vida moderna, como também as alterações climáticas, têm modificado as necessidades destes nutrientes.

Durante o trabalho físico, não é difícil deduzir, que há uma necessidade aumentada destes compostos devido à maior quantidade de reações químicas decorrentes de estímulos, por vezes extremos.

Ainda não há um consenso dentre os diferentes especialistas, nem tampouco possuem a oficialidade das doses recomendadas para indivíduos que executam trabalho físico durante uma jornada de trabalho. Talvez, em um futuro próximo,

tenhamos um RDI com doses recomendadas para os diversos segmentos de trabalho.

A Tabela 1 reproduz o RDI para adultos e as quantidades indicadas por diferentes autores (DRECHSLER, 1998; GASTELU & HATFIELD, 1997; COLGAN, 1993), durante realização de trabalho físico.

Tabela 1: Quantidades Indicadas de Nutrientes durante Realização de Trabalho Físico

Nutriente	RDI	Colgan	Gastelu & Hatfield	Drechsler
Vitamina A	5.000 UI	3.333 - 16.665 UI	5.000 - 25.000 UI	3.333 - 75.000 UI
Vitamina D	400 UI	400 UI	400 - 1.000 UI	400 - 600 UI
Vitamina E	30 UI	400 - 2.000 UI	200 - 1.000 UI	200 - 1.600 UI
Vitamina K	80 mcg	80 - 100 mcg	80 - 180 mcg	70 mcg
Vitamina B <sub>1</sub>	1,5 mg	50 - 200 mg	30 - 300 mg	40 - 600 mg
Vitamina B <sub>2</sub>	1,7 mg	25 - 200 mg	30 - 300 mg	30 - 250 mg
Vitamina B <sub>3</sub>	20 mg	30 - 100 mg	20 - 100 mg	100 - 1.000 mg
Vitamina B <sub>5</sub>	10 mg	20 - 200 mg	25 - 200 mg	25 - 1.000 mg
Vitamina B <sub>6</sub>	2 mg	10 - 50 mg	20 - 100 mg	40 - 300 mg
Vitamina C	60 mg	2.000 - 12.000 mg	800 - 3.000 mg	2.000 - 16.000 mg
Ácido Fólico	400 mcg	800 - 4.800 mcg	400 - 1.200 mcg	400 - 1.200 mcg
Vitamina B <sub>12</sub>	6 mcg	6 - 100 mcg	12 - 200 mcg	25 - 300 mcg
Biotina	300 mcg	300 - 5.000 mcg	125 - 300 mcg	50 - 100 mcg
PABA	Sem recomendação	Sem recomendação	Sem recomendação	25 - 500 mg
Colina	Sem recomendação	50 - 500 mg	600 - 1.200 mg	25 - 1.000 mg
Inositol	Sem recomendação	50 - 500 mg	800 - 1.200 mg	25 - 1.000 mg
Cálcio	1.000 mg	400 - 1.600 mg	1.200 - 2.600 mg	1.000 - 5.000 mg
Magnésio	400 mg	400 - 1.200 mg	400 - 800 mg	500 - 2.000 mg
Sódio	2.400 mg	Sem recomendação	1.500 - 4.500 mg	Sem recomendação
Potássio	3.500 mg	100 - 500 mg	2.500 - 4.000 mg	Sem recomendação
Fósforo	1.000 mg	Sem recomendação	800 - 1.600 mg	200 - 2.000 mg
Ferro	18 mg	10 - 25 mg	25 - 60 mg	15 - 60 mg
Iodo	150 mcg	50 - 200 mcg	200 - 400 mcg	150 - 1.000 mcg
Zinco	15 mg	15 - 50 mg	15 - 60 mg	22,5 - 150 mg
Boro	Sem recomendação	3 - 6 mg	6 - 12 mg	Sem recomendação
Cloro	3.400 mg	Sem recomendação	1.500 - 4.500 mg	Sem recomendação
Selênio	70 mcg	200 - 400 mcg	100 - 300 mcg	200 - 1.000 mcg
Cobre	2 mg	0,5 - 3,0 mg	3 - 6 mg	0 - 5 mg
Manganês	2 mg	2 - 5 mg	15 - 45 mg	15 - 100 mg
Cromo	120 mcg	200 - 800 mcg	200 - 600 mcg	300 - 1.000 mcg
Molibdênio	75 mcg	40 - 150 mcg	100 - 300 mcg	50 - 500 mcg

### 3.4 Glicose

O nutriente mais importante para o metabolismo energético durante os exercícios de intensidade moderada a intensa é o carboidrato. Existem vários tipos diferentes de moléculas de carboidratos, porém a glicose é o carboidrato preferido pelo músculo esquelético, fígado e tecido adiposo.

As cadeias de glicose ramificam-se e o resultado dessa ramificação é uma grande estrutura finalizada por muitas cadeias de polímeros de glicose (glicogênio) expostas ao meio celular.

Existem vários tipos de carboidratos que podem ser ingeridos na forma líquida ou sólida. Pesquisas realizadas com a ingestão de carboidratos líquidos durante o trabalho físico revelam a preferência da glicose como o principal carboidrato. Bebidas com conteúdo elevado de frutose podem irritar o estômago e o intestino delgado e, portanto, diminuir o esvaziamento gástrico. Além disso a captação de frutose pelo músculo é baixa.

A quantidade de carboidrato que deve ser ingerida para produzir um efeito ergogênico é de aproximadamente 45 a 60 gramas. Supostamente, uma quantidade suficiente de carboidratos é necessária para aumentar a concentração de glicose sanguínea e aumentar a captação de glicose pelo músculo.

A concentração ótima de glicose de um líquido a ser ingerido é específica para o indivíduo e para a condição ambiental que predomina durante seu trabalho físico.

Quando são consideradas as diferentes pesquisas já realizadas sobre o assunto, é geralmente aceito que concentrações acima de 80g/L nas bebidas,

podem causar desconforto gástrico, sendo obviamente prejudiciais ao desempenho físico. Concentrações de glicose de aproximadamente 60 g/L ou menores são mais apropriadas para o fornecimento líquido.

A existência de glicose pode auxiliar no desempenho, através de uma maior economia de glicogênio muscular e hepático. O esgotamento das reservas corporais de glicogênio e a desidratação e hipertermia são os principais fatores limitantes na manutenção de velocidade elevada de trabalho muscular (MARINS, 1996).

A observação de que a resistência durante o trabalho físico está relacionada com a ingestão anterior de carboidratos estimulou pesquisas sobre a contribuição do carboidrato para reservas de glicogênio muscular e seu efeito subsequente sobre a resistência. Quando o trabalho físico é realizado em um ambiente quente e úmido, o corpo pode desidratar com uma velocidade máxima de 2 a 3 L/h pela sudorese, e a maioria desse líquido vem das células e dos espaços intersticiais do corpo, resultando em desidratação e inapetência. Obviamente, na ausência da reposição de líquido, a perda de água nesses ritmos não pode ser prolongada por muito tempo, pois o ritmo da sudorese diminui, o que acentua os riscos de doenças por calor.

O ritmo ótimo de ingestão de glicose, durante o trabalho físico moderado à intenso é de aproximadamente 0,7 g/kg de peso corporal, e justifica-se por estar associado ao ritmo de síntese de glicogênio, que é de aproximadamente 7 a 9 mmol/kg/h. Caso haja demora na ingestão de carboidratos, a velocidade de síntese de glicogênio será consideravelmente reduzida.

Resultados de estudos recentes citados por Wolinsky & Hickson Jr. (2002), demonstram que a ingestão de glicose além de proporcionar hidratação, quando aliada com eletrólitos e vitaminas, possui o poder também de aumentar a resistência

física e reduzir a fadiga. Citam ainda, os estudos realizados por Coyle et al., onde observou que indivíduos recebendo solução de glicose, tinham um adiamento no tempo de exaustão durante a realização de trabalho físico. Colocam ainda, que Murray et al. Demonstrou que uma ingestão de 25 gramas de glicose/hora é suficiente para desencadear um efeito ergogênico.

Dados recentes, citados por Wolinsky & Hickson Jr (2002), indicam ainda, que o consumo de glicose ingeridos durante o trabalho físico e 35 minutos antes do ponto de fadiga pode atrasar efetivamente o início da fadiga. Sugere que a ingestão de carboidratos previne o decréscimo que ocorre nos níveis de glicose sangüínea, durante os estágios de jornadas de trabalho extenuante, que sem dúvida, é um fator importante no desenvolvimento de fadiga muscular, e conseqüentemente, de acidentes de trabalho.

### **3.5 Considerações sobre a formulação**

A melhor estratégia para tratar a desidratação é a prevenção. Entretanto, é muito difícil para a maioria dos indivíduos repor a mesma quantidade de líquido que foi perdida do interior do corpo durante um trabalho prolongado ou exaustivo.

Por essa razão, a presente tese foi conduzida de maneira a determinar uma solução, após longo exame da literatura existente, que pudesse otimizar a recuperação da hidratação durante uma jornada de trabalho.

Para Roberts e Robergs (2002), a ingestão de água pura, provoca menor retenção de líquido pelo corpo desidratado quando comparada às bebidas

carboidrato-eletrolíticas e/ou bebidas contendo concentrações relativamente elevadas de eletrólitos. A razão dessa diferença, se concentra na relação de que a ingestão de bebidas com carboidratos e eletrólitos, mantém a osmolalidade do sangue maior do que a da água. Essa maior osmolalidade, sustenta mais o estímulo do hormônio antidiurético para a conservação de água pelos rins e, portanto, menos líquido é perdido pela urina.

Com base nesta evidência, procurou-se utilizar na formulação apresentada nesta tese, uma concentração de vitaminas atendendo as recomendações do RDI (Doses Diárias de Referência), procurando manter uma relação entre 30 a 50% das recomendações diárias, para que com o consumo médio de 1 litro de solução ao dia não ultrapassasse as recomendações consideradas máximas pelos órgãos mundialmente responsáveis pela determinação das quantidades máximas de consumo permitidas para o ser humano adulto.

O raciocínio seguiu de forma a ser considerado uma jornada de trabalho de oito horas diárias, sendo fracionada em dois ou três intervalos de três a quatro horas, possibilitando assim, uma ingestão média/dia dentro das recomendações atuais esperadas e permitidas à nível mundial.

Quanto à glicose, procurou-se criar uma suplementação, de forma a favorecer a absorção de água pelo intestino. A concentração ótima de glicose de um líquido a ser ingerida é específica para cada indivíduo e para a condição ambiental a que está inserido. A literatura em geral, traz que concentrações inferiores a 80 g/litro são mais adequadas para facilitar o esvaziamento gástrico da solução e, favorecer a hidratação e reidratação.

Prescreveu-se na presente formulação desenvolvida, uma concentração de glicose semelhante a dos soros hidratantes orais, para que dessa maneira, a

concentração se aproximasse de um valor mais fisiológico possível e, ao mesmo tempo, permitisse uma homeostase.

Com relação a concentração de sódio utilizada, procurou-se atingir o objetivo de facilitar a absorção de água pelo intestino, como também manter uma concentração sérica de sódio dentro dos parâmetros considerados normais para o ser humano. O uso do sódio na concentração prevista pela formulação abaixo proposta, após investigação na literatura médica, parece contribuir profundamente na manutenção dos estoques corporais de sódio dentro da normalidade.

Ao ser tomada a conduta, de utilizar a concentração de sódio prevista em soros hidratantes orais, já comercializados pela indústria farmacêutica por longos anos, como também, orientado artesanalmente por profissionais de saúde, na rede pública de assistência à saúde, garantiu-se a adequação da dosagem na reposição harmônica de sódio.

Com relação ao potássio, procurou-se utilizar uma concentração semelhante a do plasma humano. É sabido, que este elemento possui função diurética, levando a concluir, que em doses contraditórias a concentração do plasma humano, poderá conduzir certamente o organismo a uma desidratação.

Segundo Marins (1996), Quando da presença do Prof. Astrand no Brasil, em 1992, este relatou que deve haver uma análise especial para a escolha correta da melhor solução hidratante (água ou repositores hidroeletrólíticos). Se a condição climática ambiental for de "stress" térmico e umidade elevada, existirá um déficit hídrico significativo, necessitando assim, uma reposição hídrica o mais rápido possível para evitar o surgimento de sinais de desidratação mais precocemente. Desta forma, a presença de eletrólitos, vitaminas e glicose são interessantes, por possibilitarem uma maior hidratação e melhora da performance.

Existem critérios gerais que devem ser observados durante a reposição líquida:

O primeiro ponto, se refere a quantidade de líquido a ser oferecida e o intervalo de tempo. Sobre esta relação Marins(1996), recomenda uma ingestão em torno de 250 ml a 300 ml como ideal, não indicando quantidades superiores pelo fato de produzirem uma sensação de plenitude gástrica, uma vez que, o volume máximo tolerado por um indivíduo adulto são de 300 ml a cada três horas.

O segundo, corresponde à temperatura da substância líquida. Fox et al (1991), propõem uma temperatura entre 8 a 13 °C, McArdle et al (1985), citam que a melhor temperatura deveria estar próxima de 5°C. Já Astrand & Rodahl (1987), propõem algo em torno de 15°C.

Após a presente exposição e considerações, deduziu-se a fórmula abaixo descrita, sendo sua prescrição de nutrientes justificada pela literatura descrita neste capítulo, permitindo considerá-la, como um agente capaz de atuar na hidratação e reidratação.

*Componentes da Formulação Hidratante:*

*Água: 300 ml*

*Glicose: 6g (20 mg/ml)*

*Sódio: 1g (3.33 mg/ml)*

*Potássio: 15 mg (0,05 mg/ml)*

*Vitamina C: 30 mg*

*Vitamina B<sub>1</sub>: 1 mg*

*Riboflavina: 1 mg*

*Vitamina B<sub>3</sub>: 10 mg*

*Vitamina B<sub>5</sub>: 5 mg*

*Vitamina B<sub>6</sub>: 1 mg*

*Vitamina B<sub>12</sub>: 3 mcg*

*Vitamina H: 50 mcg*

## 4 A DINÂMICA CLIMÁTICA NO ESTADO DE SANTA CATARINA

### 4.1 Introdução

De maneira geral, o Estado de Santa Catarina, caracteriza-se segundo Nimer (1990), por ser um dos estados brasileiros, com a mais uniforme, homogênea unidade climática, essencialmente na definição de suas estações climáticas. Sua uniformidade é expressa pelo predomínio do clima mesodérmico superúmido, sem estação seca, e possui um ritmo climático característico de regiões temperadas. É classificado como um clima subtropical típico das fachadas orientais do continente.

Ocorre que o sul do Brasil, conforme demonstram várias publicações de Monteiro (1963, 1967 e 1973), é uma região de passagem da frente polar em frontogênese, o que torna esta região constantemente sujeita a bruscas mudanças de tempo pelas sucessivas invasões desses fenômenos frontogenéticos em qualquer estação do ano. Os sistemas circulatórios estão sujeitos as grandes flutuações anuais no que diz respeito aos índices de participação na circulação atmosférica regional; conseqüentemente a região é submetida a notáveis desvios pluviométricos anuais, tanto no verão quanto no inverno, mas que não chegam a influir com a mesma intensidade na variabilidade térmica.

Como se sabe, o clima na região sul é bastante influenciado pelas frentes frias originadas em regiões antárticas (Anexo A). Quando penetram pelo sul, elas induzem a formação de linhas de instabilidade e outros fenômenos, que acentuam a

formação de precipitações convectivas e exercem efeitos à distância, inclusive sobre vastas extensões de clima tropical.

Essas mudanças nos elementos do tempo se manifestam com muito mais rapidez através das frentes do que no interior das massas de ar. As frentes se movem à razão de aproximadamente 50 – 80 quilômetros por hora, sendo a frente fria mais rápida que a frente quente. Esse aspecto é, em particular, muito relevante em relação à atuação das frentes nas áreas de sua atuação, pois é conhecida a mudança das condições oceanográficas (ondas) diante do fortalecimento dos ventos, que reagem aumentando sua magnitude, tanto em volume quanto em força (LEAL, 1999).

O estado de Santa Catarina, pela sua posição e características geomorfológicas está sob influência das principais correntes circulatórias da América do sul: massas de ar tropicais Atlântica e Continental, Polar Atlântica, Frente Polar Atlântica e Equatorial Continental (HERRMANN, 2001).

A massa de ar Tropical Atlântica atua constantemente durante todo o ano. No verão a massa torna-se instável pelo aquecimento basal que sofre em contato com o continente, e no inverno o resfriamento basal aumenta a estabilidade superior propiciando tempo bom. As condições de tempo sob o domínio dessa massa, conforme Monteiro & Furtado (1995), são de dias agradáveis, pouca nebulosidade, ventos fracos, umidade relativa máxima pela manhã em torno de 95%, com mínimas a 70% à tarde, com pequenas variações térmicas diárias, 30° C as máximas e 22° C as mínimas. O aquecimento pode formar junto às encostas das elevações costeiras nebulosidades cumuliformes, provocando chuvas intensas de curta duração.

A Massa Tropical Continental restringe sua atuação apenas no verão. O ar quente e seco da planície central do continente, na depressão do Chaco, dotado de

subsidência superior pela importação do ar frio da Frente Polar Atlântica adquire movimento divergente originando massa de ar que penetra no Estado de Santa Catarina, sendo, segundo Monteiro & Furtado (1995), a responsável pelas condições de tempo desagradável, em virtude do forte calor, que se mantém, mesmo durante a noite, pela baixa umidade, e pela fraca intensidade dos ventos. Durante as demais estações do ano, a atuação de uma massa quente e seca refere-se à massa Polar Velha, em processo de tropicalização, que é a massa polar modificada no interior do continente. Esta quando no seu trajeto para o norte sofre aquecimento basal, perdendo as propriedades fundamentais adquiridas na fonte (HERRMANN,2001).

A Massa Equatorial Continental atua no verão, quando se desloca da sua fonte, na planície amazônica, atraída pelos sistemas depressionários do interior do continente; tende a avançar de acordo com a posição da Frente Polar Atlântica. Trata-se de uma massa quente e de elevada umidade específica. Para Monteiro & Furtado (1995), na região sul sua atuação é maior sobre Santa Catarina e Paraná, em virtude de ser bloqueada no Rio Grande do Sul por um anticlone de pouca intensidade, chamado de “alta quente”, que deixa o ar estável e com baixo teor de umidade, dificultando, a formação de chuvas. Na zona costeira catarinense, nos meses de verão, essa massa contribui para os elevados índices pluviométricos, formação de nebulosidade, que se deslocando de noroeste para sudeste é acompanhada de intensas rajadas de ventos e fortes trovoadas, de duração passageira (o fenômeno ocorre geralmente das 14 às 17horas) (Anexo B). No início do outono, as massas continentais deslocam-se em direção as latitudes menores, em decorrência do princípio das incursões polares pelo continente, provocando no mês de abril, queda de temperatura; ondas de frio pioneiras, e baixos índices de precipitação.

A Massa Polar Atlântica, com atividade especialmente no inverno, tem sua origem sobre o Atlântico (Anexos C e D). Resulta do ar Polar que para aí se dirige, e que periodicamente, invade o continente sul-americano com ventos invadindo o território brasileiro, mas precisamente a região sul. Na sua origem o ar é seco, frio e estável, e à medida que se desloca absorve calor e umidade da superfície morna do mar, tornando-se mais instável. É com essa estrutura que a massa Polar invade o continente sul americano, seguindo trajetórias distintas, a oeste dos Andes – Polar Pacífica, e a leste – Polar Atlântica, transpondo a cordilheira, vem reforçar a massa Polar Atlântica, tornando-se mais potente no seu avanço do sul para o norte onde, no inverno, chega a interferir nas regiões mais setentrionais, produzindo, após as perturbações da descontinuidade frontal com as massas intertropicais acentuadas baixas de temperatura, responsáveis pelas ondas de frio (NIMER,1990).

O quadro da circulação atmosférica regional se completa quando considerados os mecanismos frontológicos, que refletem o choque entre massas de ar de propriedades e direções diferentes, destacando-se a Frente Polar, que corresponde a faixa de descontinuidade gerada pelo choque entre os sistemas intertropicais e polares, que se bifurcam em dois ramos: Atlântico e Pacífico.

A frente Polar Atlântica, cujo eixo principal se localiza próximo ao do Rio Prata, possui grande mobilidade e variação de intensidade no decorrer do ano, devido as condições de frontogênese relacionada a frente Polar Pacífica, cujo desenvolvimento ciclogênético, que daí decorre, contribui para reforçar, durante o inverno, o acúmulo de ar frio na vertente atlântica, sendo que no verão, o avanço da frente Polar Atlântica raramente se aproxima do trópico (HERRMANN, 2001).

No verão, como toda a região sul está aquecida devido a atuação de massas Tropicais, quando há incursão de ar Polar, estas ocorrem em maiores latitudes.

Neste sentido a diferença de densidade entre massas tropicais e polares vão ocorrer sobre o oceano, formando como consequência, as frentes sobre o oceano. Quando estas encontram-se próximas à costa catarinense são ligadas às áreas de instabilidade sobre o continente, resultando em trovoadas com pancadas de chuvas principalmente à tarde (Anexo E) (MONTEIRO,1998).

Devido às flutuações de Frente Polar, ocorre o desdobramento em eixos complementares distinguindo-se, um ramo secundário, designado como frente Polar Reflexa, que mantém-se ligada ao litoral. Esta frente, traduz a separação entre o ar Polar, já modificado sobre a parte subtropical da vertente atlântica, proveniente de um avanço anterior da “Polar Velha”, e o ar tropical marítimo. Sendo um reflexo do eixo principal, quando este entra em frontogênese, o eixo reflexo entra em frontólise e recua em sua direção, o que corresponde a uma situação própria de inverno, quando a frente Polar Atlântica alcança o seu máximo, chegando a latitudes mais baixas. No verão dá-se o processo contrário, enquanto que nas estações de primavera e outono assumem posições intermediárias (HERRMANN, 2001).

Santa Catarina, por sua localização geográfica é um dos Estados da Federação que apresenta melhor distribuição de precipitação durante o ano. Os principais sistemas meteorológicos responsáveis pelas chuvas no Estado são as frentes frias (Anexo F), os vórtices ciclônicos, os cavados de níveis médios, a convecção tropical, a zona de convergência do Atlântico Sul e a circulação marítima.

## **4.2 Elementos que compõem a dinâmica atmosférica da região sul e de Florianópolis**

O clima da Ilha de Santa Catarina apresenta características correspondentes às daquelas do litoral sul do Brasil, com as estações mostrando, no decorrer do ano, características de clima subtropical. Fica incluído dentro do domínio climático úmido, de invernos amenos com um a três meses mais secos, caracterizando-se como um clima subtropical úmido, com estações climáticas bem definidas.

As temperaturas na Ilha de Santa Catarina estão sob forte influência marinha. O fator maritimidade confere baixa amplitude térmica, tanto anual em torno de 8,8%, como diária, em torno de 4,2%, baseado nos estudos de Freyslebem (1979).

Os elementos considerados como centros de ação são: o Anticlone Semi-Fixo do Atlântico Sul, o Altas Tropicais, o Anticlone Migratório Polar, a Depressão do Chaco, a Depressão do Mar de Weddel.

O Anticlone Semi-Fixo do Atlântico Sul, afeta toda a região sul, ao longo do ano, fonte da Massa Tropical Atlântica, que participa do clima em todo o país, exceto na região centro-oeste e do oeste da Amazônia, devido ao seu movimento antihorário, avança para o interior do país com facilidade. Os anticlones do Pacífico e dos Açores também participam indiretamente do clima na região sul. A Massa Tropical Atlântica tem subsidência superior e inversão de temperatura e, por isso, a umidade absorvida do mar se limita à camada inferior. É fonte dos ventos alísios.

As Altas Tropicais, são originárias da Massa Equatorial Continental ou da Massa Tropical Atlântica, ocorrem entre a primavera e o outono e trazem tempo bom, no entanto, apresentam também discontinuidades que provocam chuvas (Anexo G).

O Anticlone Migratório Polar, migra constantemente atraído pela baixa pressão do Equador, para o continente, bifurcado pela cordilheira dos Andes nos ramos do Pacífico e do Atlântico. Na vertente Atlântica, divide-se também em outros dois ramos: pelo interior, atraído pela zona depressionária do Chaco ou da Amazônia, e pelo litoral, atraído pela baixa pressão subtropical. É portador de ar frio, move-se rapidamente, é pouco espesso e tem curta duração.

A depressão do Chaco, tem influência da primavera ao outono, atingindo sua influência máxima no verão e, sendo assim considerada como um centro de origem térmica. Porém, a sua gênese está relacionada à frontogênese da Frente Polar Antártica. Possui papel importante na atração das massas intertropicais para Florianópolis e a região sul como um todo. Sua formação está ligada ao ar descendente da encosta leste dos Andes, que se aquece adiabaticamente.

A Depressão do Mar de Weddel, localiza-se na região subpolar, e sua importância resume-se na atração dos sistemas intertropicais em direção ao polo, o que origina a frontogênese na Frente Polar Antártica (DITTBERNER, 2001).

Por um outro ângulo, encontra-se também influenciando a Dinâmica atmosférica de Florianópolis e toda a região sul do Brasil, as massa de ar, cujas propriedades físicas (temperatura, umidade e densidade) são relativamente uniformes no plano horizontal. A homogeneidade não exclui, no entanto, variação no tempo e no espaço, pois tratam-se de mudanças não progressivas.

A Massa Tropical Atlântica, origina-se no Atlântico Sul, é quente e úmida, estável, e dificulta a formação de nuvens. Traz bom tempo a sua passagem pelo o Estado de Santa Catarina. Atua por todo o ano.

A Massa Polar Atlântica e Massa Polar Pacífica, são frias, comuns no inverno, e sua fonte é o anticiclone migratório subpolar, na latitude da Patagônia, nos dois

oceanos. A extremidade meridional dos Andes cria condições necessárias para a gênese das duas massas. Atuam no sul do Brasil quase constantemente durante todo o ano.

A Massa Equatorial Continental, origina-se na região amazônica, e é quente e de elevada umidade. No verão é atraída pelas depressões térmicas e dinâmicas do interior do país e migra para o sul.

A Massa Tropical Continental, é formada na depressão do Chaco, quando a Frente Polar Atlântica, no verão a dinamiza. É quente e seca, porque a região do Chaco Uruguaio tem clima semi-árido. Sua passagem torna o tempo bom. Aparece em meados de primavera até início de outubro, com o máximo de atuação no verão. No inverno, não se forma, porque as invasões de ar frio pelo interior impedem a sua gênese (LOMBARDO, 1985).

### **4.3 Características climáticas de Florianópolis**

O clima na região de Florianópolis, é um clima mesodérmico temperado, sendo as chuvas distribuídas durante todo o ano, sem uma estação seca nitidamente definida. Os fatores intervenientes que influenciam tais eventos, estão ligados com a posição da região no globo terrestre e seu relevo.

As estações do ano estão relacionadas à trajetória da Terra em torno do sol. Nos trópicos, o sol alcança o zênite devido à inclinação da Terra, que recebe mais luz e calor nas zonas intertropicais. Portanto, Florianópolis e a região sul como um todo, localizada fora dos trópicos, recebe, em média, menos luz que as regiões

tropicais. No verão, a posição da terra permite maior insolação da região sul. A evaporação é elevada, devido a presença do oceano, o que aumenta a nebulosidadee, por conseqüência, as chuvas (DITTBERNER, 2001)

Quanto ao relevo, a planície litorânea com relevos de contrastes altimétricos auxiliam na distribuição das chuvas. De forma geral, o relevo de Santa Catarina como um todo, apresenta imensa variação nos aspectos geomorfológicos que se origina da superposição de sistemas climáticos, das condicionantes de natureza litológica e estrutural variadas e dos fatores ordem biológica, através da atuação do homem que, junto com os demais fatores interatuantes, são os responsáveis pelas mudanças morfodinâmicas (POLETTO, 2001).

#### **4.3.1 Verão**

No verão, o forte calor, associado aos altos índices de umidade, favorece a formação de convecção tropical, desenvolvendo nuvens. Além do processo convectivo, o efeito orográfico tem grande importância na formação de instabilidade. As fortes pancadas de chuva duram em média 20 minutos, e são responsáveis pelos altos índices e frequência de precipitação na região.

Normalmente existem poucas nuvens durante o período matutino, aumentando a partir da tarde, com cobertura máxima de nuvens entre 15 e 21 horas, período de maior atividade convectiva e de ocorrência de precipitação.

Nos meses de janeiro e fevereiro, desenvolvem-se áreas de instabilidade, sendo que o mês de fevereiro é o mês mais instável da estação. Normalmente, quando uma

frente fria está passando sobre o oceano ao longo do litoral catarinense, desenvolvem-se muitas nuvens entre o litoral e o planalto de Santa Catarina devido aos sistemas alongados de baixa pressão, que surgem em vários níveis da atmosfera. A nebulosidade, geralmente se origina no oceano e se desloca para o litoral. O tempo fica chuvoso, com chuva leve a moderada, apresentando em alguns momentos pancadas muito fortes.

A partir da segunda quinzena de março, o tempo começa a ficar mais estável com características próprias de outono (MONTEIRO,1998).

#### **4.3.2 Outono**

Da mesma forma que a primavera, o outono é um período de transição, com os meses de março e abril constituindo uma continuidade do verão. No início do outono, a Massa Tropical Atlântica é atraída pela Frente Polar Antártica, e abre caminho para a penetração no hemisfério sul. Quando a Frente Polar Antártica avança para o norte e encontra as massas equatoriais, recua como frente quente. Cria-se uma situação de frentes indecisas, com avanços e recuos sucessivos, que vão afetar o sul do Brasil, caracterizando o início do outono (DITTBERNER, 2001).

O outono é a estação de tempo mais estável do ano na região de Florianópolis. É um período em que os bloqueios atmosféricos são muito freqüentes, impedindo as passagens das frentes sobre o Estado de Santa Catarina. Normalmente, as frentes frias chegam ao Rio Grande do Sul e são desviadas para o oceano. A estabilidade persistente, ocasionada pela ausência de passagens frontais

e ainda pela diminuição da convecção proporcionada pelo calor da tarde, favorece a ocorrência de períodos de tempo bom, sem chuva.

Apesar da estabilidade atmosférica, existe a formação de nevoeiros e névoas densas. O mês de maio é o mais estável nesta estação, com baixos índices pluviométricos.

Nesta época do ano, quando uma frente encontra-se estacionária, por vários dias, sobre o Uruguai e/ou Rio Grande do Sul, estando a região de Florianópolis sob forte estabilidade que somente permanece até o momento em que a frente estacionária começa a deslocar-se. Durante o deslocamento, forma-se um sistema atmosférico de baixa pressão, originando pancadas de chuva acompanhadas de trovoadas esparsas sobre o litoral de Florianópolis e de toda a região sul. Com o deslocamento da frente para o oceano, os ventos passam a soprar no sentido sudoeste, mantendo forte intensidade por 24hs. O mar fica agitado, com aumento considerável das ondas (MONTEIRO,2001).

### **4.3.3 Inverno**

Os meses junho, julho e agosto caracterizam o trimestre hibernal no Estado de Santa Catarina. As condições de tempo nesse período são resultantes de sucessivas massas de ar polar provenientes do continente antártico. O ar frio é trazido pela aproximação de anticlones (altas pressões) que se deslocam sobre a Argentina em direção a região sul do Brasil (Anexo H). Quando instalados sobre Santa Catarina, esses sistemas ocasionam tempo estável, com predomínio de céu

claro e acentuado declínio de temperatura, favorecendo a formação de nevoeiros, essencialmente durante a madrugada, dissipando-se ao nascer do sol.

Como as condições atmosféricas nesta época do ano são mais dinâmicas, ocorrem sucessivas incursões de frentes frias, podendo atingir frequência de até uma passagem por semana com influência média de 18 horas. Nesse trimestre o maior número de frentes frias ocorre no mês de julho.

As chuvas que ocorrem neste período do ano, são predominantemente do tipo leve e contínua. As névoas apresentam-se úmidas(MONTEIRO,2001)

#### **4.3.4 Primavera**

Nesta estação do ano o clima fica muito instável em setembro e outubro por influência dos aglomerados de nuvens de trovoadas que se formam, em sua maioria, entre o norte da Argentina e o sul do Paraguai, depois deslocam-se rapidamente para a região sul do Brasil, atingindo Florianópolis, ocasionando chuvas (MONTEIRO,2001).

## **4.4 Características dos parâmetros meteorológicos de Florianópolis**

### **4.4.1 Temperatura**

É um parâmetro meteorológico que sofre a influência das massas de ar que atuam sobre a região. Durante o dia, as mínimas ocorrem próximas ao nascer do sol e as máximas por volta das 14:00 horas. No verão, as mínimas apresentam médias de 21.5 graus e no inverno de 13.5 graus, sendo o mês de julho o mais frio. As máximas ficam em torno de 28 graus, sendo o mês de dezembro o mais quente na região.

Em episódios de pequenas estiagens as temperaturas máximas podem chegar a 38 – 40 graus, a mínima pode chegar a 0 a –2 graus (LEAL,2001), como pode ser visualizado nos gráficos de temperatura, apresentados nos Apêndices A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, X, Z, AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ, AL, AM.

### **4.4.2 Umidade relativa**

Este parâmetro meteorológico varia conforme o comportamento da temperatura, nebulosidade e, principalmente, dos ventos.

De acordo com os valores médios de umidade relativa, o município de Florianópolis é considerado úmido o ano inteiro, como pode ser observado nos gráficos de Umidade Relativa, apresentados nos Apêndices AN, AO, AP, AQ, AR, AS. Apenas no bimestre novembro-dezembro o percentual de umidade diminui. O comportamento da umidade na região depende muito da origem dos ventos. A maior concentração de umidade relativa ocorre quando os ventos sopram de sudeste a nordeste. Por outro lado, ventos continentais de sudoeste a noroeste mantêm baixos os índices de umidade.

A alta umidade favorece a formação de nebulosidade baixa e chuva fraca, principalmente no período noturno de inverno, após a passagem de uma frente fria (DITTBERNER,2001).

#### **4.4.3 Nebulosidade**

A quantidade e tipos de nuvens variam muito a cada estação do ano em Florianópolis. No verão, a nebulosidade é esparsa pela manhã, mas os processos convectivos originados pela umidade e calor da tarde produzem aumento da nebulosidade, deixando o céu nublado até o início da noite.

No outono, com o tempo mais estável, devido a ação dos bloqueios atmosféricos a maior nebulosidade ocorre quando há a passagem de uma frente fria sobre o oceano.

No inverno, a maior nebulosidade que ocorre em Florianópolis está associada à passagem de frente fria ou vórtice ciclônico. São nuvens predominantemente

estratificadas, com pouca espessura, favorecendo a precipitação de intensidade fraca, porém persistente, com duração média de 12 a 24 horas. Após a passagem da frente fria, as condições de tempo ficam sob o domínio de massas de ar polar. Quando, o centro de ação da massa de ar, encontra-se sobre o continente, há predomínio de céu claro, ar seco e ventos sudoeste a sul. Esse tipo de tempo persiste em torno de 48 a 72 horas e é modificado com a chegada de uma nova frente fria. Por outro lado, quando o centro de ação da massa de ar polar adquire trajetória marítima, inicialmente origina ventos de sudoeste a leste, concentrando assim muita umidade.

Em setembro e outubro, há um pequeno aumento na cobertura de nuvens sobre Florianópolis, caracterizando céu nublado por um maior número de horas (DITTBERNER,2001).

#### **4.4.4 Precipitação**

É um parâmetro meteorológico que reflete o estado físico da atmosfera. Em Florianópolis, há variabilidade significativa tanto na quantidade como na duração da precipitação.

No verão, a formação de nebulosidade convectiva favorece a ocorrência de pancada de chuva isolada entre a tarde e o início da noite. Essas pancadas são as responsáveis pelo maior volume pluviométrico dessa época de maior calor. No mês de dezembro, chove em média 136mm distribuídos em 15 dias. Geralmente, essa média de dias de precipitação no mês de dezembro em Florianópolis concentra-se

na segunda quinzena. No mês de janeiro, o volume aumenta para em média 192mm, precipitados em uma média de 17 dias. Em fevereiro, mês de maior volume pluviométrico, o volume fica em torno de 196mm, precipitados em uma média de 16 dias. No mês de março, o volume começa a diminuir, com média aproximadamente de 170mm, distribuídos em 15 dias.

No outono, estação de maior estabilidade, a precipitação diminui significativamente. O tipo de precipitação predominante é chuva fraca ocasionada por áreas de instabilidade associadas à frente fria sobre o oceano. Nessa época do ano, as chuvas não possuem regularidade definida. Nos períodos de maior atuação dos bloqueios atmosféricos, a inexistência de passagens frontais e de sistemas convectivos sobre o continente ocasiona pequenas estiagens com vários dias sem precipitação. O mês de maio apresenta menor volume de precipitação dessa época, com valores médios de 105mm.

No inverno, as precipitações mais significativas são provenientes das frentes frias. Geralmente, na chegada desse tipo de sistema meteorológico, a precipitação é um pouco mais intensa, em forma de pancadas associadas a trovoadas isoladas. Em seguida a chuva fraca e persistente, passa a predominar com duração média de 12 a 24 horas. Após a passagem de frente fria, ocorrem chuviscos ocasionado pela circulação marítima, ou seja, pelos ventos que sopram de sudeste a leste na região, oriundos de uma alta pressão.

Sob o domínio de massas de ar polar muito intensas sobre o continente, o ar torna-se muito seco, refletindo em ausência de precipitação por, em média, 48 a 72 horas.

O predomínio de chuva fraca, aliado ao período influenciado por massas de ar seco e frio, resulta em baixos índices de precipitação, assim como em poucos dias

de chuva. Em junho, ocorre precipitação em torno de 80mm, julho 85mm e agosto 95mm. Os dias médios de chuva do trimestre ficam em torno de 10 dias mensais.

Na primavera, o volume de precipitação volta a aumentar, com valores médios de 113mm em setembro, 133mm em outubro e 134mm em novembro, ocorridos em uma média de 14 dias. Essa precipitação é do tipo pancadas isoladas, ocasionadas por nuvens convectivas, que ocorrem com maior frequência entre o final da manhã e início da tarde.

Entre a segunda quinzena de novembro e a primeira de dezembro, o tempo volta a ficar estável na região, ocasionando pequenos períodos de estiagens e refletindo, obviamente, na diminuição do volume precipitado, assim como em dias de chuva(DITTBERNER,2001).

#### **4.4.5 Névoas**

São fenômenos atmosféricos formados pela estabilidade atmosférica e caracterizam-se pela restrição à visibilidade horizontal.

A névoa pode ser classificada em seca ou úmida. A névoa seca, por definição, quando a umidade relativa cai a menos de 80%. Esse fenômeno produz um véu uniforme sobre a paisagem, modificando as cores. Adquire uma tonalidade amarelada ou avermelhada quando visto de encontro a um fundo claro (sol, nuvens do horizonte, etc).

A névoa seca tem origem principal numa mistura de fumaça das queimadas com poeiras levantadas pelos ventos, durante os meses sem chuva. A densidade da

névoa seca próxima ao solo aumenta com a estabilidade do ar. Na região de Florianópolis, esse fenômeno atmosférico é mais persistente e de maior intensidade no outono e no verão, entre a segunda quinzena de novembro e primeira de dezembro.

A névoa úmida, ocorre com mais freqüência no período noturno, produzindo um "véu uniforme" de cor azulada, quando a umidade relativa do ar for igual ou superior a 80%. Em Florianópolis, ocorre com mais freqüência após a dissipação de nevoeiros (MONTEIRO, 2001).

## **5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **5.1 Introdução**

Nos capítulos 1, 2 e 3 e 4 buscou-se apresentar o entendimento e fundamentação teórica da presente tese. No capítulo atual, passam a ser contemplados os procedimentos metodológicos que abrange a delimitação do estudo, a definição das variáveis, a população, as técnicas de coleta de dados e o tratamento e análise dos mesmos.

### **5.2 Delimitação do estudo**

Considerando-se que a busca pela excelência do trabalho militar sofre influência direta da potencialidade física do policial militar, objetivou-se avaliar as variáveis morfológicas corporais da população em estudo, como também, o consumo total de líquidos diário, pelos policiais militares, nas situações de inverno e verão, de forma a se estabelecer um diagnóstico da atual situação de hidratação corporal do efetivo da Polícia Militar de Santa Catarina na Ilha de Florianópolis.

### 5.3 População

Optou-se por trabalhar com Policiais Militares, indivíduos com faixa etária entre 21 e 53 anos de idade, por ser uma população economicamente ativa, com a tarefa primordial de prestar serviços, onde o produto é a segurança pública.

Comprovações relativamente recentes, apontadas por Velho (1994) e Simões (1998), mostram uma estreita relação entre valores de composição corporal com complicações metabólicas e funcionais, demonstrando portanto, ser a hidratação, um importante fator a ser considerado na presente população, uma vez que possa estar relacionado à predisposição para acidentes de trabalho, em função da hipohidratação.

O efetivo da Polícia Militar na Ilha de Florianópolis que atuavam no Policiamento Ostensivo até março de 2002 era de 371 policiais militares, sendo que 19 policiais do sexo feminino e 352 do sexo masculino.

Constituiu-se como objeto de estudo, 100% da população, que ocupavam seus postos de trabalho no Policiamento Ostensivo. Toda a população foi convidada a participar do estudo, atendendo a comissão de ética da Polícia Militar de Santa Catarina. Nessa oportunidade, os objetivos do estudo e a forma de contribuição, dos militares em estudo, foram explicados, e concordando em participar, as informações de interesse passaram a ser coletadas.

#### 5.4 Variáveis do estudo

As variáveis de identificação e as variáveis de controle do sujeito, neste estudo, compreendem dados referentes a quantidade de líquidos ingeridos durante as estações de inverno e verão, idade cronológica, sexo, turno de trabalho, e as medidas antropométricas, peso e altura, que posteriormente geraram, os valores referentes ao Índice de Massa Corporal (IMC).

As informações nutricionais, sobre a ingestão total de líquidos nas estações de inverno e verão, foram realizadas através da elaboração de um questionário, conforme Anexo I, contendo perguntas referentes ao consumo diário de líquidos, durante três dias no inverno e durante três dias no verão, para avaliação da hidratação atual dos integrantes do policiamento ostensivo da Ilha de Florianópolis. O valor energético e o valor qualitativo dos líquidos ingeridos não foram foco de estudo na presente tese, uma vez que pesquisou-se apenas o valor quantitativo de líquidos para avaliação do grau de hidratação da população em estudo.

Estrategicamente solicitou-se à população em estudo, que durante o período de coleta de dados, os líquidos fossem ingeridos em copos padrão de 200ml.

Essa metodologia, segundo o "Centro Nacional Americano de Estatística em Saúde", é capaz de providenciar estimativas precisas e reproduzíveis dos consumos médios de grupos de população (MAHAN &ARLIN, 2000).

Paralelamente, foi realizado um inquérito alimentar, aplicando-se a metodologia citada por Assis(1997), onde utilizou-se a anamnese alimentar, em forma de entrevista, para resgatar dados quantitativos sobre a ingestão de líquidos da população.

Posteriormente, analisou-se a quantidade total de líquidos ingeridos ao dia, de forma a observar, se eram compatíveis em quantidade total com as características morfológicas do sujeito e com as variações ambientais as quais se encontrava inserido. Utilizou-se como referencial, a média padrão de ingestão oral de líquidos pelo adulto de 40 ml/kg/dia, prevista por Dutra de Oliveira & Marchini (1998).

Todas as variáveis antropométricas, assim como todos os sistemas de avaliação física, são sensíveis e vulneráveis à erros. O método antropométrico, embora não seja tão preciso, é sem dúvida, o procedimento mais utilizado para caracterizar grupos. Para tanto, utilizou-se na realização do estudo, através da coleta de dados, a técnica aprovada e respaldada pela Sociedade Internacional para o Avanço da Antropometria (ISAK).

A antropometria, é uma metodologia originalmente desenvolvida por antropologistas físicos. No entanto, hoje vem sendo utilizada e aprimorada por profissionais ligados à várias outras áreas. Tecnicamente, as medidas antropométricas, devem ser realizadas por instrumentos específicos e procedimentos rigorosamente padronizados.

O número de medidas antropométricas que podem ser realizadas no corpo de um indivíduo é quase ilimitado. A escolha das medidas, contudo, vai atender aos objetivos de cada pesquisa ou análise a ser realizada, levando em consideração os propósitos do estudo. Por conseguinte, em determinados momentos, algumas medidas antropométricas podem ser comuns à vários tipos de estudos, porém outras podem ser específicas de determinada área (SIMÕES, 1998).

#### 5.4.1 Instrumental e material necessários

- Questionário e Inquérito Alimentar, baseado no modelo proposto por Assis (1997) e Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina.
  
- Balança Antropométrica, utilizada para determinar o peso corporal, de marca Filizola com precisão de 100 gramas, pertencente a Polícia Militar de Santa Catarina.
  
- Régua Antropométrica, utilizada para a tomada da altura, acoplada a balança antropométrica, com escala em milímetros e de fácil leitura.
  
- Suporte Informático: Utilizou-se um computador com capacidade e memória suficiente, onde se trabalhou com o programa informático EPI-INFO, para análise estatística dos dados coletados no presente estudo.

#### 5.4.2 Variáveis

- *Peso Corporal*: França & Vívoló (1984), definiram como a "resultante do sistema de forças exercidas pela gravidade sobre a massa do corpo (Apud VELHO, 1994)." Para Mahan & Arlin (2000), o peso corpóreo é a soma dos ossos, músculos, líquidos corpóreos e tecido adiposo. Alguns ou todos os componentes estão sujeitos à mudança. A água, que constitui até 60 a 65% do peso corpóreo,

é o componente mais variável, e o estado de hidratação pode induzir flutuações de vários quilos.

Procedimento: Para esta determinação, o sujeito é posicionado de pé, devendo permanecer ereto de frente para escala de medidas da balança, com os pés juntos no centro da plataforma, braços ao longo do corpo, para evitar possíveis alterações na leitura das medidas. O avaliado deve estar descalço, vestindo apenas o uniforme de Treinamento Físico Militar (camiseta de física e short ou calção). É realizado apenas uma única tomada de medida.

*Estatuta Corporal:* França & Vívolo (1984), definiram como a "distância compreendida entre dois planos que tangenciam, respectivamente a planta dos pés e o vértex (ponto mais alto da cabeça)" (Apud VELHO, 1994).

Para Petroski (1999), a estatura corporal, é uma medida linear realizada no sentido vertical, que permite uma análise cineantropométrica. Petroski (1999), ainda afirma que "...Geralmente é utilizada para acompanhar o crescimento corporal e desenvolvimento, como também, em projetos de engenharia na concepção maquinários, utensílios, e espaços físicos ocupados pelo homem". Enquanto que, para Way III (2000), a estatura é um dos itens necessários e úteis para avaliação das necessidades energéticas, podendo a partir daí, gerar outros dados preditivos das necessidades do corpo humano.

Procedimento: A determinação da estatura requer uma técnica rigorosa. O sujeito é colocado na posição ortostática, procurando colocar em contato com o aparelho de medida os calcanhares, cintura pélvica, cintura escapular e região occipital. A cabeça orientada no Plano de Frankfurt. A medida é realizada com o

cursor em ângulo de 90 graus em relação à escala e estando o indivíduo em inspiração profunda. O avaliado deve estar descalço.

*Índice de Massa Corporal (IMC)*: Criado por Quetelet (1786-1874), leva em conta as diferenças na composição do corpo, definindo o nível de adiposidade de acordo com a relação peso/altura e elimina a dependência do tamanho da estrutura (SIMÕES, 1998).

As características antropométricas de indivíduos são utilizadas como indicadores do estado nutricional, podendo mesmo prever estados de saúde e de doença, disfunções e mortalidade (SHILS, OLSON, SHIKE, 1999).

A partir das medidas antropométricas de peso e estatura obtidas, calculou-se o IMC, a partir da relação peso (em Kg) / estatura<sup>2</sup> (em m) para classificação do estado nutricional.

Para Biesek & Côrte (1997), pela classificação do Índice de Massa Corporal (IMC), o índice considerado saudável, para mulheres está entre 19 a 23 kg/m<sup>2</sup> e para homens está entre 20 a 25 kg/m<sup>2</sup>, no caso de excesso de peso (sobrepeso), os valores entre 23.1 a 30 kg/m<sup>2</sup> está classificado para mulheres e, 25.1 a 30 kg/m<sup>2</sup> está classificado para homens, e no caso de obesidade, estará classificado índices acima de 30 kg/m<sup>2</sup>. Para Ferreira Júnior (2000), o Índice de Massa Corporal é expresso em quilogramas, dividido pelo quadrado da altura, em metros quadrados. Os valores de IMC normal varia de 20 a 25 kg/m<sup>2</sup> tanto para homens como para mulheres. Considera sobrepeso, de 25 até 27.5 kg/m<sup>2</sup>, obesidade leve entre 27.5 e 30 kg/m<sup>2</sup>, moderada de 30 a 40 kg/m<sup>2</sup> e mórbida acima de 40 kg/m<sup>2</sup>.

Utilizou-se, nesta tese, os pontos de corte do IMC propostos pela Organização Mundial de Saúde (2000), para se fazer o diagnóstico do estado

nutricional. São eles: IMC < 18,5 kg/m<sup>2</sup> é igual desnutrição; de 18,5 a 24,9 kg/m<sup>2</sup> posiciona-se em eutrofia; e ≥ 25,0 kg/m<sup>2</sup> é previsto sobrepeso e obesidade. Este órgão, em publicações anteriores, já empregava o sobrepeso e a obesidade como sinônimos, principalmente quando o IMC encontra-se entre 25,0 e 30,0 kg/m<sup>2</sup>, enfatizando ainda, que níveis de IMC iguais ou acima de 25,0 kg/m<sup>2</sup> estão associados com a elevação dos coeficientes de morbi-mortalidade em adultos.

Ainda segundo Way III (2000), estudos de composição corporal associam o IMC acima de 30 kg/m<sup>2</sup> à obesidade.

*Turno de Trabalho:* O trabalho em turnos não é uma invenção da era industrial; ao contrário, já existe desde o início remoto da vida social dos homens em formação organizada, como cidades e estados. Os mais antigos grupos profissionais que trabalham em sistema de turnos encontram-se nos sistemas de segurança e de saúde, desde a era antiga. Na atualidade, os turnos são utilizados como forma de organização do trabalho, principalmente em função das causas tecnológicas, questões econômicas e atendimento geral da população.

*Procedimento:* Foi solicitado a Polícia Militar de Santa Catarina, a escala de trabalho publicada no setor pessoal da Instituição em estudo e, posteriormente realizado entrevista pessoal com a população analisada, onde confirmou-se os dados obtidos.

*Volume de Líquidos Ingeridos no Inverno e no Verão:* Avaliado através de Questionário e Inquérito Alimentar: Para Mahan & Arlin (2000), a história dietética do indivíduo fornece detalhes sobre o potencial dietético alimentar do mesmo. O termo "história dietética", se refere a uma revisão dos padrões usuais de ingestão de alimentos e às variáveis de seleção de alimentos que ditam a ingestão alimentar. A

ingestão dietética é avaliada ou pela coleta de dados de ingestão retrospectivos ou pelo resumo de ingestão retrospectivos. Cada método tem seus propósitos, forças e fraquezas. A escolha depende do propósito e do estabelecimento no qual a avaliação é completada. O objetivo é determinar o conteúdo de ingestão ou de nutrientes do alimento e a adequabilidade da ingestão, para um indivíduo ou grupos de indivíduo, em particular.

A análise de ingestão de nutrientes, utilizando-se o Inquérito Alimentar, é uma ferramenta usada para identificar inadequabilidades nutricionais. O registro por um período de 72 horas, deve refletir a ingestão média completa da população em estudo.

Procedimento: Segundo Assis (1997), "anamnese alimentar através de inquérito alimentar, tipo o inquérito recordatório habitual, registro alimentar 24 horas, freqüência alimentar e o recordatório de três dias. A entrevista deve ser informal, anotando-se os dados quantitativos e qualitativos". Nesta tese, focalizou-se apenas os dados quantitativos.

Utilizou-se ainda, nesta tese, o ponto de corte de quantidade de líquido por kilograma de peso, proposto por Dutra & Marchini (1998), para se realizar o diagnóstico do estado de hidratação da população em estudo. Ficou estabelecido o valor de 40 ml de líquidos por kilograma de peso por dia.

## **5.5 Tratamento estatístico**

A fim de atender aos objetivos propostos para o presente estudo, os dados foram analisados estatisticamente através do Programa Epi-Info versão 6.02, utilizando-se uma análise descritiva simples, uma vez que, foi objeto de estudo, 100% da população, não havendo portanto, amostra.

## **5.6 Determinação dos valores das quantidades de nutrientes da formulação**

Procedimento: A concentração ótima de nutrientes presentes na formulação, com o intuito de neutralizar os desequilíbrios hidroeletrolíticos, que podem ser desencadeados pelos efeitos climatológicos da região de Florianópolis durante a jornada de trabalho, foram determinados utilizando-se: 1) Dados de referência das concentrações de eletrólitos encontrados no corpo humano e, descrito na literatura científica; 2) Observando-se recomendações da OMS (Organização Mundial de Saúde) e RDI (Doses Diárias de Referência), como parâmetros de determinação da relação volume total a ser ingerido de solução e concentração de nutrientes; 3) Para dar sustentação ao benefício fisiológico da formulação e, garantir paralelamente, segurança na ingestão dos nutrientes de forma benéfica, ainda utilizou-se como referência, dosagem de glicose e sódio semelhantes a utilizada por, longo período, pela indústria farmacêutica.

Torna-se importante ainda destacar, que apesar da segurança oferecida através do amparo da literatura, a formulação desenvolvida não será validada no presente estudo. Para seu efetivo uso e comercialização, a mesma deverá Ter seu período de verificação e testes de benefícios.

## 6 ANÁLISE ESTATÍSTICA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 6.1 Introdução

Para análise dos resultados, de cada variável em estudo, utilizou-se tabelas unidimensionais para as variáveis em geral e, tabelas bidimensionais para as variáveis quantitativas categorizadas. Procurou-se ainda, através dos dados e valores encontrados, ilustrar os valores encontrados através de gráficos, para uma melhor compreensão e visualização dos resultados.

### 6.2 Tabelas unidimensionais para as variáveis

Tabela 2: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo a Idade.

Idade (anos)	Total	%
20  - 25	12	3,2%
25  - 30	55	14,8%
30  - 35	110	29,6%
35  - 40	111	29,8%
40  - 45	58	15,6%
45  - 50	22	5,9%
50  - 55	4	1,1%
Total Global	372	100,0%

Observa-se através da tabela acima, na população em estudo, uma maior predominância de Indivíduos nos intervalos 30 |- 35 e 35 |- 40 representando respectivamente 29,6% e 29,8% da população.

Nos demais intervalos, ocorre uma distribuição do restante da população, 40,6%, de forma menos representativa, apresentando-se como menor valor o intervalo 20 |- 25 representando 3,2% da população e, como maior valor o intervalo 50 |- 55 representando 1,1% da população.

Fica evidenciado, diante dos dados expostos, que praticamente 60% do efetivo da polícia militar ostensiva, é uma população adulta, com faixa etária entre 30 a 40 anos de idade, e de forma menos expressiva, seu efetivo conta com policiais jovens com faixa etária entre 21 a 25 anos e policiais de meia idade com faixa etária entre 41 e 55 anos de idade.

Para melhor destacar os dados apresentados quanto a idade, procurou-se ilustrar esta análise, através do gráfico abaixo:

Figura 7: Número de policiais militares por intervalos de idade.

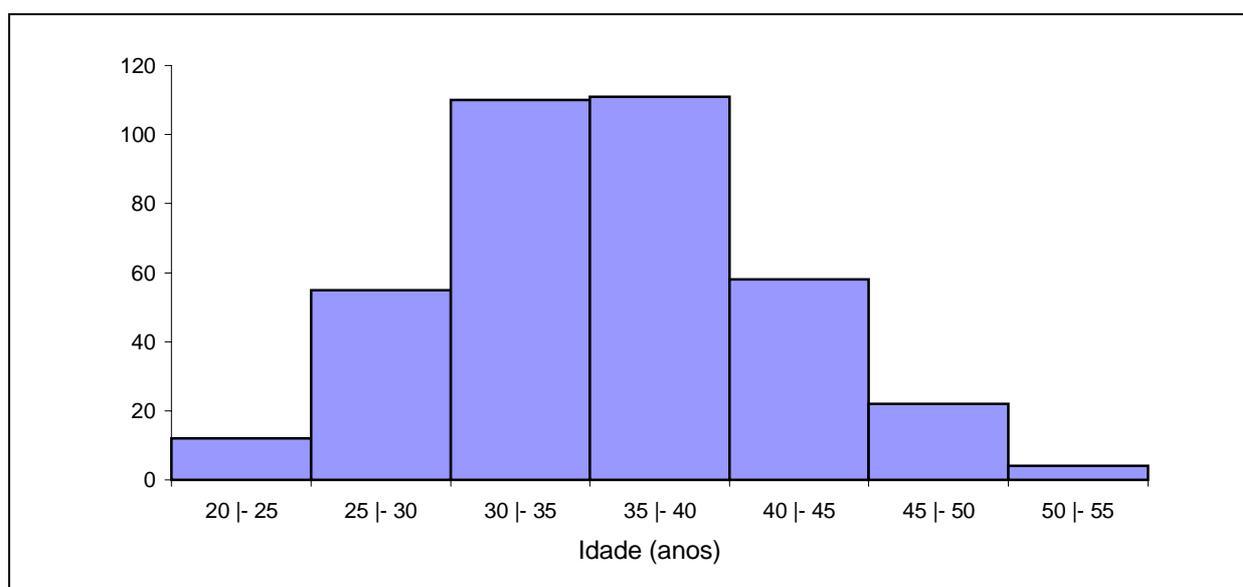


Tabela 3: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo Sexo.

Sexo	Total	%
Feminino	19	5,1%
Masculino	353	94,9%
Total Global	372	100,0%

Observa-se, através da tabela 3, maior predominância de indivíduos do sexo masculino atuantes no policiamento ostensivo da Ilha de Florianópolis, totalizando 94,9% (353 indivíduos) da população em estudo e, de forma menos expressiva, indivíduos do sexo feminino, totalizando 5,1% (19 indivíduos) da população.

Para melhor demonstrar os dados apresentados quanto ao sexo, procurou-se ilustrar esta análise através da figura 8:

Figura 8: Distribuição percentual de policiais segundo o sexo.

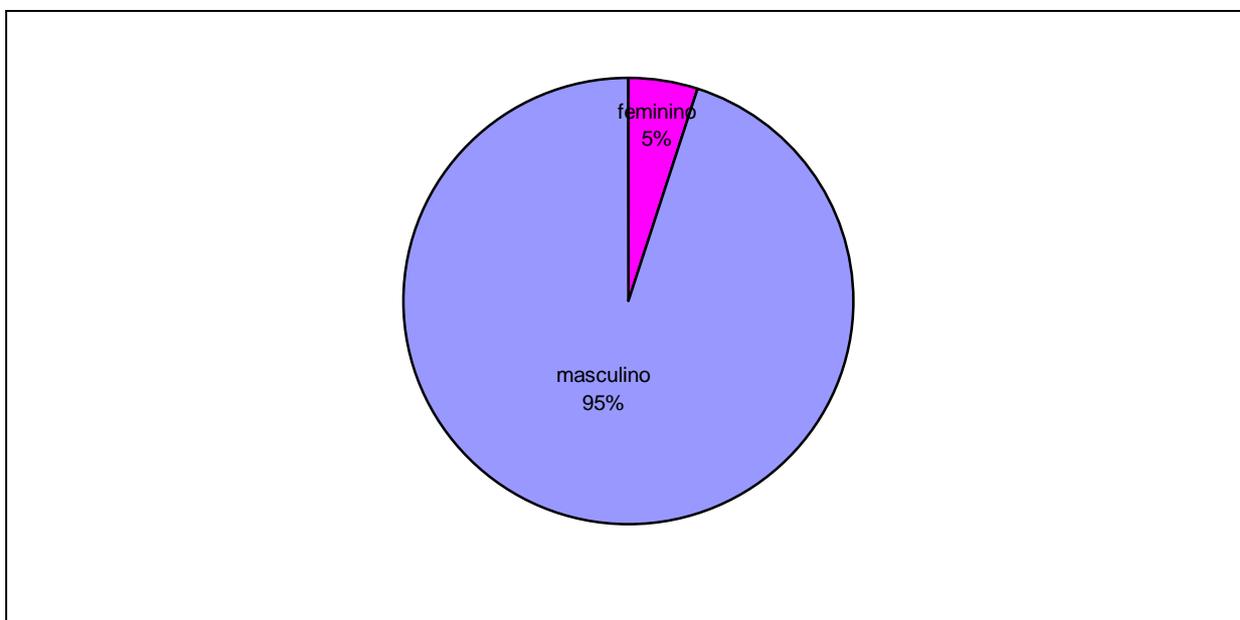


Tabela 4: Número e Percentual de Policiais Militares por Turno de Trabalho.

Turno	Total	%
diur/not	128	34,4%
Diurno	223	59,9%
Noturno	21	5,6%
Total Global	372	100,0%

Observa-se na tabela 4, um maior número de indivíduos trabalhando no período diurno, totalizando 59,9% (223 indivíduos) da população em estudo. Em seguida, de forma menos representativa, apresenta-se 34,4% (128 indivíduos) da população executando sua jornada de trabalho no período diuturno, e por último, 5,6% (21 indivíduos) da população cumprindo sua jornada de trabalho no período noturno.

Diante do exposto, fica caracterizado, que a Polícia Militar de Florianópolis, torna-se mais efetiva, durante o período diurno, quando a maioria do seu contingente está disponibilizado nas ruas da Ilha de Florianópolis.

Para melhor ilustrar os dados apresentados quanto ao turno de trabalho, procurou-se ilustrar graficamente esta análise (ver figura 9):

Figura 9: Distribuição percentual de policiais segundo turno de trabalho.

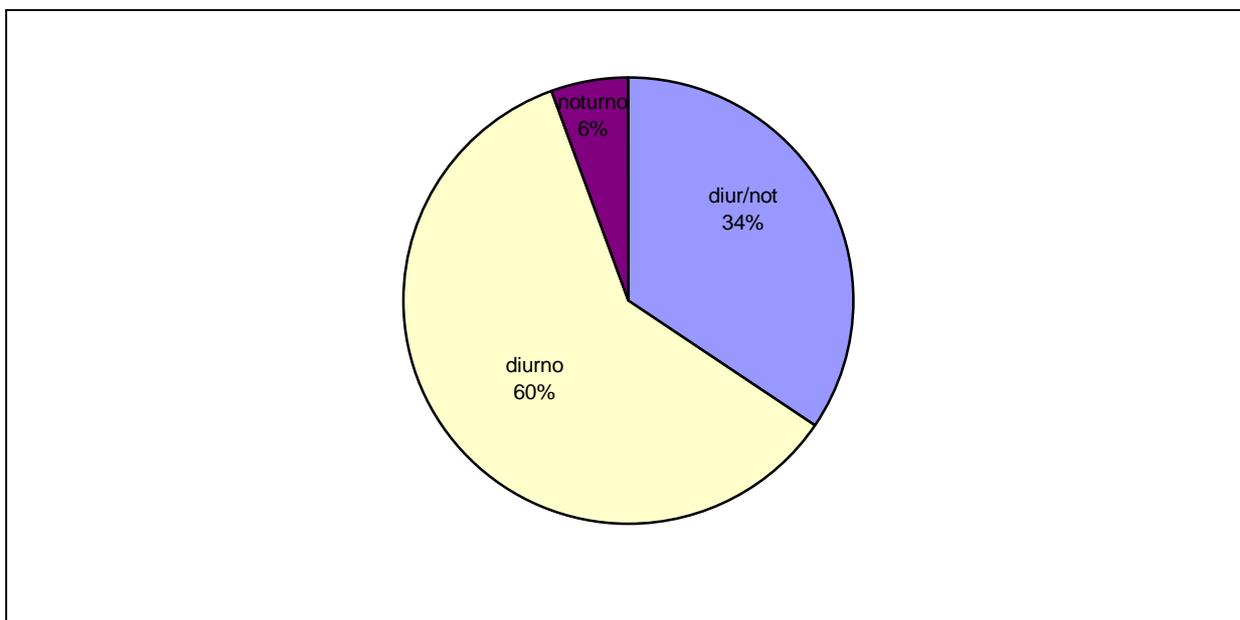


Tabela 5: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo Faixa de Peso Corporal.

Peso (Kg)	Total	%
40 -  50	1	0,3%
50 -  60	20	5,4%
60 -  70	120	32,3%
70 -  80	141	37,9%
80 -  90	64	17,2%
90 -  100	25	6,7%
100 -  110	1	0,3%
Total Global	372	100,0%

Observa-se que a maior parte da população está concentrada nos intervalos 60 -| 70 e 70 -| 80kg, representando respectivamente 32,3% (120 indivíduos) e 37,9% (141 indivíduos) da população, totalizando 261 indivíduos.

Nos demais intervalos, de forma menos representativa, ocorre uma distribuição da população restante, 29,8%, apresentando-se como menor valor o intervalo 40 -| 50 representando 0,3% (1 indivíduo) da população e, como maior

valor, o intervalo 100 -| 110 igualmente também representando 0,3% (1 indivíduo) da população em estudo.

Diante da presente exposição, observa-se que existe uma certa uniformidade de peso corporal entre os indivíduos que compõem o policiamento ostensivo da Ilha de Florianópolis, uma vez que, em torno de 70% do contingente militar apresentam peso corporal em intervalos vizinhos.

Para melhor demonstrar os dados apresentados quanto ao peso corporal, procurou-se ilustrar esta análise através da figura 10:

Figura 10: Distribuição percentual de policiais segundo faixa de peso corporal.

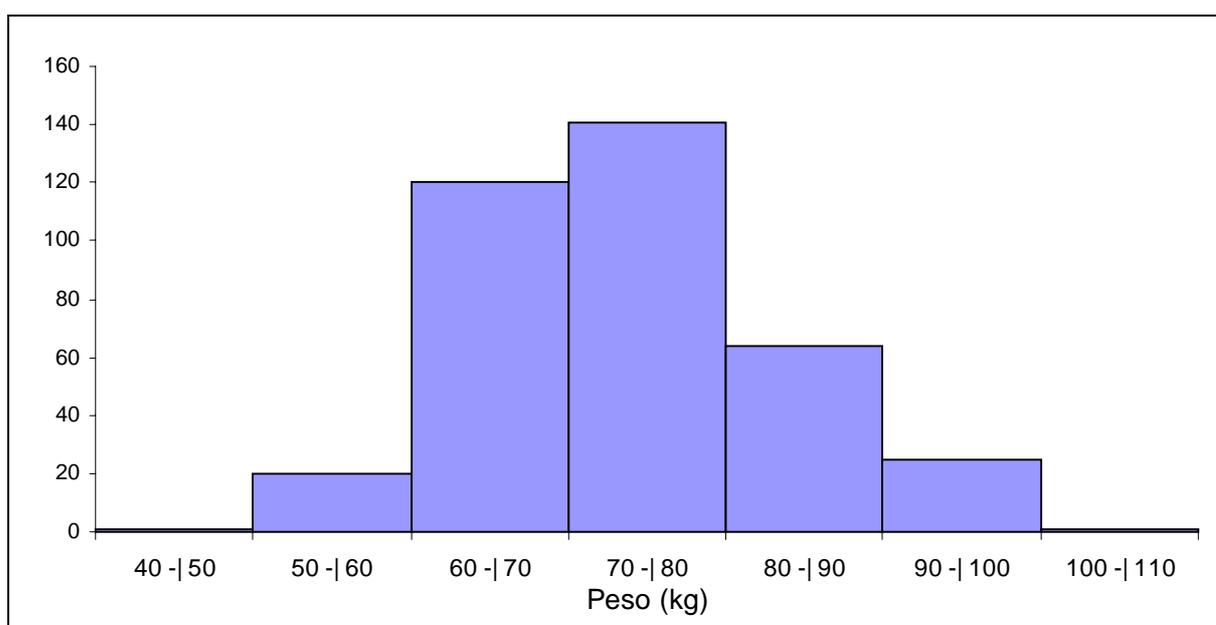


Tabela 6: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo Altura.

Altura (m)	Total	%
1,55 -  1,60	9	2,4%
1,60 -  1,65	48	12,9%
1,65 -  1,70	124	33,3%
1,70 -  1,75	105	28,2%
1,75 -  1,80	52	14,0%
1,80 -  1,85	25	6,7%
1,85 -  1,90	9	2,4%
Total Global	372	100,0%

Observa-se na tabela 6, que a maior parte dos indivíduos que compõem a população em estudo estão contidos nos intervalos 1,65 -| 1,70 e 1,70 -| 1,75m, totalizando 61,5% da população (229 indivíduos).

De maneira menos representativa, estão distribuídos os demais 38,5% da população (143 indivíduos), apresentando-se como menor estatura, o intervalo entre 1,55 -| 1,60 representado por 9 indivíduos e, como maior estatura o intervalo 1,85 -| 1,90, representado igualmente por 9 indivíduos.

Diante da presente exposição, observa-se que existe uma certa uniformidade de estatura entre os indivíduos que compõem o policiamento ostensivo da Ilha de Florianópolis, uma vez que, um pouco mais de 60% do contingente militar apresenta altura em intervalos vizinhos.

Para melhor demonstrar os dados apresentados quanto a altura, procurou-se ilustrar esta análise através da figura 11:

Figura 11: Distribuição percentual de policiais segundo faixa de altura.

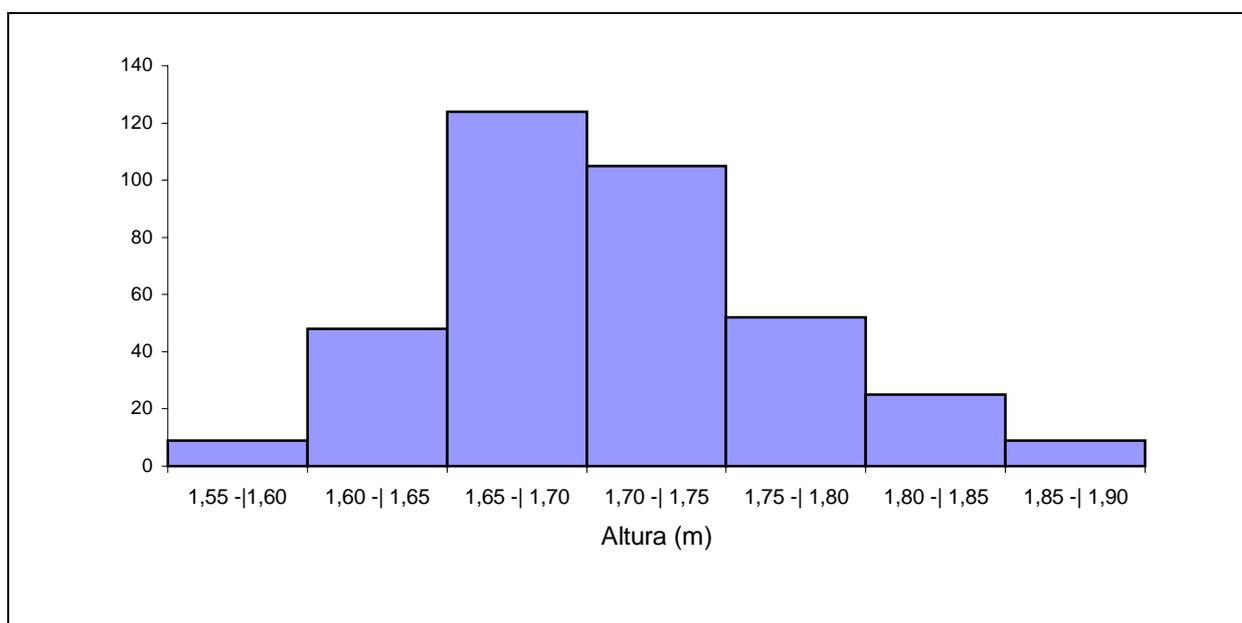


Tabela 7: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo Ingestão de Líquido/Dia no Inverno.

Líquido ( 1000 ml)	Total	%
0 -  1	46	12,4%
1 -  2	154	41,4%
2 -  3	82	22,0%
3 -  4	51	13,7%
4 -  5	26	7,0%
5 -  6	8	2,2%
6 -  7	3	0,8%
7 -  8	1	0,3%
8 -  9	-	-
9 -  10	-	-
10 -  11	-	-
11 -  12	1	0,3%
Total Global	372	100,0%

Observa-se com os dados acima, que existe uma maior concentração de indivíduos no intervalo 1 -| 2, totalizando 41,4% da população, representada por 154 indivíduos.

Seguidamente, aparece o intervalo 2 -| 3, apresentando uma concentração de 82 indivíduos, figurando um total de 22% da população em estudo.

Nos demais intervalos, de forma menos representativa, apresenta-se como menor valor o intervalo 0 -| 1, totalizando 46 indivíduos (12,4%) e, como maior valor, o intervalo 11 -| 12, representando 1 indivíduo (0,3% da população).

Diante dos dados expostos, observa-se que os indivíduos que compõem o policiamento ostensivo da Ilha de Florianópolis, ingerem uma quantidade insuficiente de líquidos, uma vez que, um pouco mais de 75% do contingente militar ingere menos de 3000 ml de líquidos/dia, durante o inverno, delineando assim, um estado de hipoidratação, que pode estar sendo agravado, pela diminuição da percepção da sede, comum em temperaturas climáticas características de inverno.

Para melhor demonstrar os dados apresentados quanto a ingestão de líquidos no inverno, procurou-se ilustrar esta análise, através da figura 12:

Figura 12: Quantidade de líquidos ingeridos ao dia por policiais militares durante o inverno.

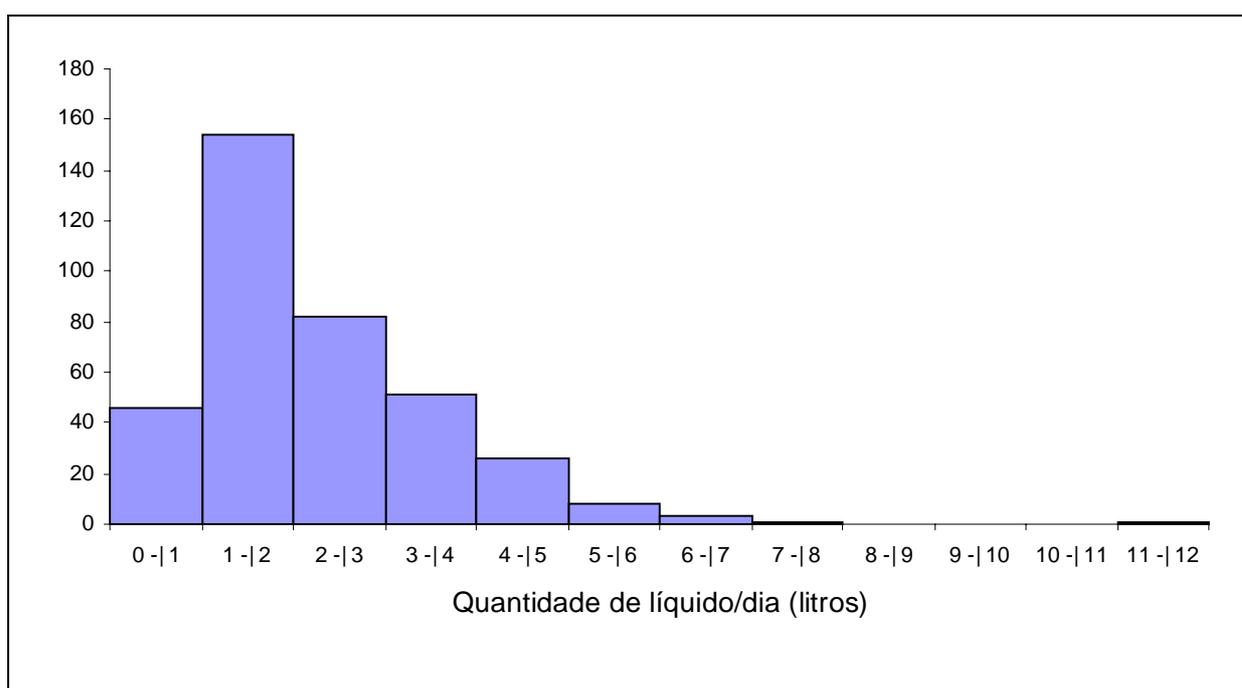


Tabela 8: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo Ingestão de Líquido/Dia no Verão.

Líquido (1000 ml)	Total	%
0 -  1	7	1,9%
1 -  2	64	17,2%
2 -  3	80	21,5%
3 -  4	93	25,0%
4 -  5	53	14,2%
5 -  6	30	8,1%
6 -  7	16	4,3%
7 -  8	11	3,0%
8 -  9	4	1,1%
9 -  10	10	2,7%
10 -  11	1	0,3%
11 -  12	1	0,3%
12 -  13	1	0,3%
13 -  14	1	0,3%
Total Global	372	100,0%

Observa-se com a presente tabela, que existe uma maior concentração de indivíduos nos intervalos 2 -| 3 e 3 -| 4 totalizando 46,5% da população, representada por 173 indivíduos.

Seqüencialmente, aparecem os intervalos 1 -| 2 e 4 -| 5 totalizando 31,4% da população (117 indivíduos).

Nos demais intervalos, de forma menos representativa, apresenta-se como menor valor o intervalo 0 -| 1 representando 1,9% da população (7 indivíduos) e, como maior valor, o intervalo 13 -| 14 representando 0,3% da população em estudo (1 indivíduo).

Diante da presente exposição, observa-se que em torno de 40% dos indivíduos que compõem o policiamento ostensivo da Ilha de Florianópolis, ingerem uma quantidade insuficiente de líquidos para executarem suas jornadas de trabalho durante o verão, uma vez que, esse contingente ingere menos de 3000ml de líquidos/dia, configurando assim, um estado de hipoidratação.

Para melhor demonstrar os dados apresentados quanto a ingestão de líquidos no verão, procurou-se ilustrar esta análise, através da figura 13:

Figura 13: Quantidade de líquidos ingeridos ao dia por policiais militares durante o verão.

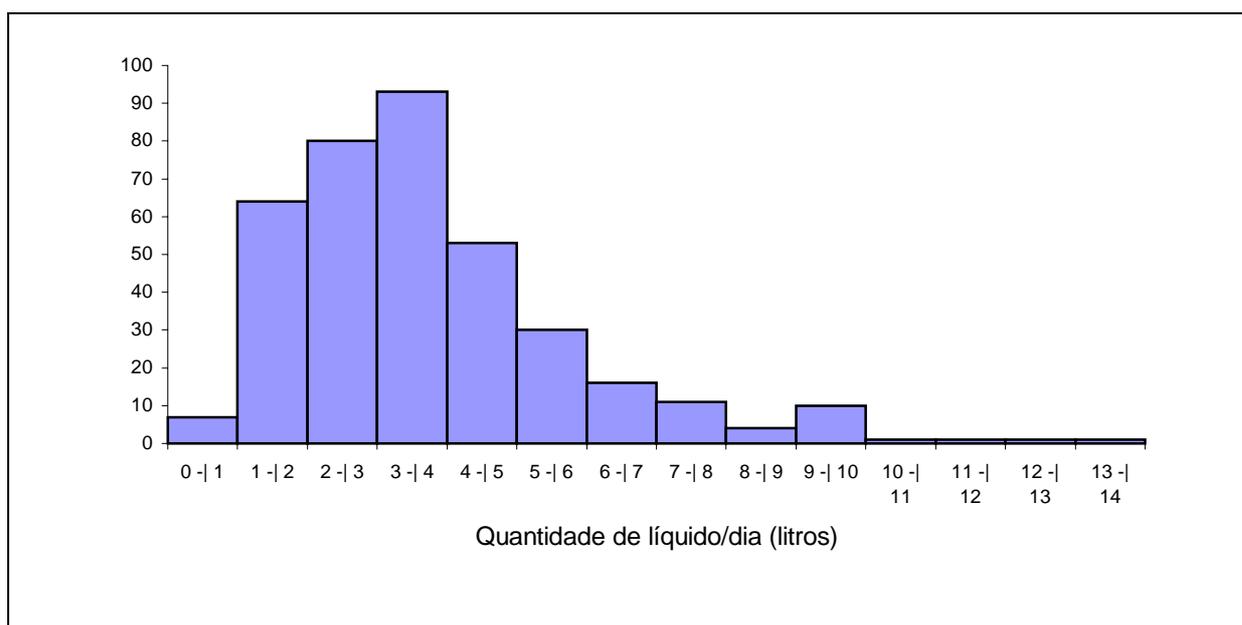


Tabela 9: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo o Índice de Massa Corporal.

IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Total	%
19  - 21	18	4,8%
21  - 23	59	15,9%
23  - 25	109	29,3%
25  - 27	84	22,6%
27  - 29	51	13,7%
29  - 31	32	8,6%
31  - 33	13	3,5%
33  - 35	5	1,3%
35  - 37	1	0,3%
Total Global	372	100,0%

Observa-se (tabela 9) que existe uma maior concentração de indivíduos nos intervalos 21 |- 23, 23 |- 25 e 25 |- 27, totalizando respectivamente 15,9% (59 indivíduos), 29,3% (109 indivíduos) e 22,6% (84 indivíduos) da população em estudo.

Nos demais intervalos, de maneira menos representativa, apresenta-se como menor valor, o intervalo 19 |- 21 representando 4,8% da população (18 indivíduos) e, como maior valor, o intervalo 35 |- 37 representando 0,3% da população (1 indivíduo).

Retrata-se desta forma, o perfil do Índice de Massa Corporal (IMC), dos componentes do policiamento ostensivo da Ilha de Florianópolis. Observa-se em torno de 50% da população total, possuindo IMC acima do desejado (IMC=25), caracterizando uma população portadora de certo grau de sobrepeso ou obesidade.

Para melhor demonstrar os dados apresentados quanto ao Índice de Massa Corporal, procurou-se ilustrar esta análise, através da figura 14:

Figura 14: Número de policiais militares por intervalos de índice de massa corporal.

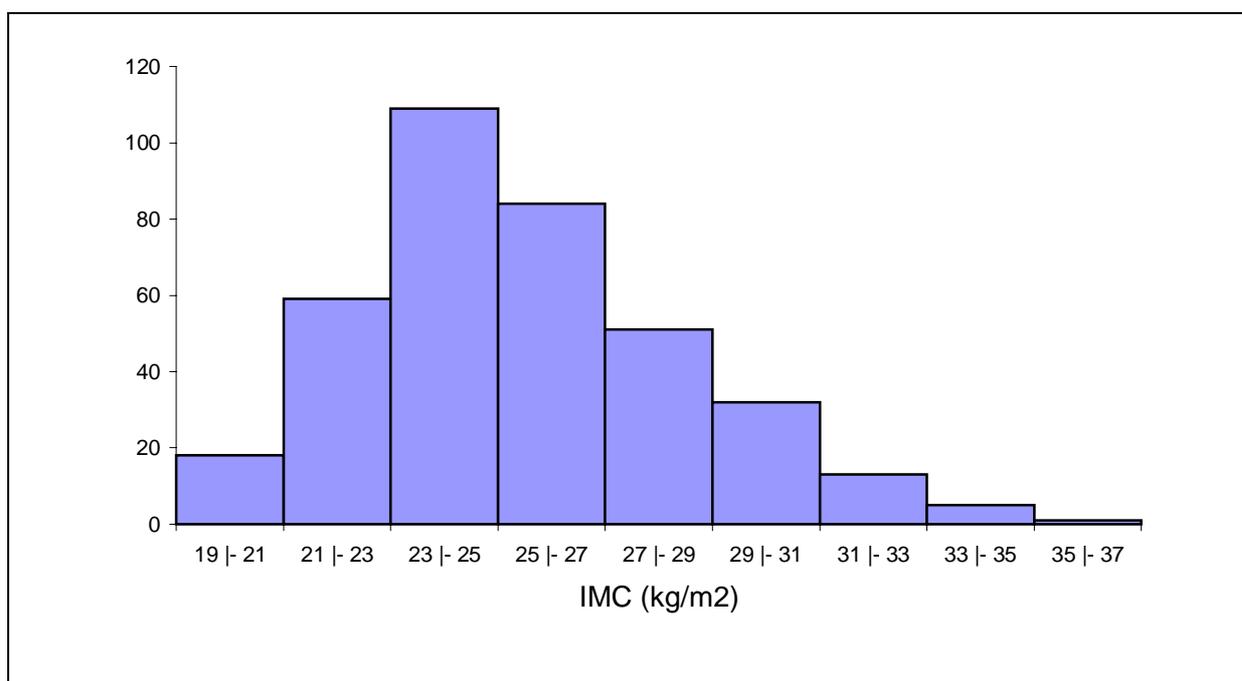


Tabela 10: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo a Quantidade de Líquido Ingerida por Kg.de Peso (ml) por Dia no Inverno.

Líquido (ml)	Total	%
0  - 10	12	3,2%
10  - 20	98	26,3%
20  - 30	104	28,0%
30  - 40	59	15,9%
40  - 50	39	10,5%
50  - 60	30	8,1%
60  - 70	20	5,4%
70  - 80	3	0,8%
80  - 160	7	1,9%
Total Global	372	100,0%

Observa-se (tabela 10) uma maior concentração de indivíduos nos intervalos 10 |- 20 e 20 |- 30 correspondendo respectivamente a 26,3% (98 indivíduos) e 28% (104 indivíduos) da população em estudo.

Seqüencialmente, aparece o intervalo 30 |- 40 correspondendo a 15,9% da população (59 indivíduos).

Nos demais intervalos, de maneira menos representativa, apresenta-se como menor valor o intervalo 0 |- 10 correspondendo a 3,2% da população (12 indivíduos) e, como maior valor, o intervalo 80 |- 160 correspondendo a 1,9% da população (7 indivíduos).

Diante dos dados expostos, igualmente a tabela 7, observa-se que os indivíduos que compõem o policiamento ostensivo da Ilha de Florianópolis, ingerem uma quantidade insuficiente de líquidos, uma vez que, aproximadamente 60% do contingente militar, ingere menos de 3000 ml de líquidos/kg/dia, durante o inverno, configurando assim, um estado de hipoidratação, que pode estar sendo agravado, pela diminuição da percepção da sede, comum em temperaturas climáticas características de inverno.

Para melhor demonstrar os dados apresentados quanto a quantidade de líquido ingerida por Kg.de peso em mililitros por dia no inverno, procurou-se ilustrar esta análise, através da figura 15:

Figura 15: Quantidade de líquido ingerida por kg.de peso (ml) por dia no inverno.

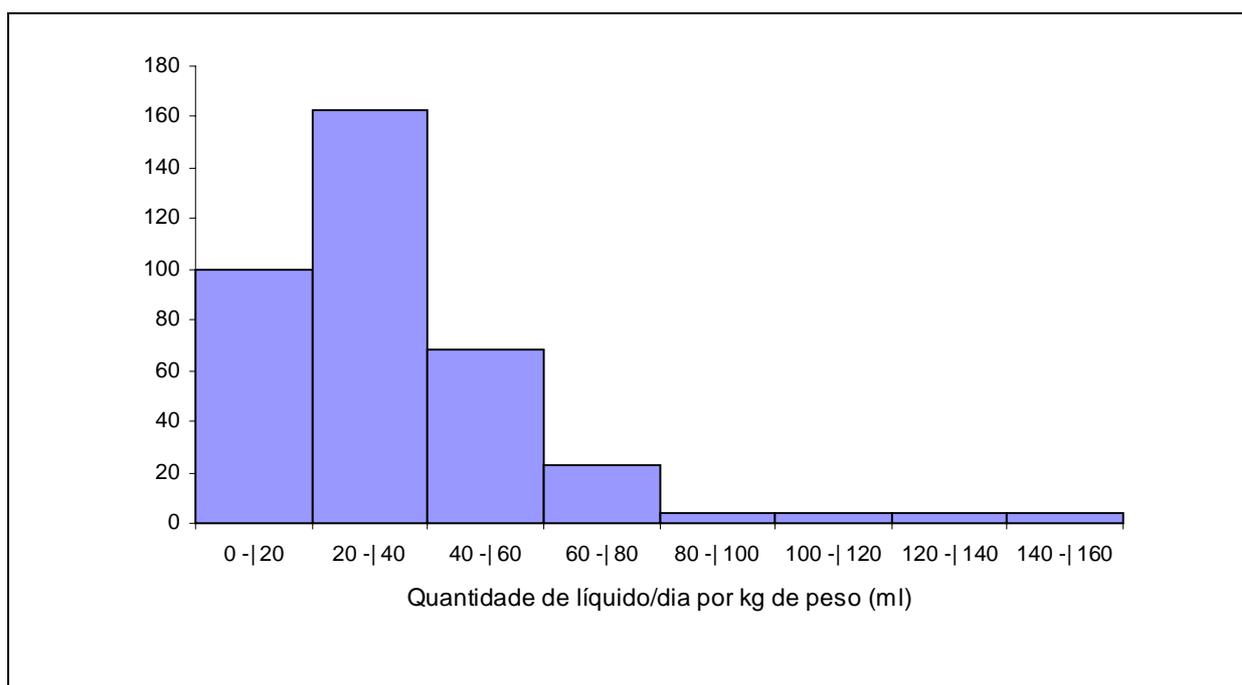


Tabela 11: Número e Percentual de Policiais Militares Segundo a Quantidade de Líquido Ingerida por Kg.de Peso (ml) por Dia no Verão.

Líquido (ml)	Total	%
0  - 10	3	0,8%
10  - 20	15	4,0%
20  - 30	61	16,4%
30  - 40	66	17,7%
40  - 50	62	16,7%
50  - 60	57	15,3%
60  - 70	45	12,1%
70  - 80	17	4,6%
80  - 100	19	5,1%
100  - 120	16	4,3%
120  - 140	7	1,9%
140  - 200	4	1,0%
Total Global	372	100,0%

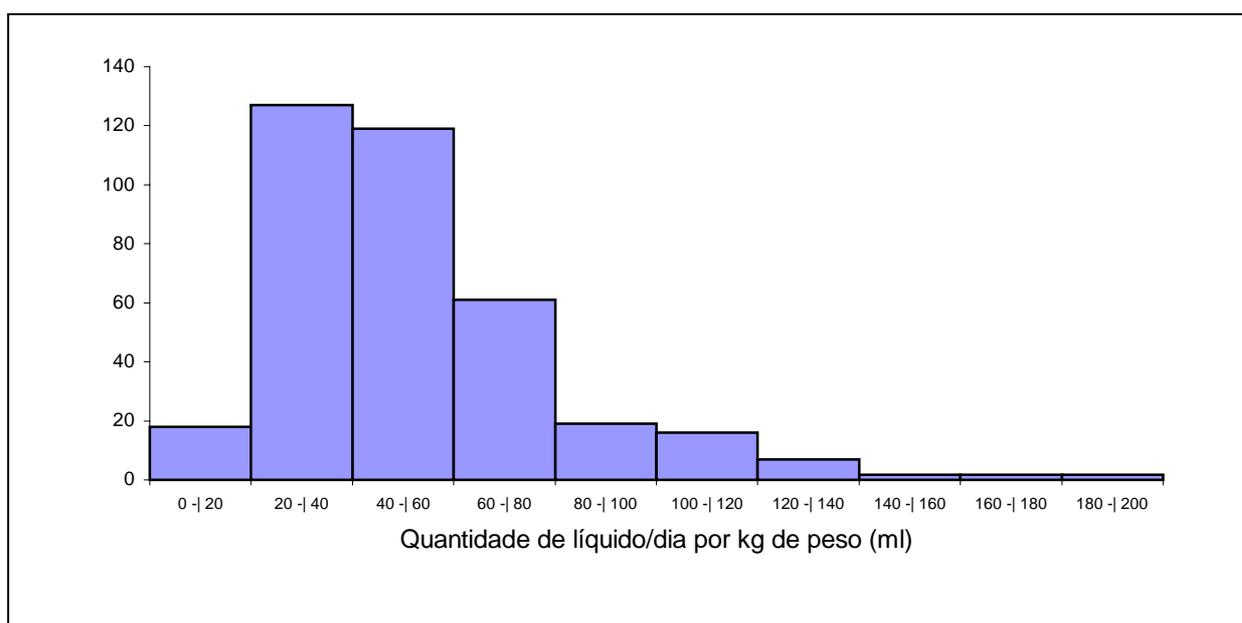
Observa-se (tabela 11) que a maior parte da população se concentra nos intervalos 20 |- 30, 30 |- 40, 40 |- 50 e 50 |- 60 correspondendo respectivamente a 16,4% (61 indivíduos), 17,7% (66 indivíduos), 16,7% (62 indivíduos) e 15,3% (57 indivíduos).

Nos demais intervalos, de maneira menos representativa, apresenta-se como menor valor o intervalo 0 |- 10, correspondendo a 0,8% da população (3 indivíduos) e, como maior valor, o intervalo 140 |- 200, correspondendo a 1% da população (4 indivíduos).

Caracteriza-se com os dados expostos, que aproximadamente 40% do efetivo da polícia militar ostensiva da Ilha de Florianópolis, apresenta-se hipoidratada, pois revelam uma ingestão de líquidos inferior a 40 ml/kg/dia.

Para melhor demonstrar os dados apresentados quanto a quantidade de líquido ingerida por Kg.de peso em mililitros por dia no verão, procurou-se ilustrar esta análise, através da figura 16:

Figura 16: Quantidade de líquido ingerida por kg.de peso (ml) por dia no verão.



### 6.3 Tabelas unidimensionais para as variáveis quantitativas categorizadas

Tabela 12: Número e Percentual de Policiais Militares segundo Adequação do Índice de Massa Corporal.

IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Total	%
Adequada	186	50,0%
Inadequada	186	50,0%
Total Global	372	100,0%

Observa-se na presente tabela 12, que a população em estudo, está igualmente dividida sob o ponto de vista de adequação do índice de massa corporal, utilizando-se como padrão, o ponto de corte 25,0 kg/m<sup>2</sup>, como valor limite de índice de massa corporal.

Tabela 13: Número e Percentual de Policiais Militares segundo Taxa de Ingestão de Líquido/Dia por Kilograma de Peso no Inverno.

Líquido (ml/kg/dia)	Total	%
Menos que 40 ml	273	73,4%
40 ml ou mais	99	26,6%
Total Global	372	100,0%

Observa-se (tabela 13) com os resultados acima apresentados, que a maior parte da população em estudo, 73,4%, possui uma baixa ingestão de líquidos durante o inverno, quando utilizado como ponto de corte a ingestão de líquidos de 40 ml/kg/dia.

Tabela 14: Número e Percentual de Policiais Militares segundo Taxa de Ingestão de Líquido/Dia por Kilograma de Peso no Verão.

Líquido (ml/kg/dia)	Total	%
Menos que 40 ml	145	38,9%
40 ml ou mais	227	61,1%
Total Global	372	100,0%

Observa-se com os resultados apresentados acima, que 38,9% da população estudada (145 indivíduos), possuem ingestão líquida, no verão, inferior a 40 ml/kg/dia, caracterizando um estado de hipoidratação entre os indivíduos integrantes do policiamento ostensivo. Os demais 61,1% da população, apresentou uma ingestão de líquidos, no verão, superior ao ponto de corte, estabelecido por Dutra de Oliveira & Marchini (1998), de 40 ml/kg/dia.

Para melhor demonstrar os dados apresentados e discutidos nas tabelas 12, 13 e 14, procurou-se ilustrar estas análises, através das figuras 17, 18 e 19:

Figura 17: Valores médios e intervalos de confiança do índice de massa corporal (IMC), quantidade de líquido ingerido por dia no inverno por quilograma de peso (QLIDIP), e quantidade de líquido ingerido por dia no verão por quilograma de peso (QLIDVP), segundo sexo, para os policiais do policiamento ostensivo de Florianópolis, 2002.

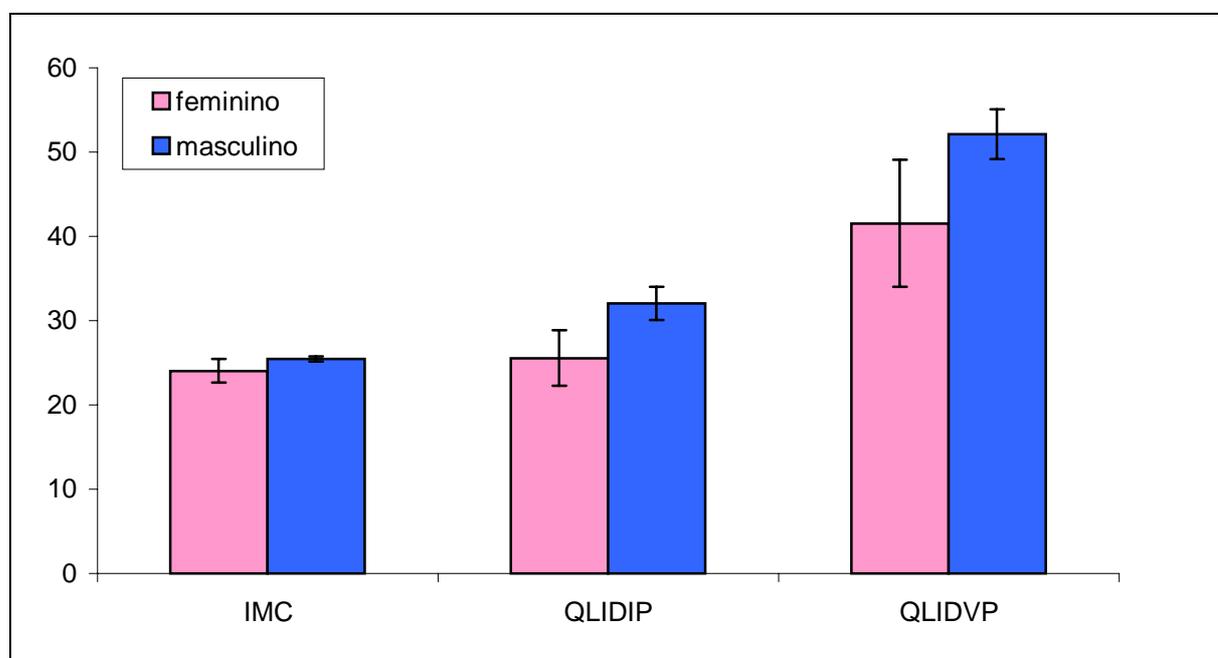


Figura 18: Valores médios e intervalos de confiança do índice de massa corporal (IMC), quantidade de líquido ingerido por dia no inverno por quilograma de peso (QLIDIP), e quantidade de líquido ingerido por dia no verão por quilograma de peso (QLIDVP), segundo turno de trabalho, para os policiais do policiamento ostensivo de Florianópolis, 2002.

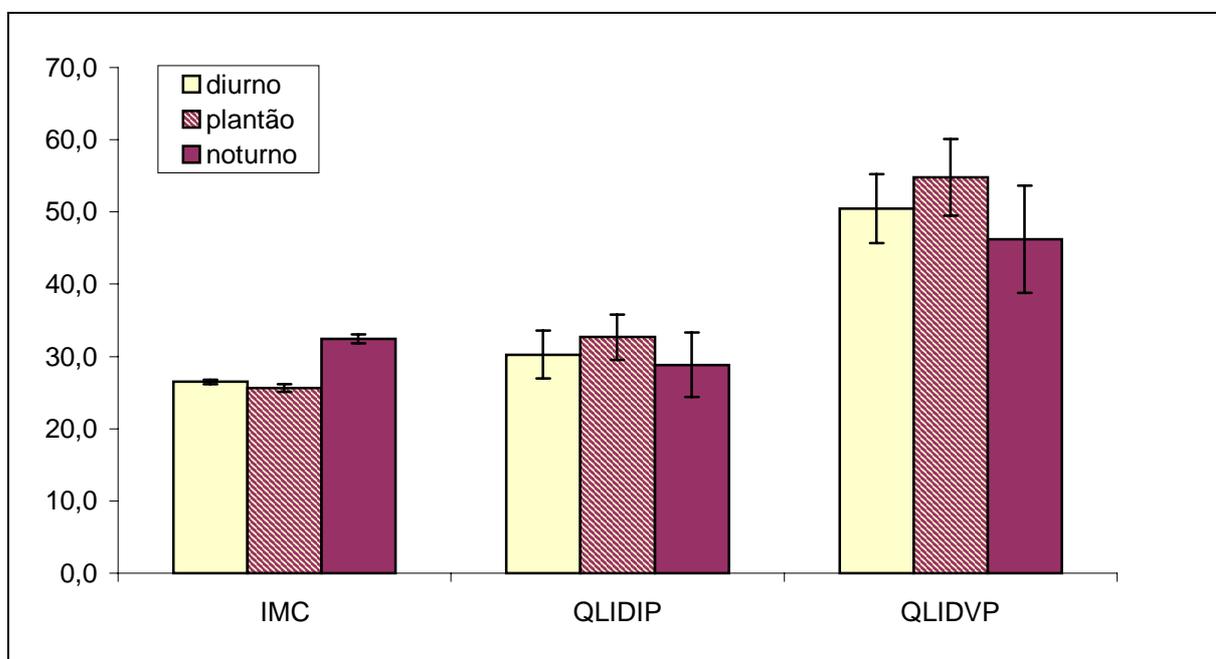
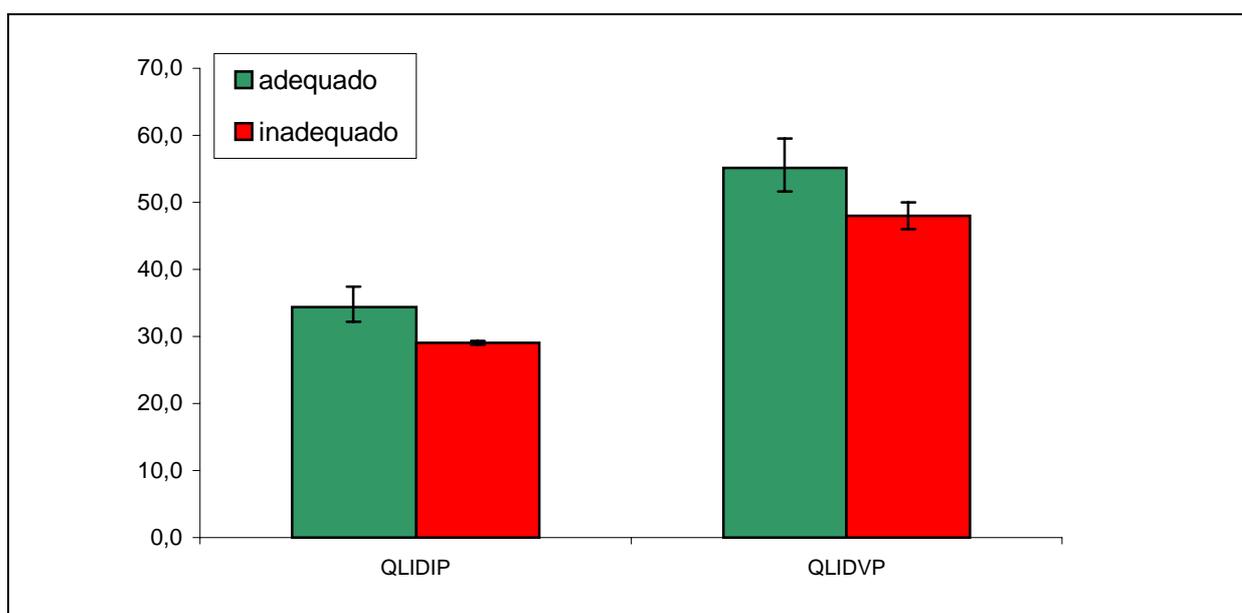


Figura 19: Valores médios e intervalos de confiança da quantidade de líquido ingerido por dia no inverno por quilograma de peso (QLIDIP) e quantidade de líquido ingerido por dia no verão por quilograma de peso (QLIDVP), segundo índice de massa corporal adequado ou inadequado, para os policiais do policiamento ostensivo de Florianópolis, 2002.



#### 6.4 Tabelas bidimensionais para as variáveis quantitativas categorizadas

Tabela 15: Número de Policiais segundo as Variáveis Faixa Etária e Turno de Trabalho.

faixa etária	Turno			Total Global	
	diur/not	Diurno	Noturno		
20 -  25		5	13	2	20
25 -  30		21	52	1	74
30 -  35		37	61	7	105
35 -  40		44	53	7	104
40 -  45		16	33	2	51
45 -  50		5	11	-	16
50 -  55		-	-	2	2
Total Global		128	223	21	372

O teste ANOVA foi aplicado para verificar se havia diferença de idade nos turnos de trabalho. O resultado ( $F = 1,57$  e  $p = 0,2099$ ) indicou não haver diferença estatisticamente significativa. As médias observadas foram de 34,6 anos no turno diurno, 35,4 anos nos plantões, e 36,6 anos no turno noturno.

Tabela 16: Número de Policiais segundo as Variáveis Ingestão de Líquido/Dia por Kilograma de Peso no Inverno e Turno de Trabalho.

Líquido/dia/kg	Turno			Total Global
	diur/not	diurno	Noturno	
Até 20 ml	37	65	8	110
20 a 40 ml	54	105	4	163
40 a 60 ml	23	38	8	69
60 a 80 ml	12	10	1	23
80 a 100 ml	2	3	-	5
100 a 200 ml	-	2	-	2
Total Global	128	223	21	372

O teste ANOVA foi aplicado para verificar se havia diferença de ingestão de líquido por quilograma de peso no inverno entre os três turnos de trabalho. O resultado ( $F = 0,35$  e  $p = 0,7062$ ) indicou não haver diferença estatisticamente significativa. As médias observadas foram de 31,1 ml no turno diurno, 32,7 ml nos plantões, e 32,9 ml no turno noturno.

Tabela 17: Número de Policiais segundo as Variáveis Ingestão de Líquido/Dia por Kilograma de Peso no Verão e Turno de Trabalho.

Líquido/dia/kg	Turno			Total Global
	diur/not	diurno	Noturno	
Até 20 ml	6	10	2	18
20 a 40 ml	41	80	6	127
40 a 60 ml	42	71	6	119
60 a 80 ml	20	38	4	62
80 a 100 ml	4	12	3	19
100 a 120 ml	9	6	-	15
120 a 150 ml	5	6	-	11
150 a 200 ml	1	-	-	1
Total Global	128	223	21	372

O teste ANOVA foi aplicado para verificar se havia diferença de ingestão de líquido por quilograma de peso no verão entre os três turnos de trabalho. O resultado ( $F = 1,27$  e  $p = 0,2831$ ) indicou não haver diferença estatisticamente significativa. As médias observadas foram de 49,9 ml no turno diurno, 54,8 ml nos plantões, e 50,1 ml no turno noturno.

Tabela 18: Número de Policiais segundo as Variáveis Índice de Massa Corporal e Sexo.

IMC	sexo		Total Global
	Feminino	Masculino	
19  - 21	4	14	18
21  - 23	3	56	59
23  - 25	4	105	109
25  - 27	5	79	84
27  - 29	1	50	51
29  - 31	2	30	32
31  - 33	-	13	13
33  - +	-	6	6
Total Global	19	353	372

O teste ANOVA foi aplicado para verificar se havia diferença de índice de massa corporal entre os dois sexos. O resultado ( $F = 4,26$  e  $p = 0,0396$ ) indicou haver diferença estatisticamente significante, com valores menores de IMC no sexo feminino. As médias observadas foram de 24,0 no sexo feminino e 25,5 no sexo masculino.

Tabela 19: Número de Policiais segundo as Variáveis Ingestão de Líquidos/Dia por Kilograma de Peso no Inverno e Sexo.

Líquido/dia/kg	sexo		Total Global
	Feminino	Masculino	
Até 20 ml	5	105	110
20 a 40 ml	14	149	163
40 a 60 ml	-	69	69
60 a 80 ml	-	23	23
80 a 100 ml	-	5	5
100 a 200 ml	-	2	2
Total Global	19	353	372

O teste ANOVA foi aplicado para verificar se havia diferença de ingestão de líquido por quilograma de peso no inverno entre os dois sexos. O resultado ( $F = 2,20$  e  $p = 0,1388$ ) indicou não haver diferença estatisticamente significante. As médias observadas foram de 25,5 ml no sexo feminino e 32,1 ml no sexo masculino.

Tabela 20: Número de Policiais segundo as Variáveis Ingestão de Líquidos/Dia por Kilograma de Peso no Verão e Sexo

Líquido/dia/kg	sexo		Total Global
	Feminino	Masculino	
Até 20 ml	-	18	18
20 a 40 ml	12	115	127
40 a 60 ml	3	116	119
60 a 80 ml	4	58	62
80 a 100 ml	-	19	19
100 a 120 ml	-	15	15
120 a 150 ml	-	11	11
150 a 200 ml	-	1	1
Total Global	19	353	372

O teste ANOVA foi aplicado para verificar se havia diferença de ingestão de líquido por quilograma de peso no verão entre os dois sexos. O resultado ( $F = 2,61$  e  $p = 0,1071$ ) indicou não haver diferença estatisticamente significativa. As médias observadas foram de 41,1 ml no sexo feminino e 52,1 ml no sexo masculino.

Tabela 21: Ingestão de Líquidos por Kilograma de Peso Corporal por Dia no Inverno entre os Policiais Militares com Índice de Massa Corporal Adequado e Inadequado.

Líquido/dia/kg	IMC		Total Global
	Abaixo de 25	Superior a 25	
Até 20 ml	48	62	110
20 a 40 ml	80	83	163
40 a 60 ml	36	33	69
60 a 80 ml	17	6	23
80 a 100 ml	3	2	5
100 a 200 ml	2	-	2
Total Global	186	186	372

O teste ANOVA foi aplicado para verificar se havia diferença de ingestão de líquido por quilograma de peso no inverno entre os policiais com IMC adequado e policiais com IMC inadequado. O resultado ( $F = 7,86$  e  $p = 0,0053$ ) indicou haver diferença estatisticamente significativa, com valores maiores de ingestão de líquido

nos policiais com IMC adequado. As médias observadas foram de 34,4 ml para os policiais com IMC adequado e 29,0 ml para os policiais com IMC inadequado.

Tabela 22: Ingestão de Líquidos por Kilograma de Peso Corporal por Dia no Verão entre os Policiais Militares com Índice de Massa Corporal Adequado e Inadequado

Líquido/dia/kg	IMC		Total Global
	Abaixo de 25	Superior a 25	
Até 20 ml	8	10	18
20 a 40 ml	56	71	127
40 a 60 ml	63	56	119
60 a 80 ml	31	31	62
80 a 100 ml	9	10	19
100 a 120 ml	9	6	15
120 a 150 ml	10	1	11
150 a 200 ml	-	1	1
Total Global	186	186	372

O teste ANOVA foi aplicado para verificar se havia diferença de ingestão de líquido por quilograma de peso no verão entre os policiais com IMC adequado e policiais com IMC inadequado. O resultado ( $F = 6,22$  e  $p = 0,0131$ ) indicou haver diferença estatisticamente significativa, com valores maiores de ingestão de líquido nos policiais com IMC adequado. As médias observadas foram de 55,2 ml para os policiais com IMC adequado e 48,0 ml para os policiais com IMC inadequado.

## 6.5 Estatísticas descritivas das variáveis quantitativas contínuas

Tabela 23 – Estatísticas descritivas para as variáveis idade, peso, altura, quantidade de líquido ingerido por dia no inverno (QLIDI), quantidade de líquido ingerido por dia no verão (QLIDV), índice de massa corporal (IMC), quantidade de líquido ingerido por dia no inverno por quilograma de peso (QLIDIP), e quantidade de líquido ingerido por dia no verão por quilograma de peso (QLIDVP), dos policiais que realizam o policiamento ostensivo em Florianópolis, 2002.

MEDIDAS	Idade(anos)	Peso (Kg)	Altura (m)	QLIDI (ml)	QLIDV (ml)	IMC	QLIDIP (ml)	QLIDVP (ml)
Média	34,97	75,15	1,72	2349,46	3840,86	25,41	31,72	51,59
Desvio	6,05	9,78	0,06	1338,98	2051,87	3,01	18,66	27,86
Mínimo	21,00	50,00	1,61	200,00	600,00	18,99	2,35	8,57
1º quartil	30,00	68,00	1,67	1400,00	2400,00	23,39	18,60	32,26
Mediana	35,00	74,00	1,72	2000,00	3400,00	24,96	27,18	46,15
3º quartil	39,00	80,00	1,75	3000,00	4650,00	27,27	40,58	63,50
Máximo	52,00	105,00	1,86	11600,00	13800,00	35,16	158,90	200,00

A tabela 23 permite verificar a distribuição assimétrica da população investigada nas variáveis referentes à quantidade de ingestão de líquido. A amplitude quartil demonstra grande salto de valores depois do terceiro quartil nessas variáveis, indicando a presença de alguns valores muito mais altos que os demais. Nas demais variáveis, a população apresentou distribuição relativamente simétrica, com coeficiente de variação entre 3 e 17%.

Tabela 24 – Estatísticas descritivas para as variáveis idade, peso, altura, quantidade de líquido ingerido por dia no inverno (QLIDI), quantidade de líquido ingerido por dia no verão (QLIDV), índice de massa corporal (IMC), quantidade de líquido ingerido por dia no inverno por quilograma de peso (QLIDIP), e quantidade de líquido ingerido por dia no verão por quilograma de peso (QLIDVP), dos policiais de sexo feminino que realizam o policiamento ostensivo em Florianópolis, 2002.

MEDIDAS	Idade(anos)	Peso (Kg)	Altura (m)	QLIDI (ml)	QLIDV (ml)	IMC	QLIDIP (ml)	QLIDVP (ml)
Média	30,89	67,05	1,66	1684,21	2757,89	24,02	25,54	41,54
Desvio	4,89	8,15	0,03	431,96	1104,21	3,12	7,32	16,74
Mínimo	23,00	50,00	1,63	1000,00	1600,00	19,53	14,08	22,54
1º quartil	27,00	61,00	1,65	1300,00	1900,00	21,36	18,60	32,53
Mediana	30,00	68,00	1,65	1600,00	2200,00	23,72	25,64	32,91
3º quartil	36,00	72,00	1,67	2000,00	3300,00	25,58	38,24	63,68
Máximo	40,00	80,00	1,72	2600,00	5400,00	30,48	41,64	76,67

A tabela 24 permite verificar a distribuição menos assimétrica dos policiais do sexo feminino nas variáveis referentes à quantidade de ingestão de líquido. A amplitude quartil demonstra saltos de valores depois do terceiro quartil nessas variáveis, mas são mais acentuados no verão que no inverno. Nas demais variáveis, a população apresentou distribuição simétrica, com coeficiente de variação entre 1,8 e 13%.

Tabela 25 – Estatísticas descritivas para as variáveis idade, peso, altura, quantidade de líquido ingerido por dia no inverno (QLIDI), quantidade de líquido ingerido por dia no verão (QLIDV), índice de massa corporal (IMC), quantidade de líquido ingerido por dia no inverno por quilograma de peso (QLIDIP), e quantidade de líquido ingerido por dia no verão por quilograma de peso (QLIDVP), dos policiais de sexo masculino que realizam o policiamento ostensivo em Florianópolis, 2002.

MEDIDAS	Idade(anos)	Peso (Kg)	Altura (m)	QLIDI (ml)	QLIDV (ml)	IMC	QLIDIP (ml)	QLIDVP (ml)
Média	35,19	75,59	1,72	2385,27	3899,15	25,48	32,06	52,13
Desvio	6,03	9,67	0,06	1361,70	2074,76	2,99	19,02	28,23
Mínimo	21,00	52,00	1,61	200,00	600,00	18,99	2,35	8,57
1º quartil	31,00	69,00	1,68	1400,00	2400,00	23,51	18,60	32,93
Mediana	35,00	75,00	1,72	2000,00	3400,00	25,04	27,38	46,58
3º quartil	39,00	81,00	1,75	3200,00	4800,00	27,34	42,11	63,77
Máximo	52,00	105,00	1,86	11600,00	13800,00	35,16	158,90	200,00

A tabela 25 permite verificar a distribuição muito assimétrica dos policiais do sexo masculino nas variáveis referentes à quantidade de ingestão de líquido. A amplitude quartil demonstra grande salto de valores depois do terceiro quartil nessas variáveis, indicando a presença de alguns valores muito mais altos que os demais. Nas demais variáveis, a população apresentou distribuição relativamente simétrica, com coeficiente de variação entre 3,5 e 17%.

## 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 7.1 Conclusões

A excelência do conhecimento da saúde no trabalho, cada vez mais, torna-se importante e necessário no âmbito da ergonomia, nutrição, medicina, educação física e diversas outras áreas, essencialmente onde se faça necessário otimizar a capacidade funcional do indivíduo. Dentro do paradigma da ergonomia, onde procura-se mudar as condições de trabalho, de forma a adaptá-las às características fisiológicas e psicológicas do ser humano, para que o trabalho seja "*ergon*" - realização, e não "*ponein*" - sofrimento, a hidratação torna-se essencial.

A prática da promoção da saúde e a prevenção de doenças vêm ganhando grande popularidade impulsionadas pelo interesse crescente na qualidade de vida das pessoas, pela importância da minimização do sofrimento, e também , pela necessidade premente de controle e redução de acidentes de trabalho.

Atualmente, experiências já praticadas em países mais desenvolvidos começam a ser absorvidas no Brasil, e neste contexto, há que se ressaltar a importância da nova visão da atenção integral à saúde no trabalho, como pioneira da incorporação dos modernos conceitos de prevenção em nosso meio. É o reflexo de um novo sistema mais adequado aos tempos atuais, onde observa-se um enfoque centrado em uma abordagem ampla de saúde, enfatizando a prevenção nos seus vários níveis.

O desafio que se coloca hoje, é o de gerenciar a aplicação na prática, dos recursos criados e que efetivamente se tornam disponíveis, como um impacto positivo a saúde do trabalhador.

Quando considerou-se a perspectiva de estudar o contingente de Policiais Militares de Florianópolis, aceitou-se a pretensão de predizer o grau de hidratação de seus organismos, através de métodos e fórmulas já existentes. A inovação veio surgir, a partir do momento em que foi traçado o cuidado necessário da hidratação no trabalho diante das características climatológicas de Florianópolis.

O estudo da hidratação, emerge neste momento, relativo talvez a criar para a Polícia Militar de Florianópolis, mais um instrumento de busca pela qualidade e excelência na realização do trabalho.

Assim, as informações que seguem, em forma de conclusões da presente tese, esclarecem à nível diagnóstico, o que talvez possa ser um dos grandes fatores que interferem na potencialidade individual do efetivo militar. A saber:

- O trabalho militar não prepara, por si próprio, o condicionamento físico de seus elementos, haja visto que, 50% da sua população apresenta índice de massa corporal acima do limite desejado, caracterizando diferentes graus de sobrepeso e/ou obesidade.
- A ingestão quantitativa de líquidos pelos policiais ostensivos, nas estações de inverno e de verão não é suficiente para manter uma constância no padrão de aptidão para o trabalho e para a saúde, diante das características climáticas de Florianópolis.

- Observa-se estados de hipoidratação na população que executa trabalho de policiamento ostensivo, durante as estações de verão e Inverno, ao comparar-se a taxa de ingestão líquida por quilograma de peso por dia. É preciso observar, que a categoria de policiamento ostensivo, precisa executar sua jornada de trabalho de maneira físico-dinâmica, utilizando suas estruturas corporais, como também, os processos cognitivos do trabalho. Para tanto, torna-se necessário, certo grau de hidratação entre seus componentes, de forma a qualificar os resultados da atuação da polícia militar de Florianópolis.

Diante disto, congruentemente o presente trabalho, possibilitou a criação da formulação de um Repositor Hidroeletrólítico, visando atenuar a hipoidratação, com o objetivo de inovar, ampliando e criando mais um benefício, na melhoria da qualidade de vida e potencial físico do contingente humano.

Obviamente, a melhor estratégia para tratar a hipoidratação e/ou a desidratação é a prevenção. Entretanto, a hipoidratação é fato real e atual na região de Florianópolis, e por esta razão, este estudo foi conduzido para determinar os procedimentos pelos quais a reidratação, durante o trabalho, pudesse ser otimizada.

Sabe-se, pela revisão da literatura, que a ingestão de água pura provoca menor retenção de líquido pelo corpo desidratado comparada às bebidas carboidrato-eletrolíticas, devido ao fato de manterem a osmolalidade do sangue maior que a água, estimulando o hormônio antidiurético para a conservação de água pelos rins.

A concentração das vitaminas seguiram as recomendações do RDI (Doses Diárias de Referência) e da OMS (Organização Mundial de Saúde), onde isoladamente, são colocadas em doses não superiores as máximas permitidas de

consumo, para que desta forma, a presente formulação possa ser manipulada sem restrições.

Quanto a concentração de glicose e sódio, foram utilizadas concentrações semelhantes a dos soros hidratantes orais, havendo pouca variação. Com relação ao potássio, procurou-se utilizar uma concentração semelhante a do plasma humano.

Espera-se, com a formulação carboidrato-eletrolítica abaixo descrita e discutida no capítulo 3, contribuir de maneira benéfica e inovadora, com a população militar catarinense, e com a comunidade catarinense em geral.

*Componentes da Formulação Hidratante:*

*Água: 300 ml*

*Glicose: 6g (20 mg/ml)*

*Sódio: 1g (3.33 mg/ml)*

*Potássio: 15 mg (0,05 mg/ml)*

*Vitamina C: 30 mg*

*Vitamina B<sub>1</sub>: 1 mg*

*Riboflavina: 1 mg*

*Vitamina B<sub>3</sub>: 10 mg*

*Vitamina B<sub>5</sub>: 5 mg*

*Vitamina B<sub>6</sub>: 1 mg*

*Vitamina B<sub>12</sub>: 3 mcg*

*Vitamina H: 50 mcg*

## 7.2 Recomendações para futuros trabalhos

- Realizar, sob a ótica da ergonomia e da nutrição, um estudo aprofundado sobre a necessidade de criar repositores hidroeletrólíticos para os diversos segmentos de trabalho físico na região de Florianópolis.
- Sistematizar pesquisas, que possam colaborar com a Polícia Militar de Santa Catarina, na organização, orientação e acompanhamento do desenvolvimento de atividades físicas no trabalho, de forma a atender aos interesses da organização e da sociedade.
- Criar estudos, através da ergonomia, meteorologia e das ciências médicas, para aprofundada análise da influência das variações climáticas regionais nos processos fisiológicos humanos durante a realização de trabalho físico.
- Recomenda-se ainda, que seja realizado estudos no sentido de traçar um diagnóstico preciso sobre a influência do uso de repositores hidroeletrólíticos sobre a qualidade de vida dos policiais militares de Florianópolis, como também, criar cursos de educação nutricional e conscientização dos limites fisiológicos humanos durante a hipoidratação e desidratação.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, R.A. & VIANELLO, R.L. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – Imprensa Universitária, 1991.
- ALONSO-GONZALEZ, J. & COYLE, E.F. "Efeitos Fisiológicos de la Deshidratación". **Apunts Educación Física y Deportes**, pp. 82-133. Barcelona, 1998.
- ALONSO-GONZALEZ, J. & RODRIGUEZ, M.R. "Dehydration Reduces Cardiac output and Increases Systemic and Cutaneous Vascular Resistance During Exercise". **Journal Physiology**, pp 1487-1508, 1999.
- AOKI, M.S. & SEELAENDER, M.C.L. "Suplementação Lipídica para Atividades Intensas". In: **Revista Paulista de Educação Física**. v. 13(2), p. 230-38, São Paulo, 1999.
- ANDERSON, J. "Nutrition and Injury Prevention". **Journal American Diet Society**, pp 242 – 255, v. 73, 1991.
- ARAÚJO, I. F. **Tempo de Serviço do Policial Militar e sua relação com suas condições de Saúde**. Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Polícia Militar de Santa Catarina. Monografia. Centro de Ensino da Polícia Militar, Florianópolis, 1994.
- ARAÚJO, A C.M. & SOARES, Y.N.G. "perfil de Utilização de Repositores Proteicos em Academias". In: **Revista de Nutrição de Campinas**. V. 12(1), Campinas, 1999.
- ASSIS, M.A.A. **Consulta de Nutrição**. Florianópolis: Editora Insular Ltda, 1997.
- ASTRAND, P.O & RODAHL, K. **Tratado de Fisiologia do Exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.
- ÁVILA-PIRES, F.D. **Princípios de Ecologia Médica**. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- BARCELOS, J.P. & MENESTRINA, C.O. **Crerios de Avaliação de Desempenho para Oficiais da Polícia Militar**. Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Polícia Militar de Santa Catarina. Monografia. Centro de Ensino da Polícia Militar, Florianópolis, 1995.

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

BIESEK, S. & CÔRTE, S. **Nutrição: Um Caminho para a Vitória**. Curitiba: Abaeté Gráfica Editora Ltda, 1997.

BRONDENBERGER, G. & FOLLENIUS, M. "Effect of Rehydration on Atrial Natriuretic Peptide Release During Exercise in the Heat". **Journal Physiology**, pp 2516-2521, 1989.

CANDAS, V. & BRANDENBERGER, J.C. "Hydration during Exercise". In: **Eur. J. Appl. Physiol.** V. 55, p. 113-122, Swiss, 1986.

CHANDLER, J. "The Effect of Bee Pollen on Physiological Performance". **Science Medicine Sports Exercise**, v 17, pp 310-334, 1985.

CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria da Administração**. São Paulo: Editora Mc Graw-Hill Ltda, 1993.

CLARK, N. **Guia de Nutrição Desportiva: Alimentação para uma Vida Ativa**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

COLGAN, M. **Optimum Sports Nutrition**. New York: Advanced Research Press, 1993.

COYLE, E.F. "Carboidratos e Desempenho Atlético". In: **Revista de Medicina Desportiva**, v 9, pp. 9-23, 1997.

DANTAS, E.H.M. **A Prática da Educação Física**. Rio de Janeiro: Shape Editora e Promoções Ltda, 1998.

DAVIS, J. M. et alli. "Fluid Availability of Sports Drinks Differing in Carbohydrate type and concentration". In: **American Journal of Clinical Nutrition**, v.51, pp. 33-51, 1990.

DEPRÉS, J. P. & BOUCHARD, C. "Physical Activity and Coronary Heart Disease Risk Factors During Childhood and Adolescence". In: **Exercise and Sport Sciences Reviews**. v. 18, n. 3, pp. 15-25, 1996.

DITTBERNER, M. R. **Causas e Efeitos das Turbulências nas Operações Aéreas do Aeroporto Internacional Hercílio Luz**. Monografia. Departamento de Geografia-UFSC. Florianópolis, 2000.

DORES, S.M.C. & PAIVA, S.R. "Vitamina K: Metabolismo e Nutrição". In: **Revista de Nutrição**. V.14 (3), Campinas, 2001.

DRECHSLER, A. **The Weighlifting Encyclopedia: A Guide to World Class Performance**. New York: AISA Communications, Flushing, 1998.

DUTRA DE OLIVEIRA, J. E. & MARCHINI, S.J. **Ciências Nutricionais**. São Paulo: Editora Savier, 1998.

EINSINGBACH, T. **La Recuperación Muscular**. Barcelona: Editora Paidotribo, 1990.

ETZIONE, A. **Análise Comparativa De Organizações Complexas sobre o Poder, o Engajamento e seus Correlatos**. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.

FERREIRA JR., M. **Saúde no Trabalho**. São Paulo: Editora Roca, 2000.  
FOX, E., BOWERS, R.W., FOSS, M. L. **The Physiological basis of Physical Education and Athletics**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1991.

FISCHER, J.E. **Nutrição**. Rio de Janeiro: Medsi, 1995.

FOX, E.L. **Bases Fisiológicas de Educação Física e Desportos**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1991.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 1999.

FREGLY, M.J. & BLATTEIS, C. M. **Environmental Physiology**. New York: Oxford University Press, 1996.

FREYSLEBEN, L.M.C. **Aspectos Essenciais do Ritmo Climático da Região Sul**. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 1979.

GARCIA, J. A. V. **Curso de Alimentacion Y Nutricion en la Actividad Fisica y el**

**Deporte.** Barcelona: Comitê Olimpico Español, v.3, 1996.  
GASTELU, D. & HATFIELD, F.D. **Dynamic Nutrition for Maximum Performance.** New York: Avery Publishing Group, 1997.

GOFFMAN, E. **Estigma: Notas sobre a Manipulação da Identidade Deteriorada** Rio de Janeiro: Editora Zahar, 1974.

GUIRALDELLI, B.C. **A História da Polícia Militar Brasileira.** Rio de Janeiro: Editora Zahar, 1988.

GUYTON, A.C & HALL, J. E. **Textbook of Medical Physiology.** Philadelphia: Ed. Saunders, 1996.

HALL, R. **Organizações: Estrutura e Processo.** Rio de Janeiro: Editora Prentice-Hall do Brasil Ltada, 1984.

HARPER, H.A. **Manual de Química Fisiológica.** São Paulo: Atheneu, 1990.

HUNT, C.D. "Effect of Pollen Extract Upon Adolescent Swimmers". In: **Journal American Clinical Nutricion**, v.37, pp. 46-60, 1992.

HERRMANN, M. L. **Levantamento dos Desastres Naturais Causados pelas Adversidades Climáticas no Estado de Santa Catarina Durante o Período de 1980 a 2000.** Florianópolis: Imprensa Oficial, 2001.

JETHON, Z. "Effects of Additional Supply of Minerals and Vitamins an Physical Work Capacity". In: **Journal Symposium for Sportsmen Sweden**, 1972.

KAMEL, D. & KAMEL, J. **Nutrição e Atividade Física.** Rio de Janeiro: Editora Sprint, 1996.

KANAAME, R. **Comportamento Humano nas Organizações: O Homem Rumo ao Século XXI.** São Paulo: Editora Atlas, 1995.

KATZ, D. & KAHN, R.L. **Psicologia Social das Organizações.** São Paulo: Editora Atlas, 1978.

KING, F. C. **Flora Ilustrada Catarinense.** Curitiba: Abequa, 1995.

KIRCHHOFF, V.W. **Introdução a Geofísica Espacial**. São Paulo: Editora da USP, 1991.

KLEIN, R. M. **Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina**. Curitiba: Abequa, 1997.

KOOT, P. & DEURENBERG, P. "Comparison of Changes in Energy Expenditure and Body Temperatures after Caffeine Consumption". In: **Ann Nutr. Metab.** V. 39, p. 135-142, Netherlands, 1995.

LIEBMAN, M. **Metabolismo de Carboidratos e Condicionamento Físico**. São Paulo: Editora Roca Ltda, 2002.

LEAL, P. C. **Sistema Praial Moçambique – Barra da Lagoa – Ilha de Santa Catarina – Brasil: Aspectos Morfológicos, Morfodinâmicos, Sedimentológicos e Ambientais**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia – Departamento de Geociências – Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, 1999.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: O Exemplo de São Paulo**. São Paulo: Editora Hucitec, 1985.

McARDLE, W. ET AL. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1985.

MAHAN, L.K. & ARLIN, M. T. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. São Paulo: Editora Roca Ltda, 2000.

**MANUAL BÁSICO DE POLICIAMENTO OSTENSIVO**. Ministério do Exército. Polícia Militar de Santa Catarina, 1995.

MARCINEIRO, W. **Susceptibilidade dos Policiais Militares de Santa Catarina aos Fatores de Risco de Doenças Coronarianas**. Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Polícia Militar de Santa Catarina. Florianópolis, 1993.

MARINS, J.C. & DANTAS, E.H.M. "Bebidas para Deportistas Y Electrolitos Plasmáticos". In: **Archivos de medicina del deporte**. v. XVIII, n.86, p. 621-626, Ucam, 2001.

MARINS, J.C. "Exercício Físico e Calor - Implicações Fisiológicas e Procedimentos

de Hidratação". In: **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.1, n.3, p. 26-48, 1996.

MEIRELES, A. "Teoria das Realidades Culturais Diferentes". In: **Revista Alferes**, v. 9. Rio de Janeiro, 1986.

MITCHELL, H.S. **Nutrição**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda, 2000.

MOTA, J. **Educação e Saúde: Contributo da Educação Física**. Portugal: Câmara Municipal de Oeiras, 1992.

MONTEIRO, F. & FURTADO, C.F. **A Massa Tropical Continental**. São Paulo: Editora Roca Ltda, 1995.

MONTEIRO, A.H. **Características Geográficas do Sul do Brasil**. Curitiba: Abequa, 1998.

MONTOYE, H. J. **Measuring Physical Activity and Energy Expenditure**. EUA: Human Kinetics, 1996.

MOREIRA, A. S. "Power In and Around Organizations". In: **Review Sociological**. V.35, pp.15-35, Greenwich, 1993.

NADEL, E. R. & CAFARELLI, E. "Circulatory Regulation During Exercise in Different Ambient Temperatures". In: **American Physiological Society**. New Haven, 1979.

NAHAS, M. V. & CORBIN, C. B. "Educação para a Aptidão Física e Saúde: Justificativa e Sugestões para Implementação nos Programas de Educação Física". In: **Rev. Bras. De Cineantropometria e Movimento**. V.6, pp. 14-24, 1992.

NOAKES, T.D. "Fluid Replacement During Exercise". In: **Science Medicine Sports Exercise**, v 56, pp 310-334, 1998

O'HARA, W.J. "Loss of Body Weight and During Exercise in a Cold". In: **Can. Med. Journal**. V. 117, pp. 773-793, Canadá, 1977.

O'HARA, W. J. "Fat Loss in the Cold: a Controlled Study". In: **Journal Appl. Physiology**. V. 46, pp. 872-877, Canadá, 1979.

OMS-Organización Mundial de la Salud. "Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas". In: **Informe de Un Grupo de Estudio de la OMS**. Ginebra, 1990.

OMS-Organização Mundial de Saúde. **Necessidades de Energia e Proteína: Série de Relatos Técnicos 724**. São Paulo: Editora Roca, 1998.

OMS-Organização Mundial de Saúde. **Elementos Traço na Nutrição e Saúde Humanas**. São Paulo: Editora Roca, 1998.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Conocimientos Actuales Sobre Nutrición**. Instituto Internacional de Ciências de la Vida (ILSI). Washington, EUA: North America-Publicação Científica, n. 532, 1991.

PEREIRA, R.A. et alli. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1997.

PETROSKI, E.L. **Antropometria: Técnicas e padronizações**. Porto Alegre: Editora Palotti, 1999.

PINTO, K.M.C. & RODRIGUES, L.O.C. "Efeitos da Temperatura da Água Ingerida Sobre a Fadiga Durante o Exercício em Ambiente Termoneuro". In: **Revista Paulista de Educação Física**. v.15(1), p. 45-54, São Paulo, 2001.

PIVARNIK, J.M. **Balço Hidroeletrólítico Durante o Repouso e o Exercício**. São Paulo: Editora Roca, 2002.

POLETTI, N. S. **Análise Episódica da Dinâmica Atmosférica: As Temperaturas Elevadas do Verão de 2001 em Santa Catarina**. Monografia de Conclusão do Curso de Bacharelado em Geografia – Departamento de Geociências – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

PUHL, S. & BUSKIRK, E. **Distúrbios Homeostáticos Durante o Exercício**. São Paulo: Editora Roca, 2002.

RAFF, H. **Segredos em Fisiologia**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

**REGULAMENTO INTERNO E DOS SERVIÇOS GERAIS DA POLÍCIA MILITAR**. Polícia Militar de Santa Catarina, 1984.

RIGHETTO, A.M. **Hidrologia e Recursos Hídricos**. São Carlos: EESC/USP, 1998.

ROBERTS, D.E. & PENNYCOOK, J.W. "Effects of Restricted Water Intake on Performance In **Cold Environment**". **Technical Report**, v.94 , Army Research Institute of Environmental Medicine. Natick, 1994.

ROBERGS, R.A. & ROBERTS, S.O. **Fisiologia do Exercício**. São Paulo: Phorte Editora Ltda, 2002.

ROSSKOPF, L.B. & DICARLO, L.J. **Carbohydrate-electrolyte replacement improves distance running performance in the heat**. Atlanta: Medicine and Science in Sports and Exercise, 1992.

ROTTA, I. L. **O Trabalho da Polícia Militar em Postos Policiais: Estudo e Proposta**. Monografia. Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Polícia Militar de Santa Catarina. Florianópolis, 1986.

SALTIN, B. & STENBERG, J. "Circulatory Response to Prolonged Severe Exercise". **In: Journal Physiology**, pp. 833-838, 1997.

SCOTT, J.M. & COYLE, E.F. "Influence of Graded Dehydration on Hyperthermia and Cardiovascular Drift During Exercise". **In: American Physiological Society**. Texas: The University of Texas at Austin, 1992.

SETTINERI, L. I. C. **Nutrição e Atividade Física**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1987.

SILVA, I. **Polícia Militar: Desafios de Hoje e Sempre**. Florianópolis: Gráfica Bristot, 1992.

SIMÕES, M.C. **Composição Corporal das Policiais Femininas de Florianópolis**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

SHARKEY, B.J. **Condicionamento Físico e Saúde**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SOLOMON, R.M. "O Estresse Policial". **In: Revista Especial da Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro**. pp. 31-35. Rio de Janeiro, 1999.

STEVEN, R.E. "The Effect of bee Pollen on the Improvement of Certain Blood Factors and Performance of Male Collegiate Swimmers". In: **Journal Athletic Trainers Association**, n 11. Sweden, 1985.

TARANTO, G. **Bases Fisiológicas de Educação Física e dos Desportos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – Imprensa Universitária, 1991.

TIRAPEGUI, J. & GOMES, M.R. "Relação de alguns Suplementos Nutricionais e Desempenho Físico. In: **Archivos Latinoamericanos De Nutrición**. V.50, n.4, 2000.

VALLERAND, A.L. & KAVANAGH, M.F. "Mechanism of Enhanced Cold Tolerance by an Ephedrine – Caffeine Mixture in Humans". In: **Journal Physiology**, pp. 67-86, 1989.

VAN WAY III, C.W. **Segredos em Nutrição**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

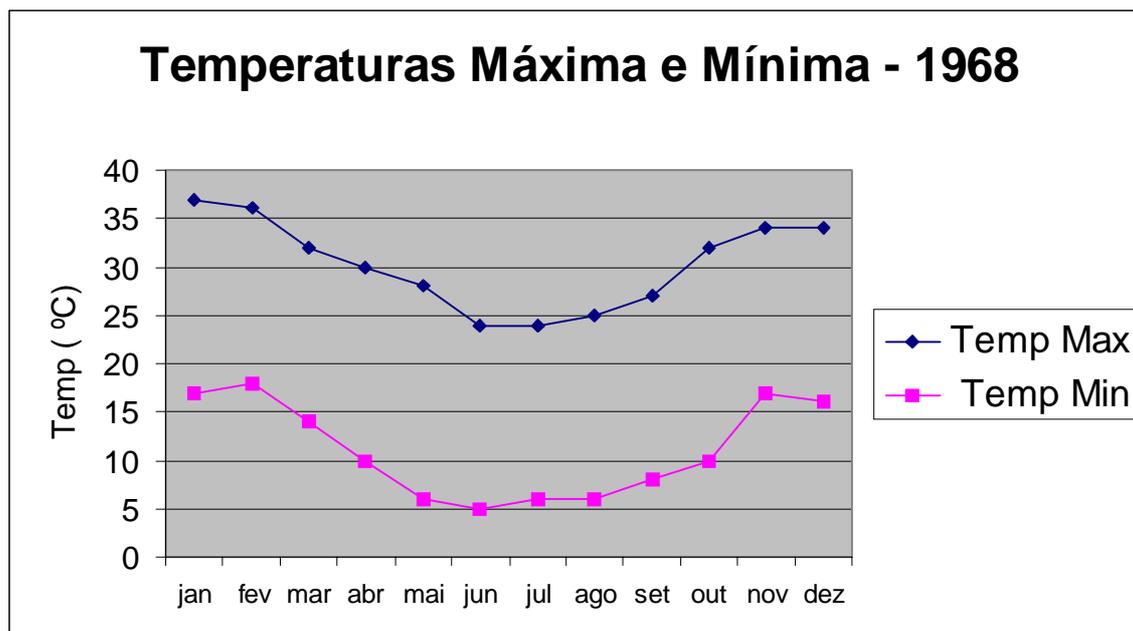
VELHO, N.M. **Diagnóstico da Aptidão Física Geral das Policiais Militares do Estado de Santa Catarina**. Curso de Pós-Graduação em Educação Física – Universidade Federal de Santa Catarina. Monografia. Florianópolis, 1991.

VELHO, N.M. **Análise da Aptidão Física dos Policiais Militares do Estado de Santa Catarina**. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano- Universidade Federal de Santa Maria – Rio GRANDE DO Sul. Dissertação de Mestrado. Santa Maria, 1994.

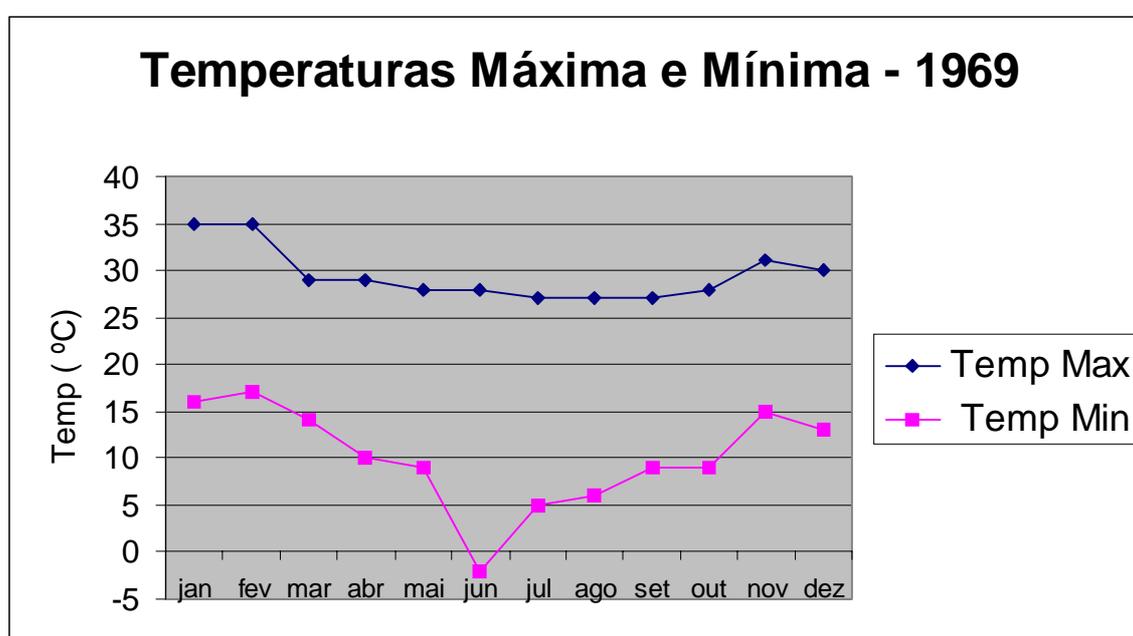
WEINECK, J. **Biologia do Esporte**. São Paulo: Editora Manole Ltda, 2000.

WOLINSKY, I. & HICKSON JR, J.F. **Nutrição no Exercício e no Esporte**. São Paulo: Editora Roca Ltda, 1996.

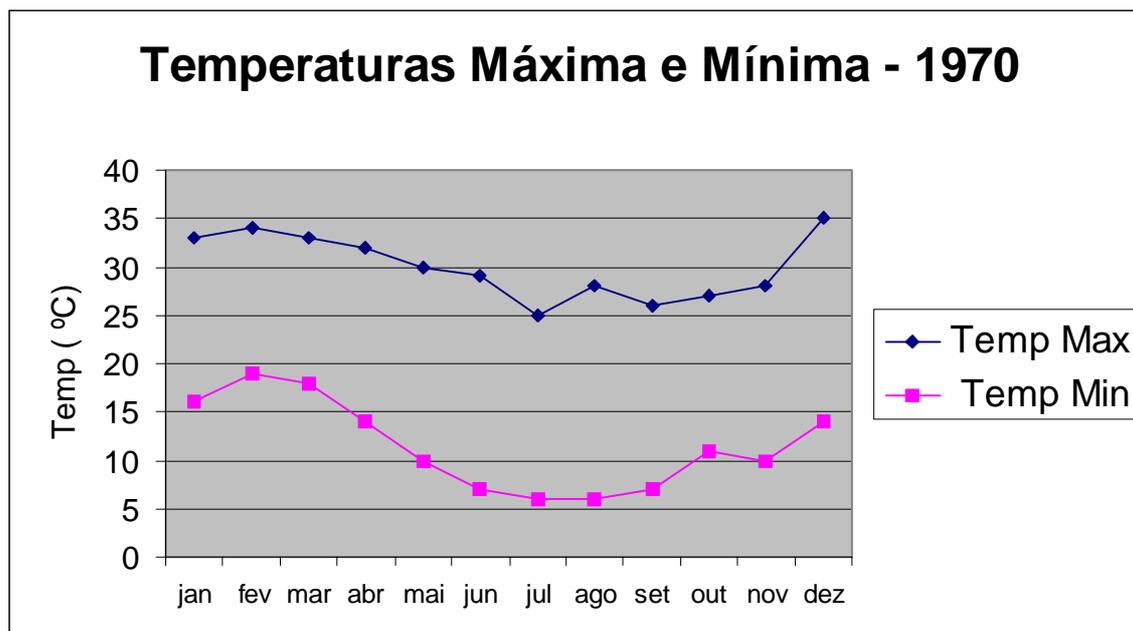
## APÊNDICES



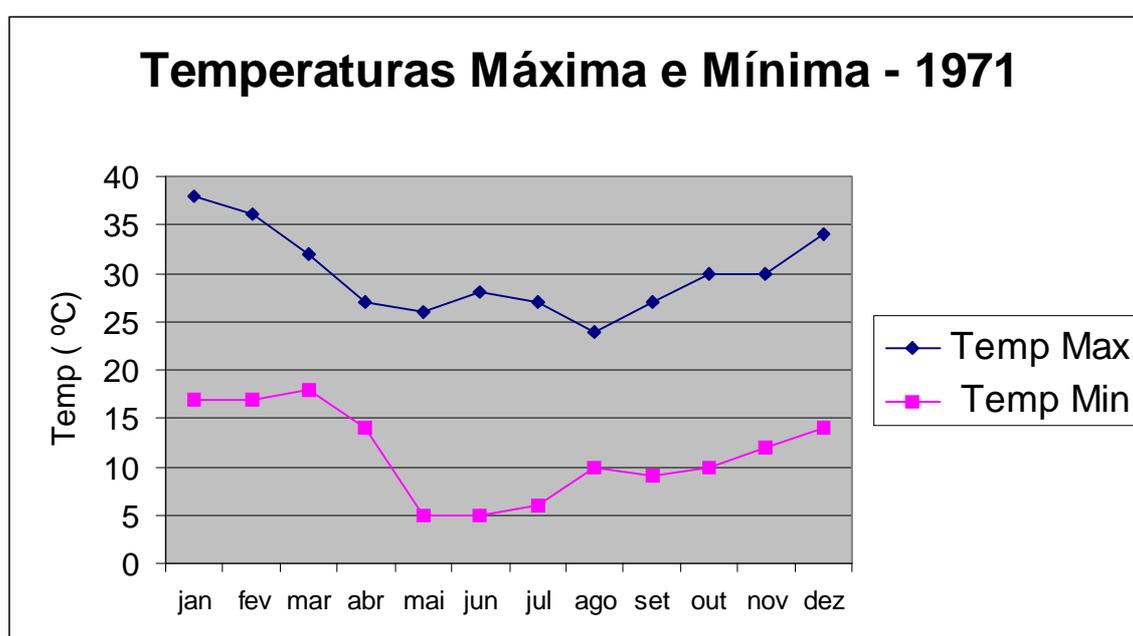
APÊNDICE A - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1968.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



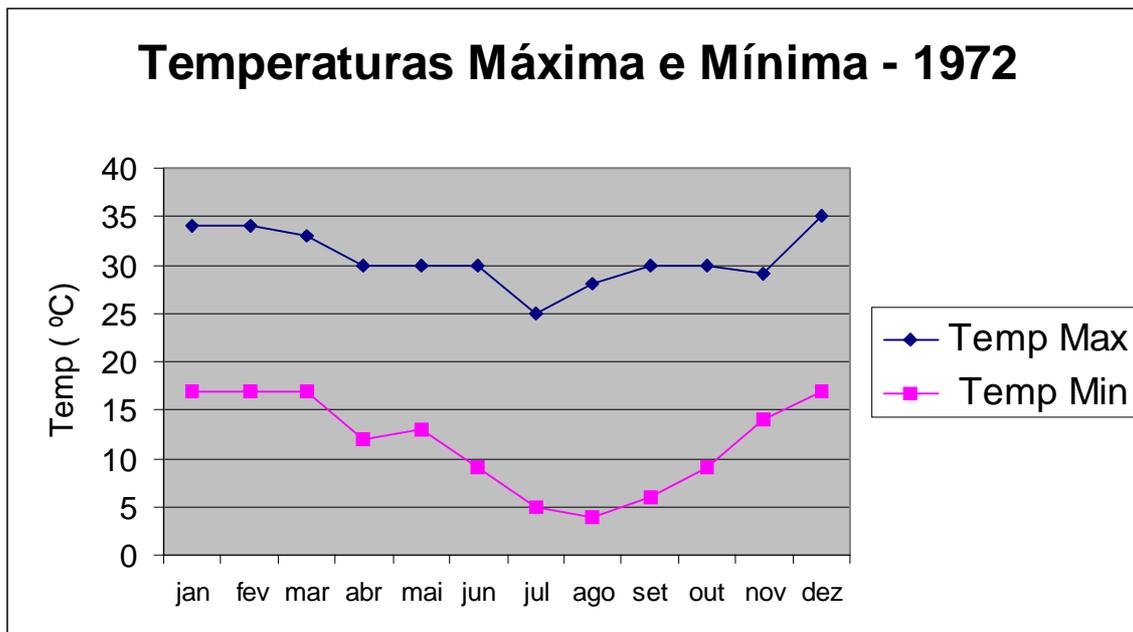
APÊNDICE B - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1969.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



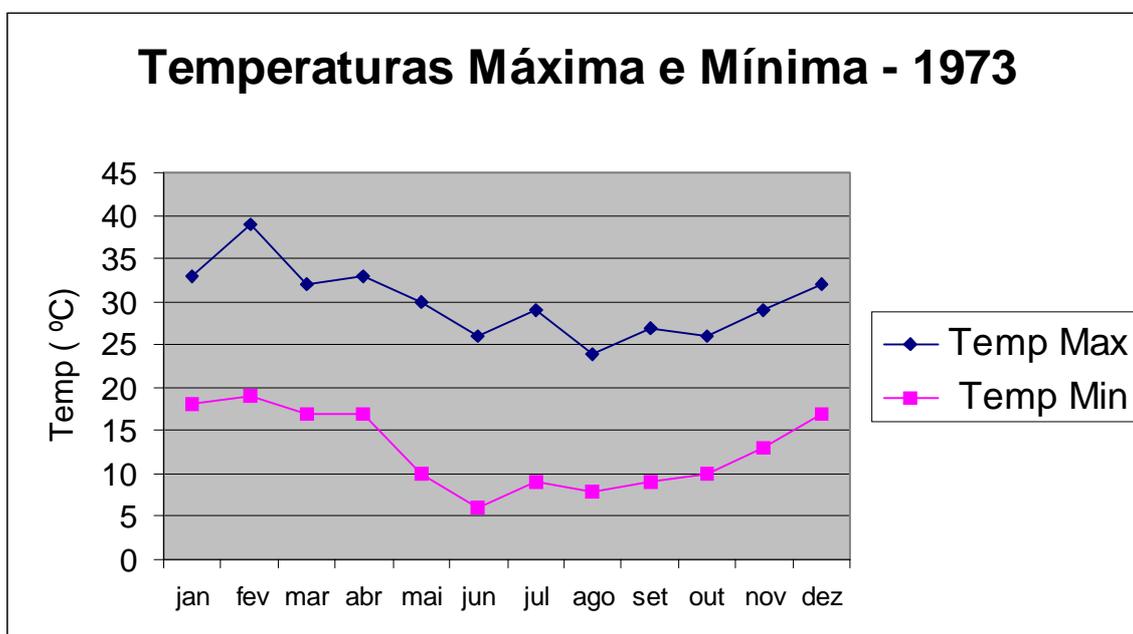
APÊNDICE C - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1970.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



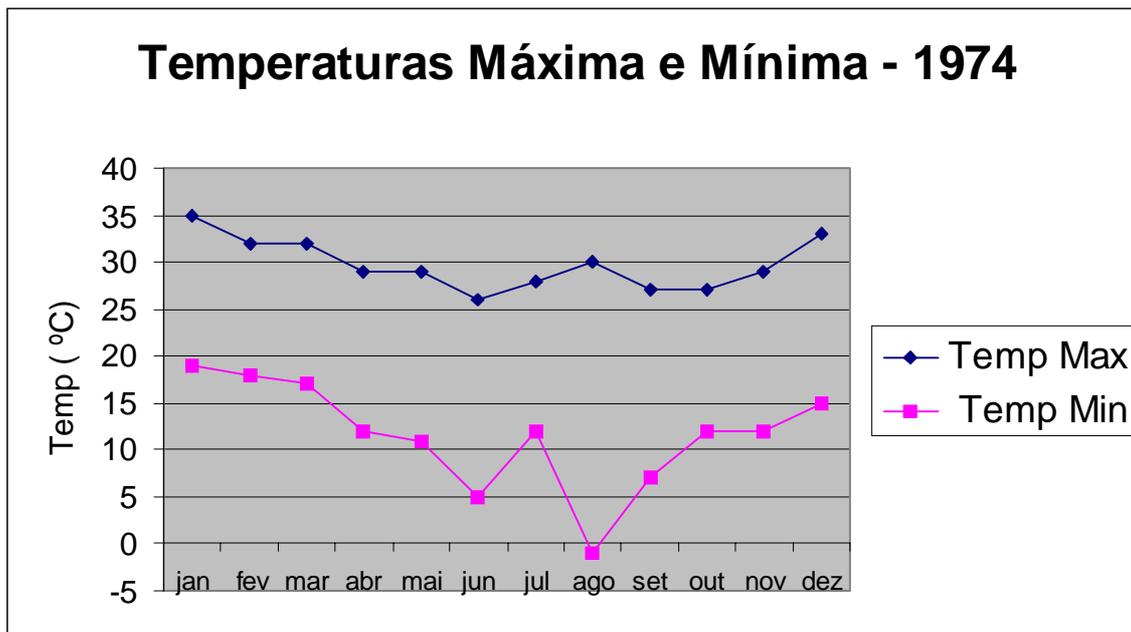
APÊNDICE D - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1971.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



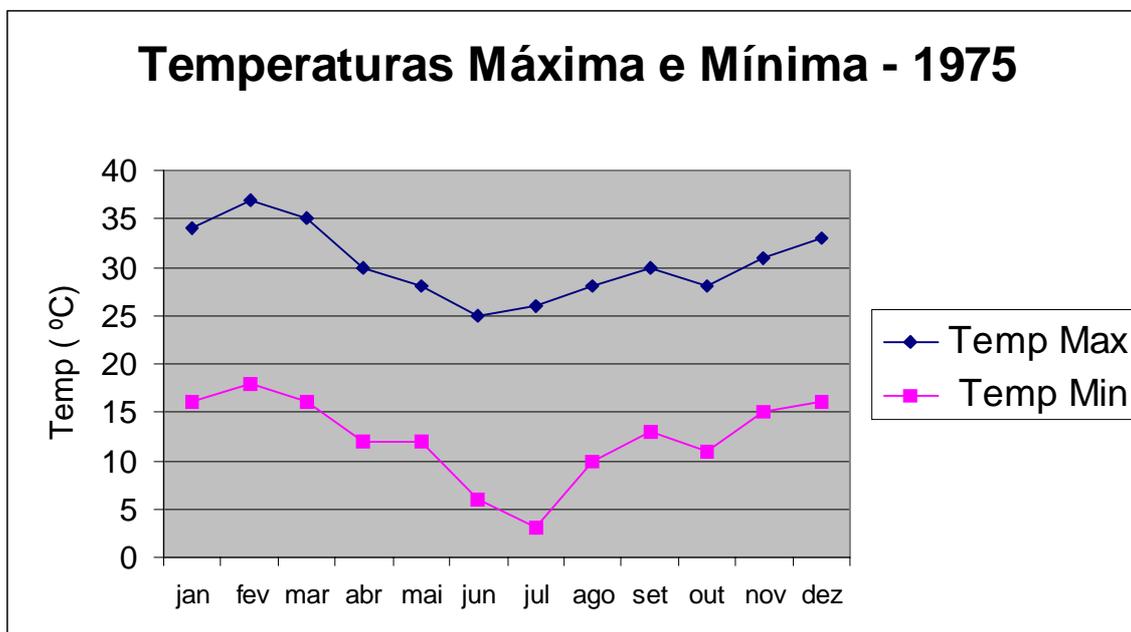
APÊNDICE E - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1972.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



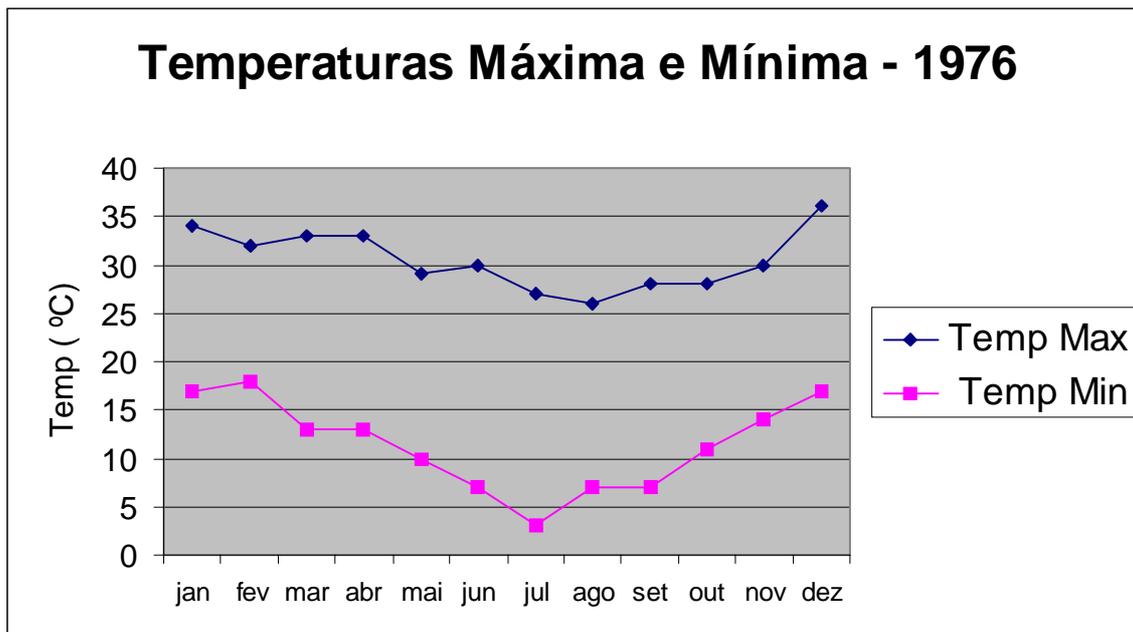
APÊNDICE F - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1973.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



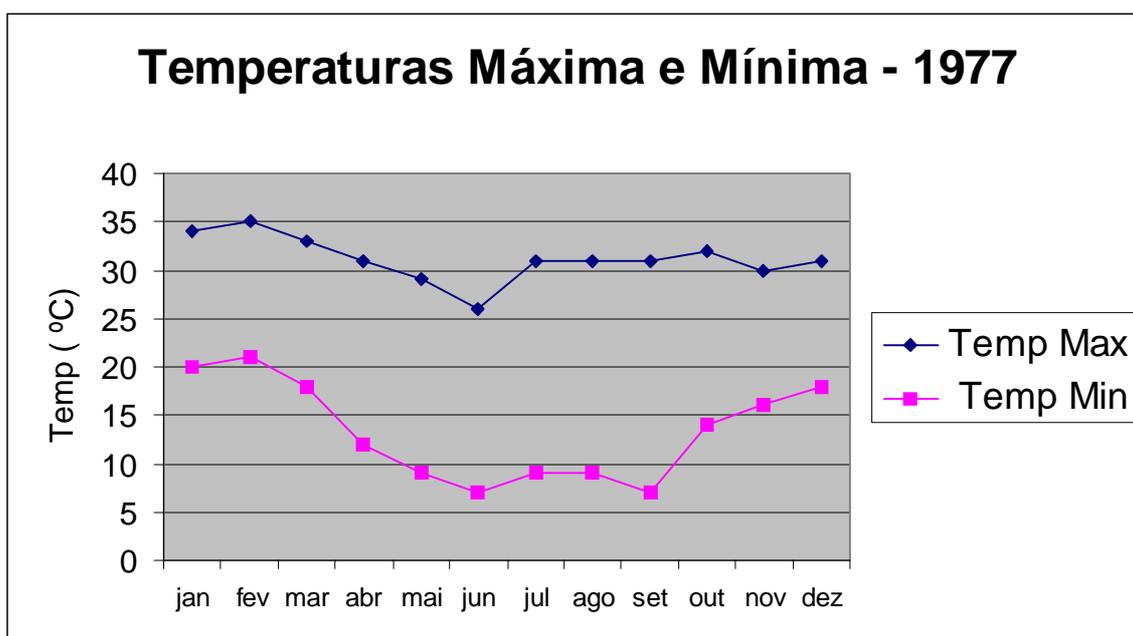
APÊNDICE G - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1974.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



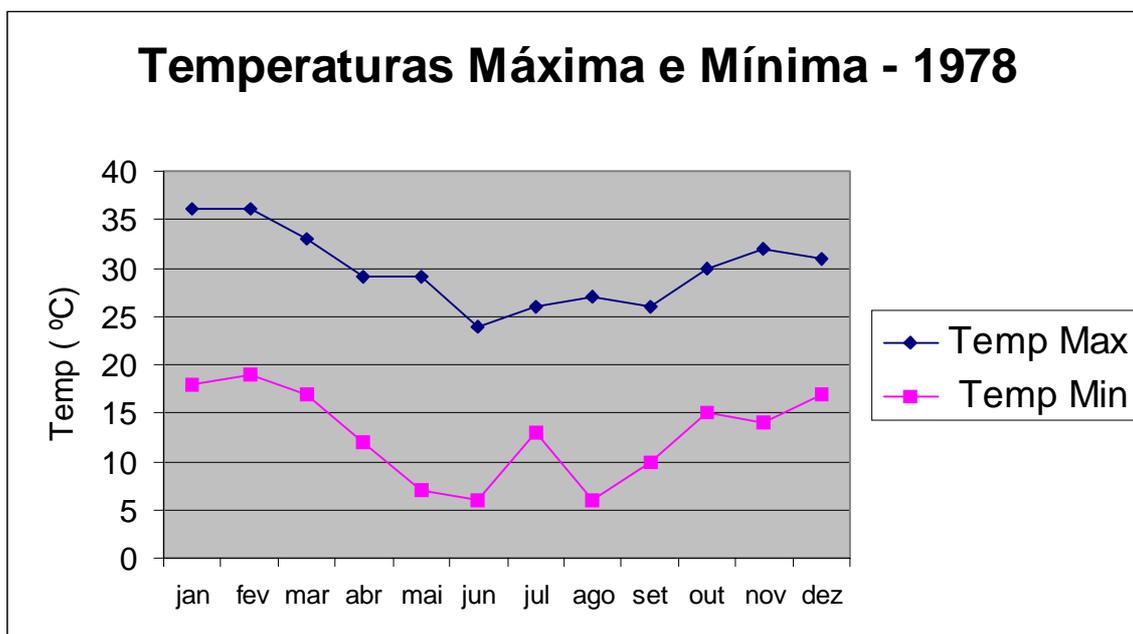
APÊNDICE H - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1975.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



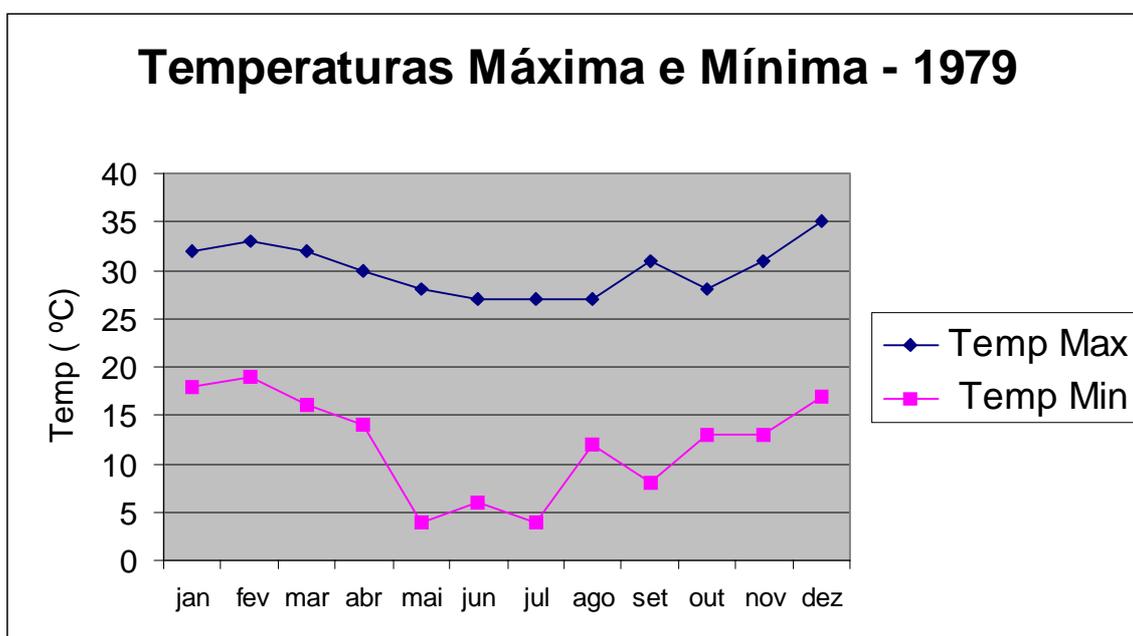
APÊNDICE I - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1976.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



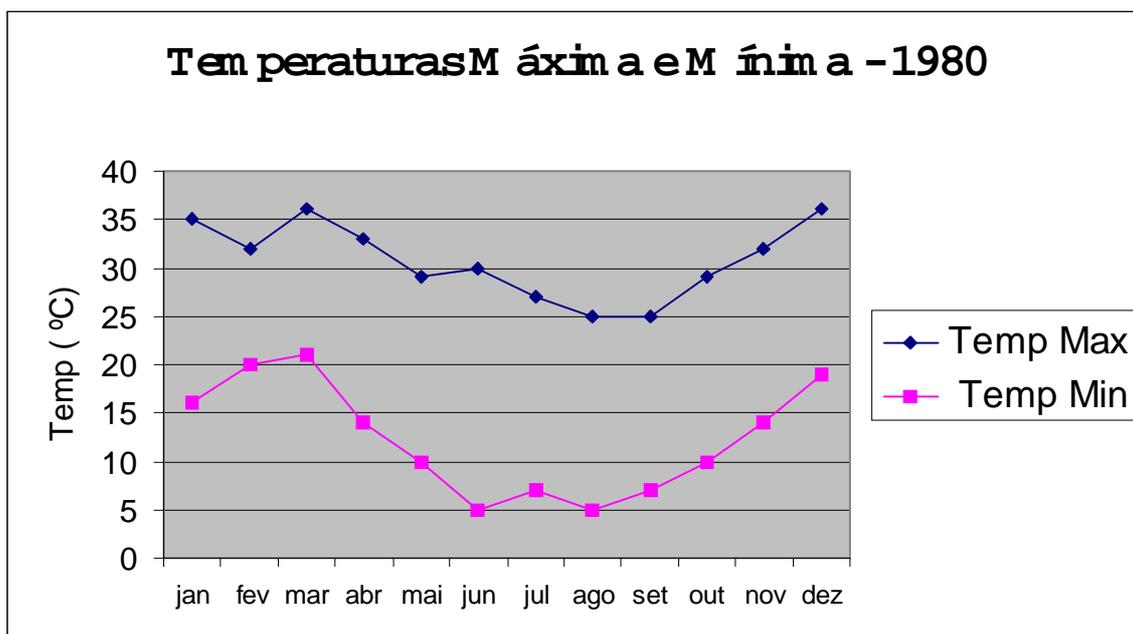
APÊNDICE J - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1977.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



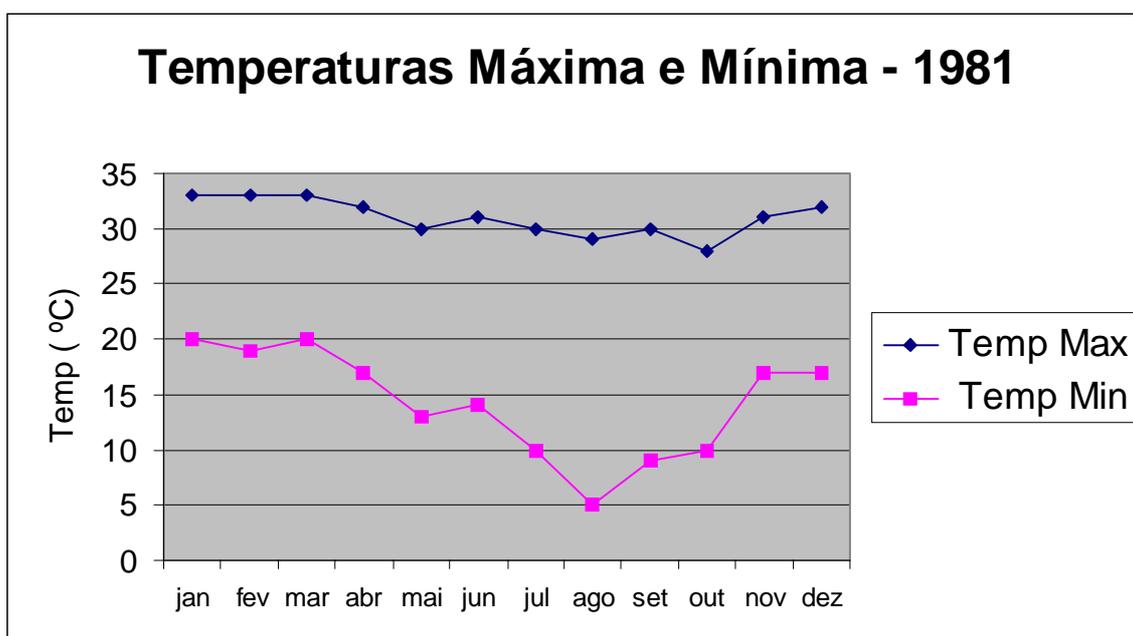
APÊNDICE L - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1978.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



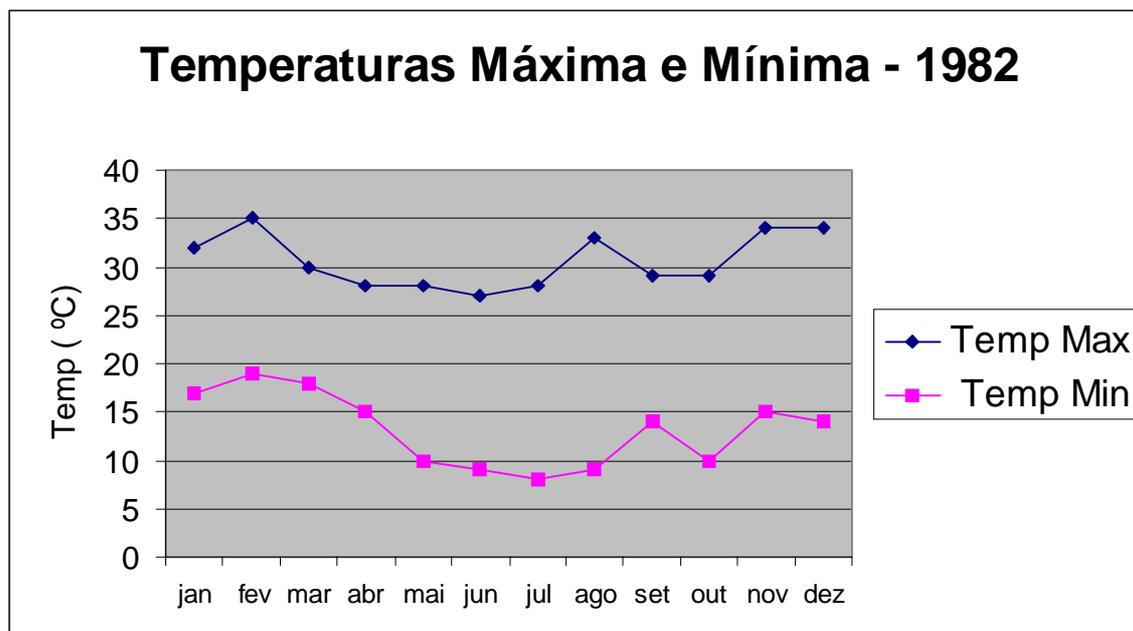
APÊNDICE M - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1979.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



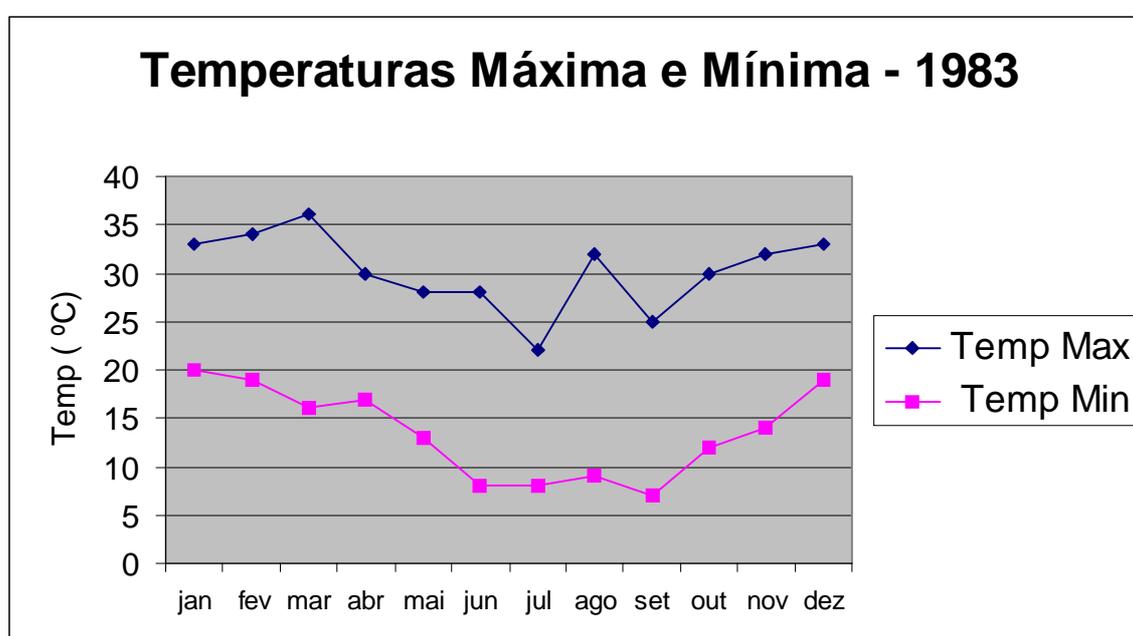
APÊNDICE N - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1980.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



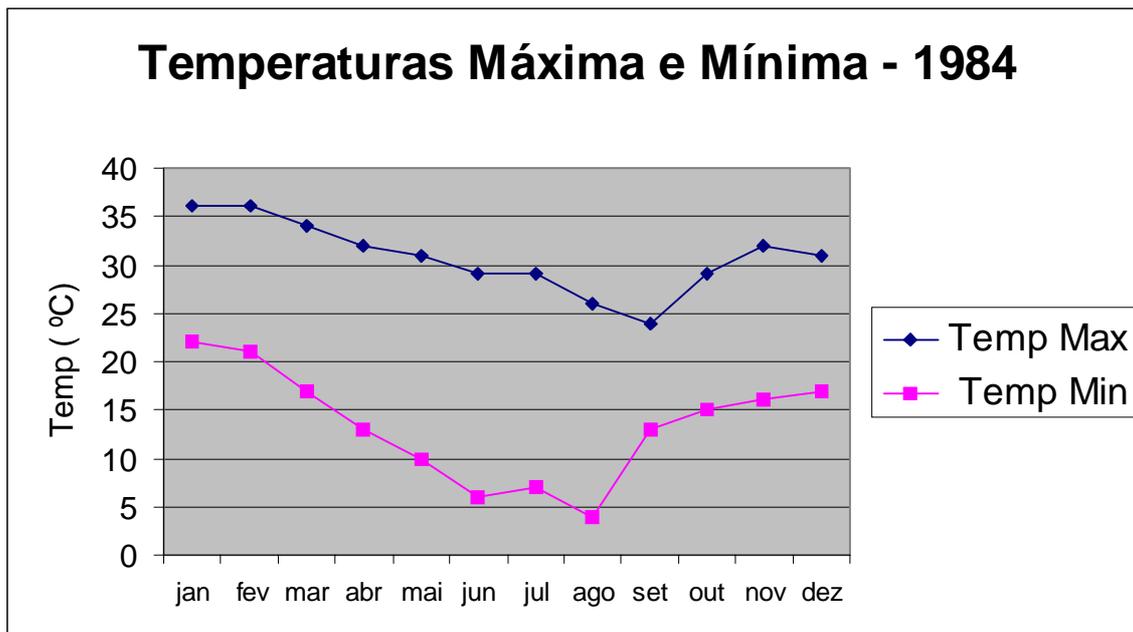
APÊNDICE O - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1981.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



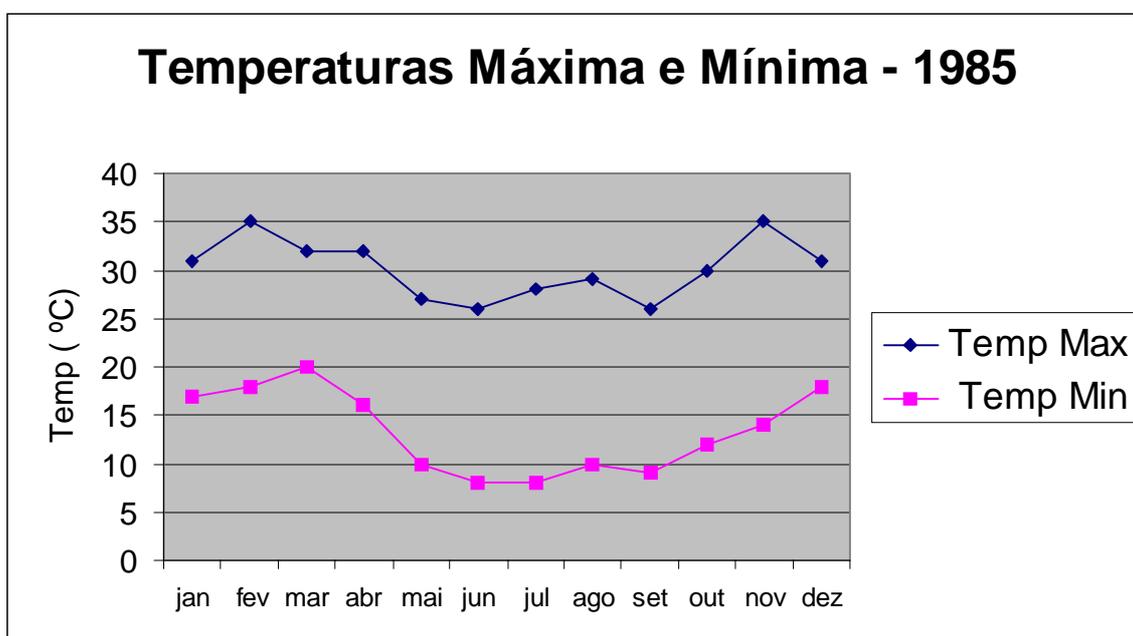
APÊNDICE P - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1982.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



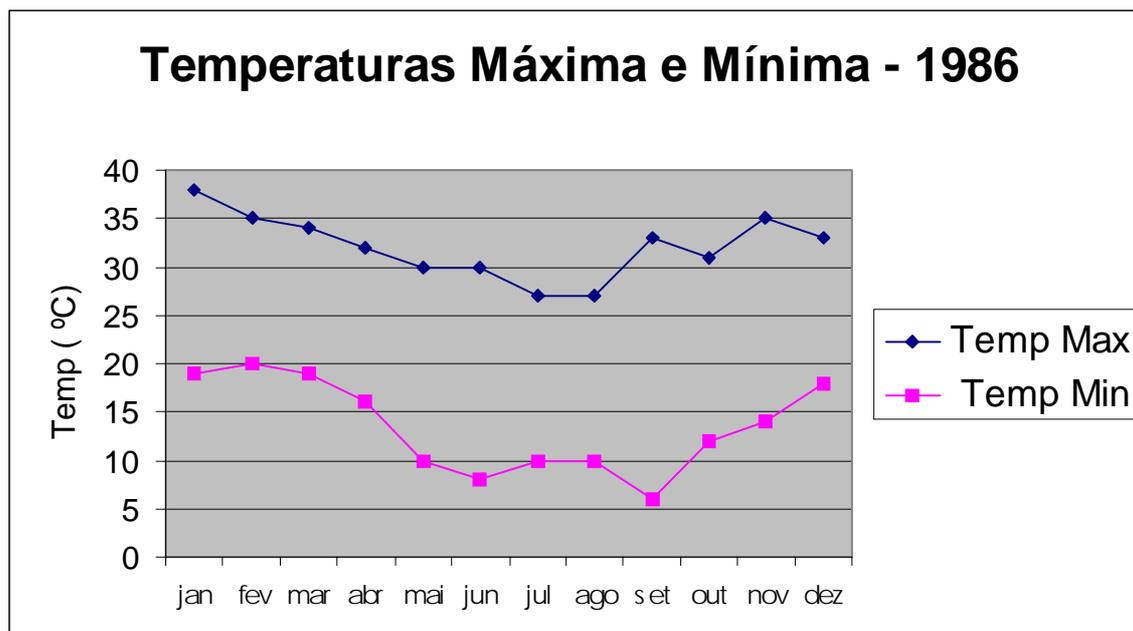
APÊNDICE Q - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1983.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



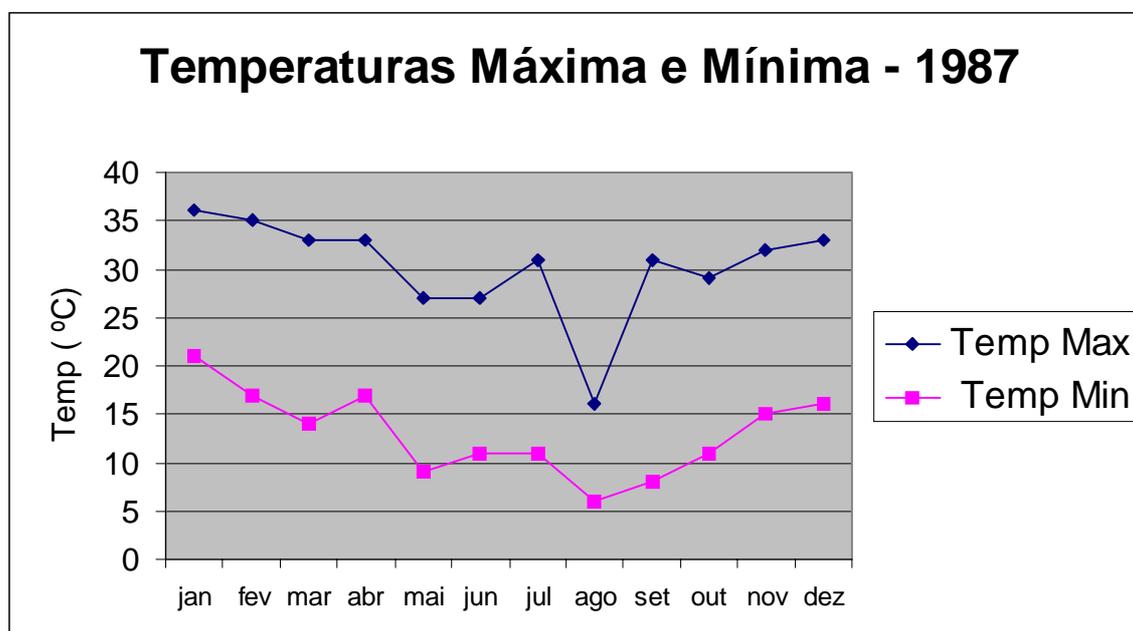
APÊNDICE R - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1984.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



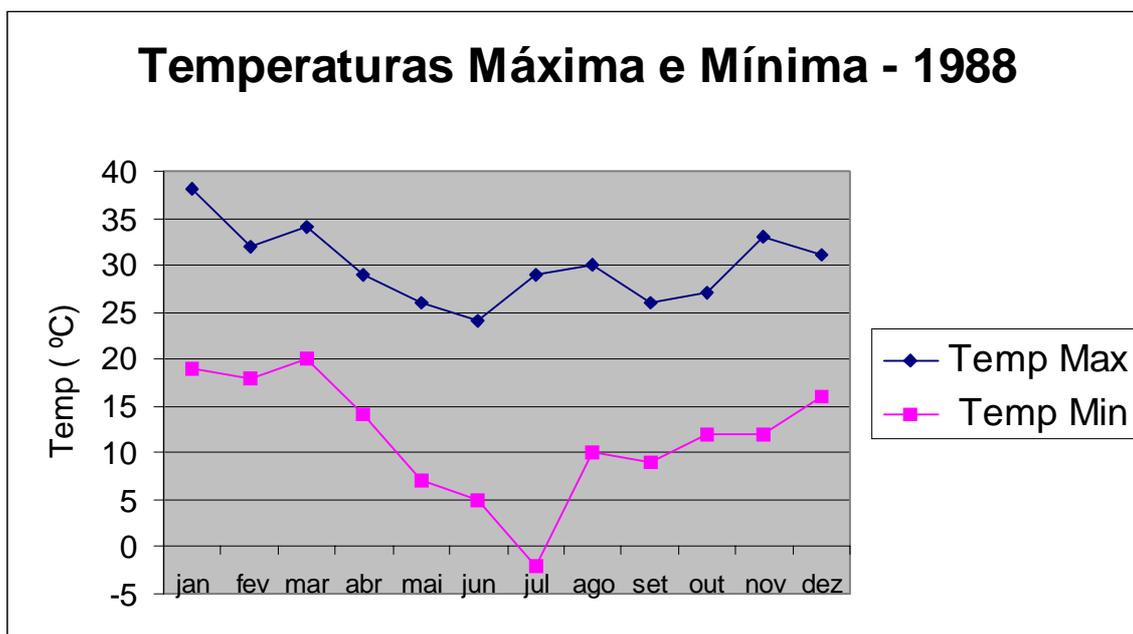
APÊNDICE S - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1985.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



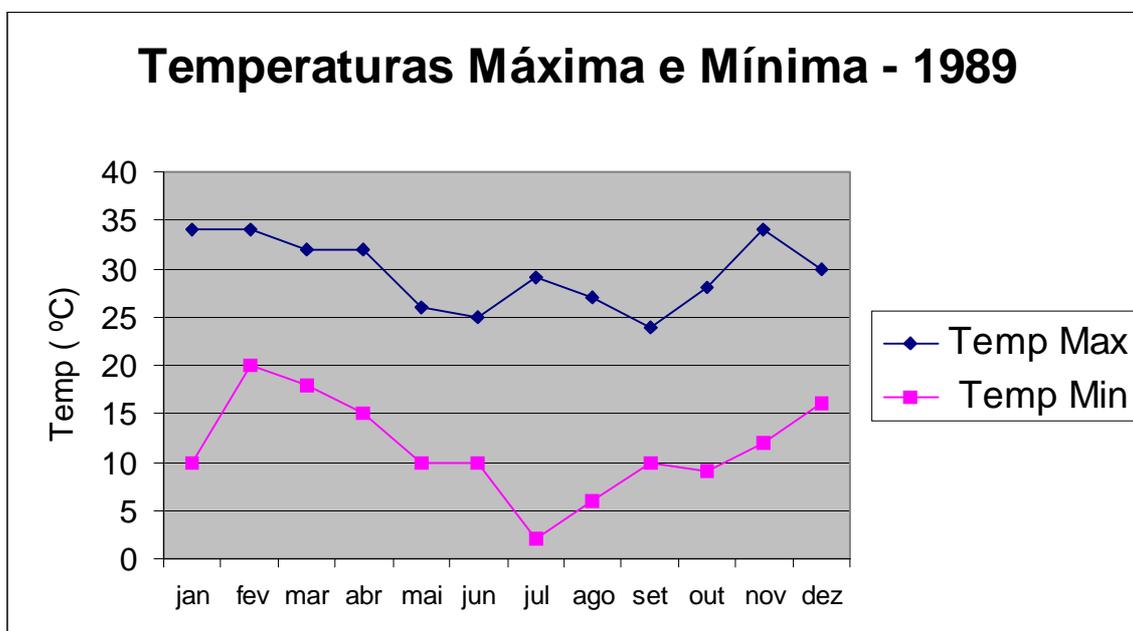
APÊNDICE T - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1986.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



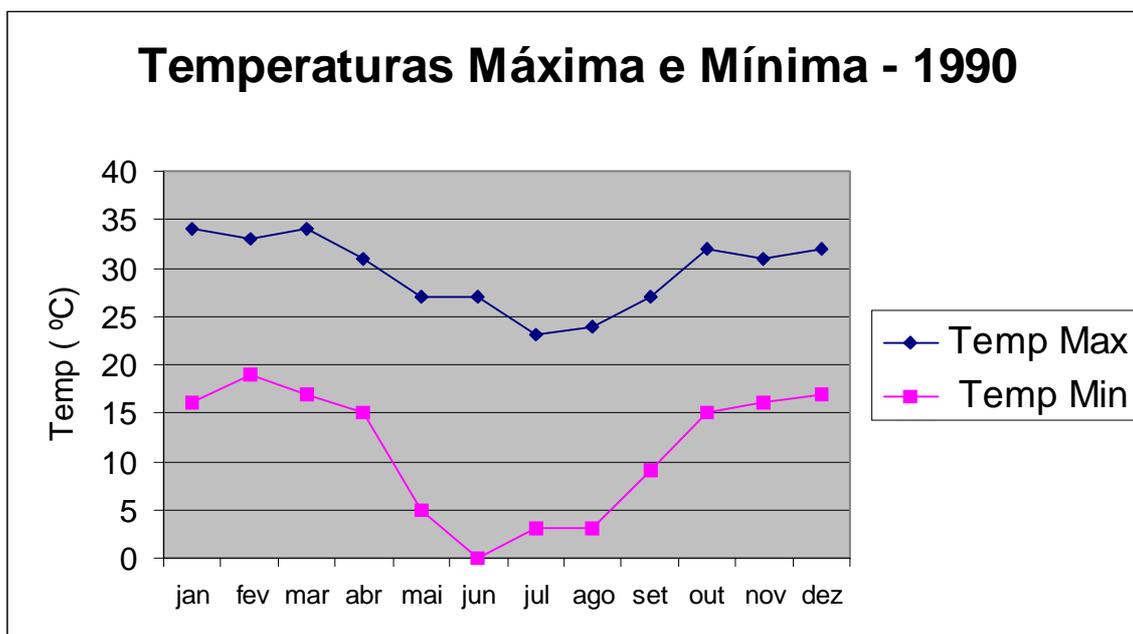
APÊNDICE U - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1987.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



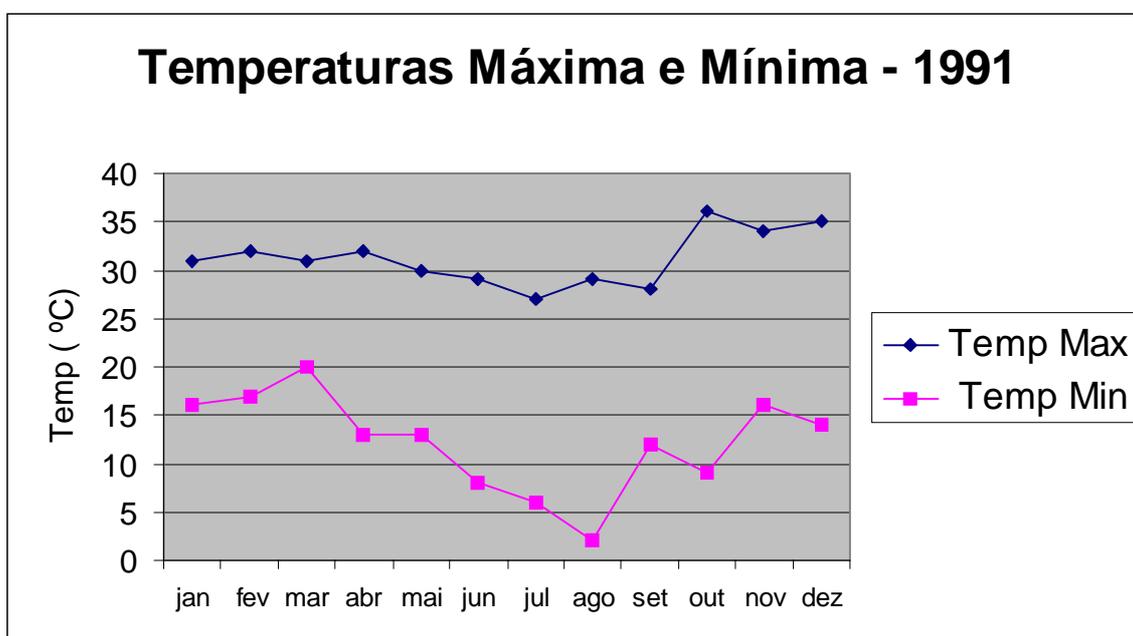
APÊNDICE V - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1988.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira – Ministério da Defesa.



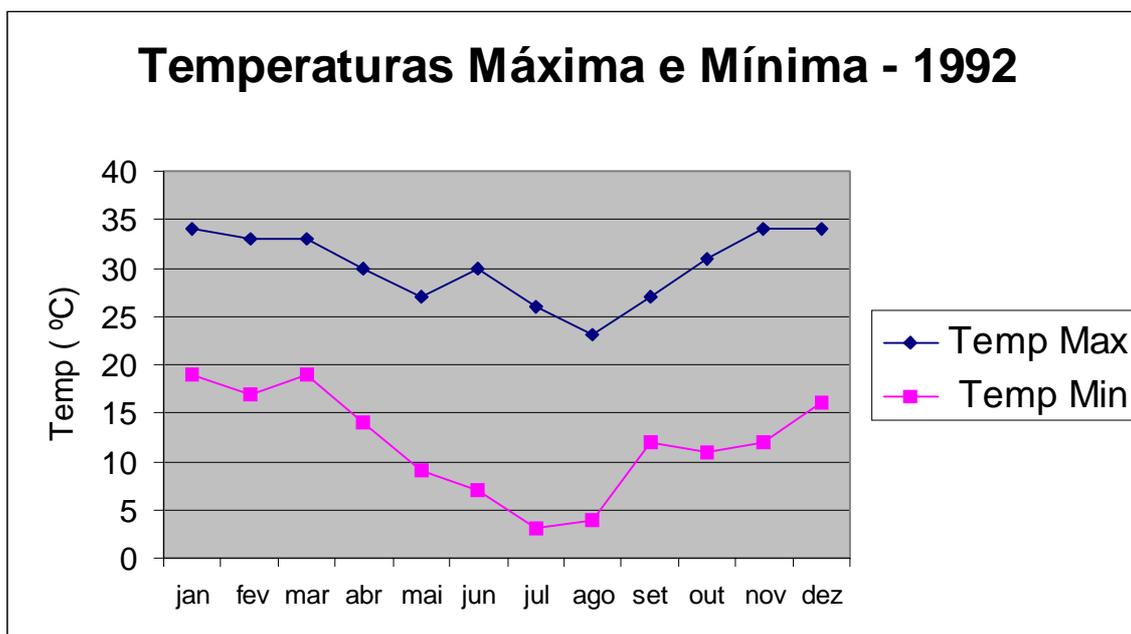
APÊNDICE X - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1989.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira – Ministério da Defesa.



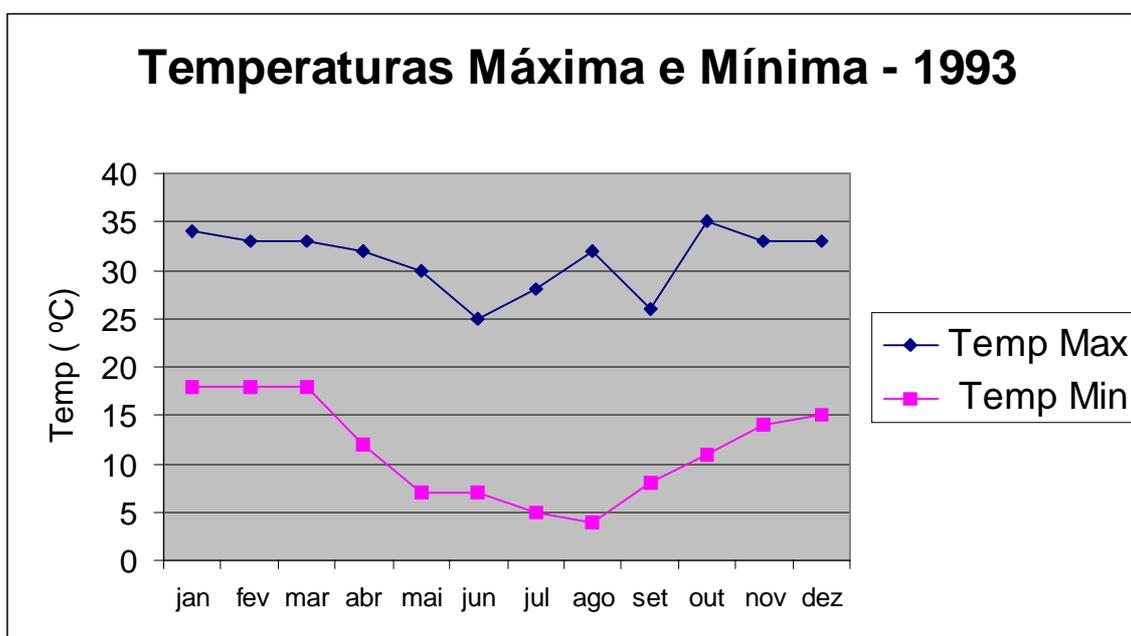
APÊNDICE Z - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1990.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



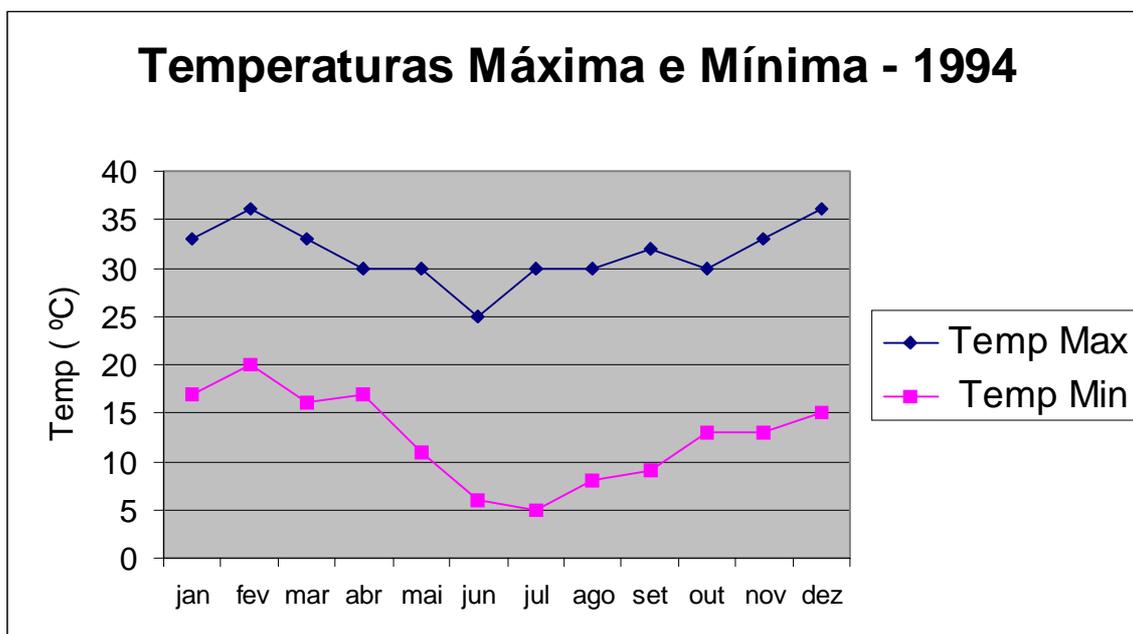
APÊNDICE AA - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1991.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



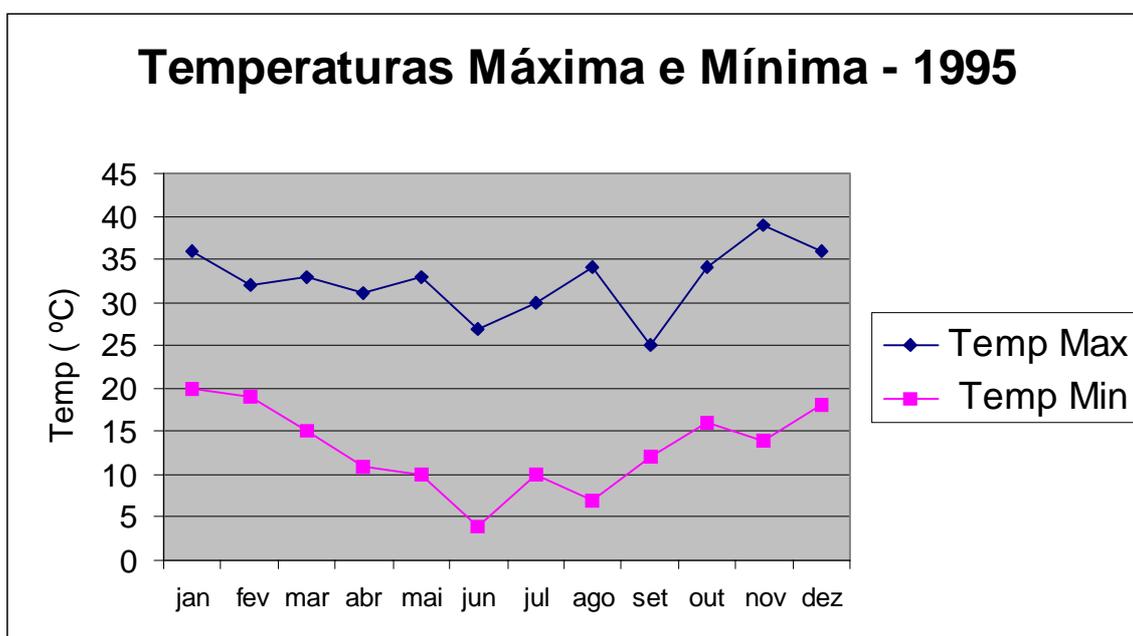
APÊNDICE AB - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1992.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



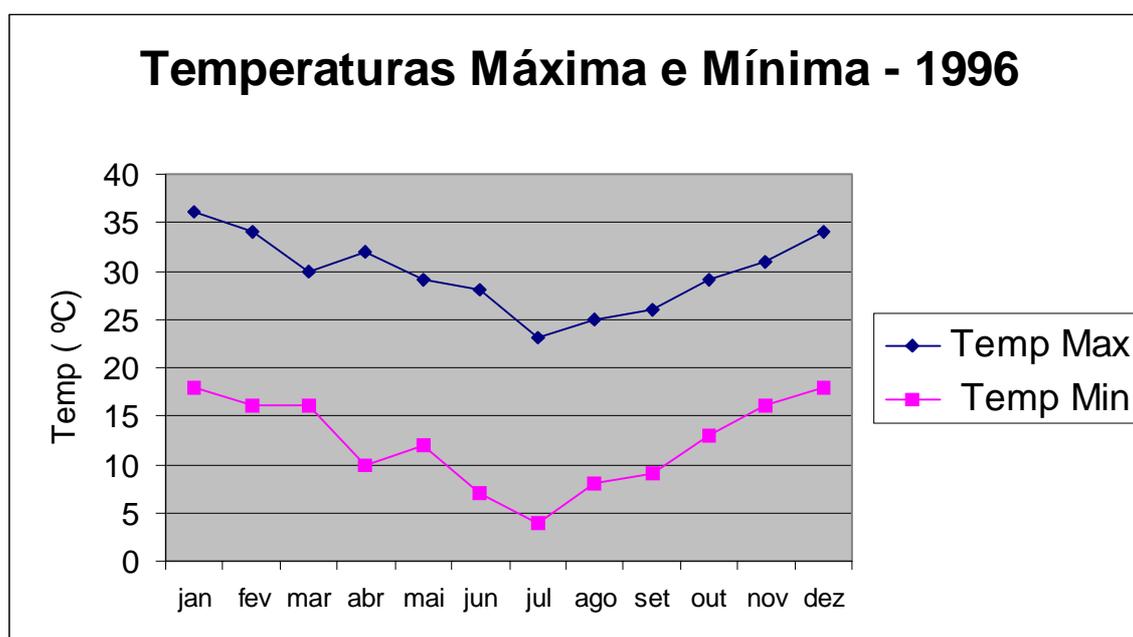
APÊNDICE AC - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1993.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



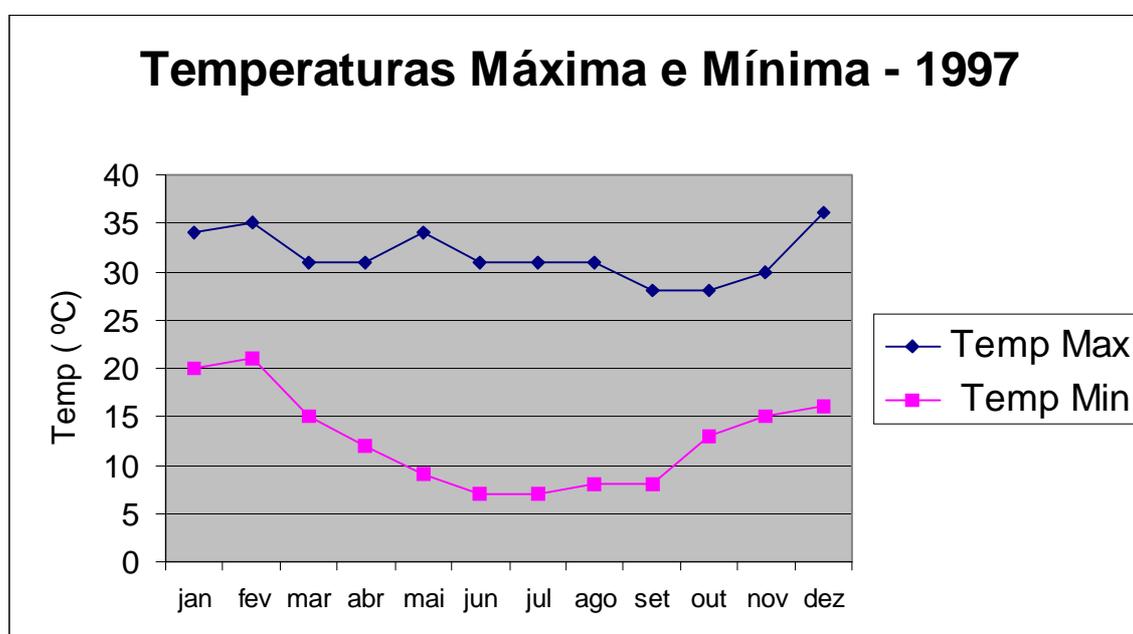
APÊNDICE AD - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1994.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



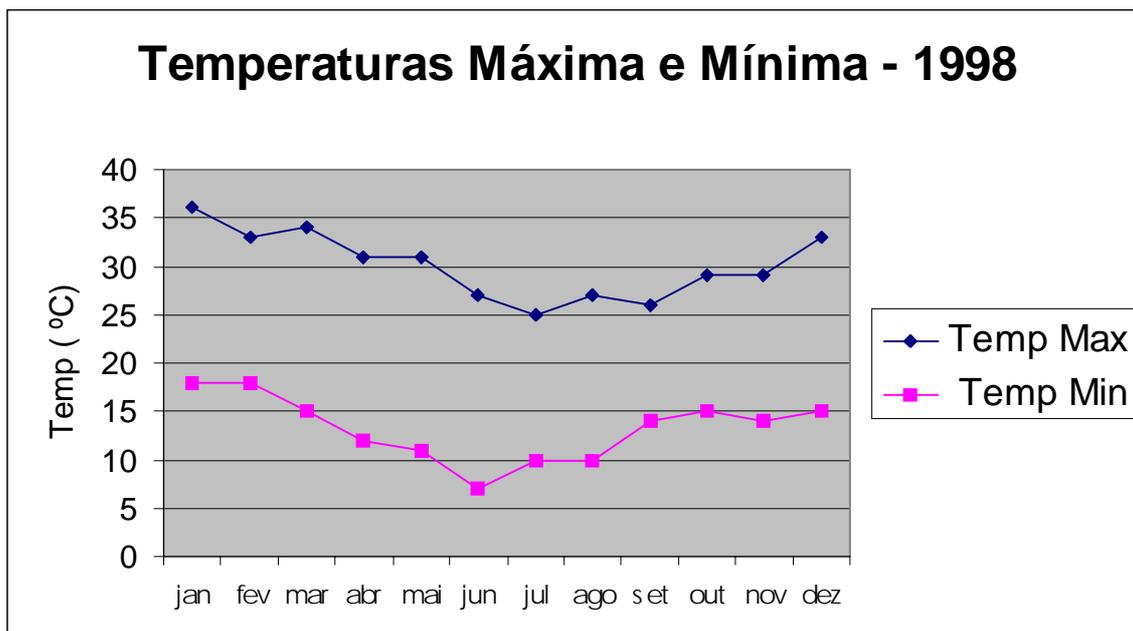
APÊNDICE AE - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1995.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



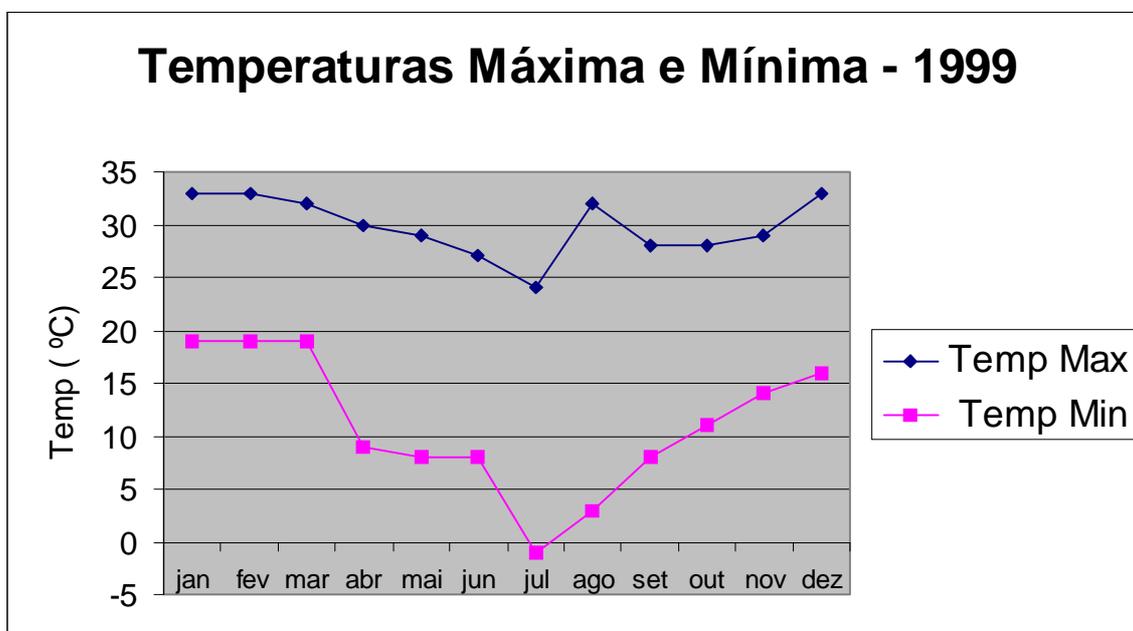
APÊNDICE AF - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1996.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



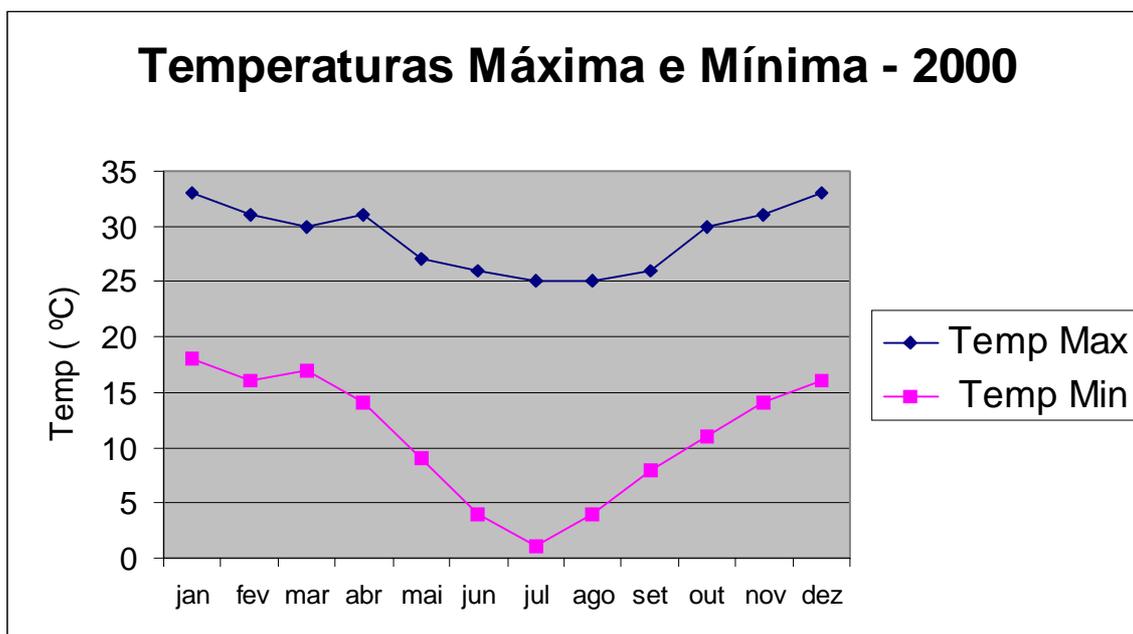
APÊNDICE AG - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1997.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



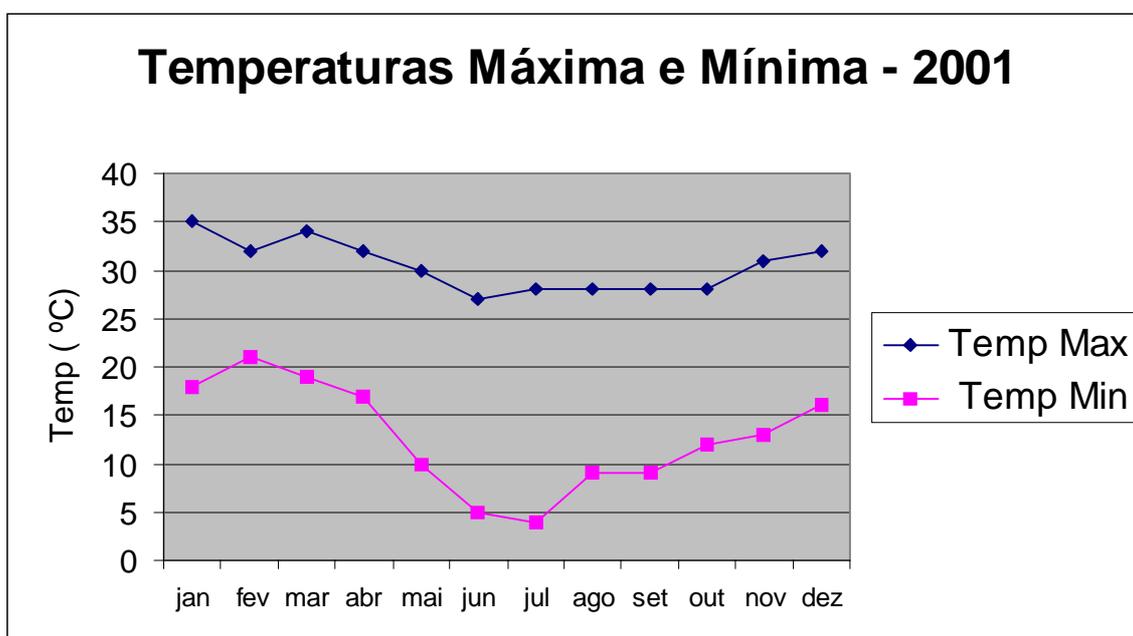
APÊNDICE AH - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1998.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



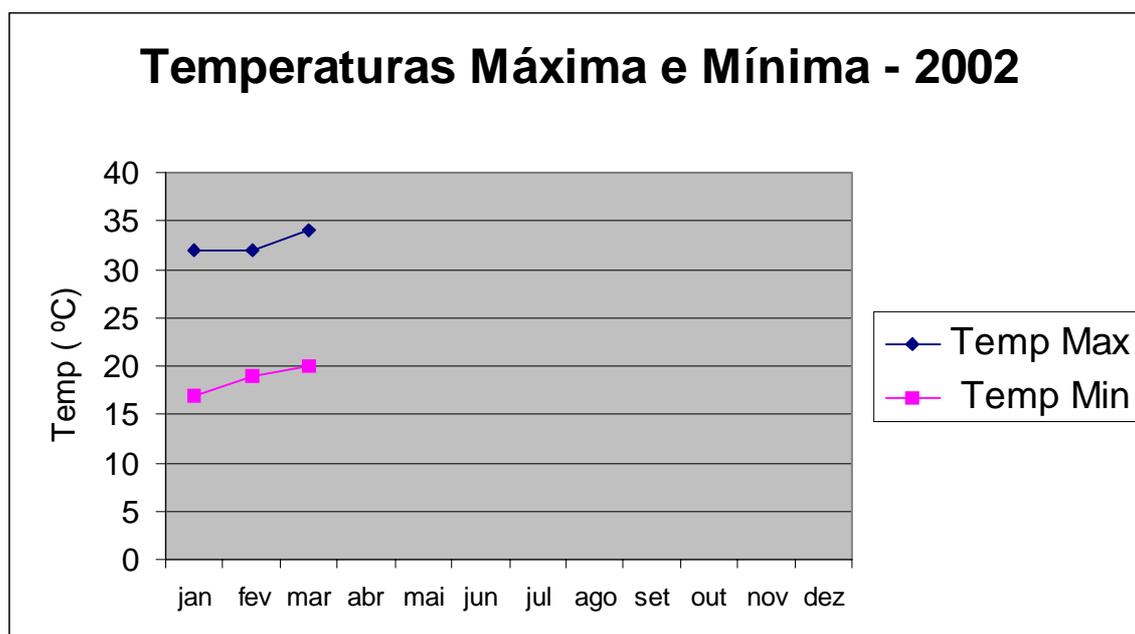
APÊNDICE AI - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 1999.  
 \ Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



APÊNDICE AJ - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 2000.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.

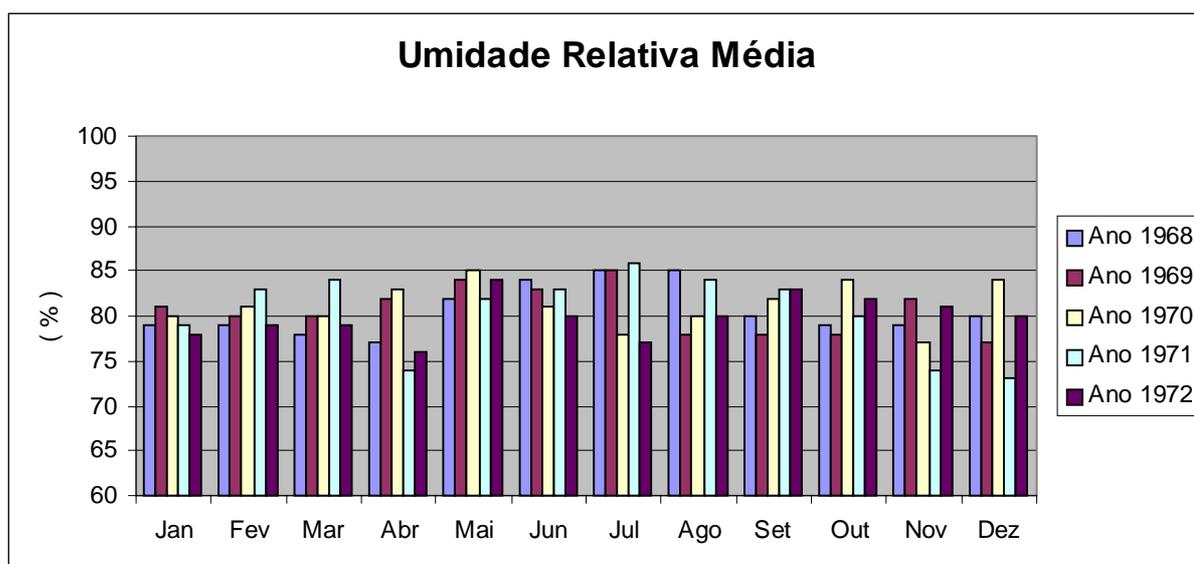


APÊNDICE AL - Perfil das temperaturas máxima e mínima durante o ano de 2001.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.

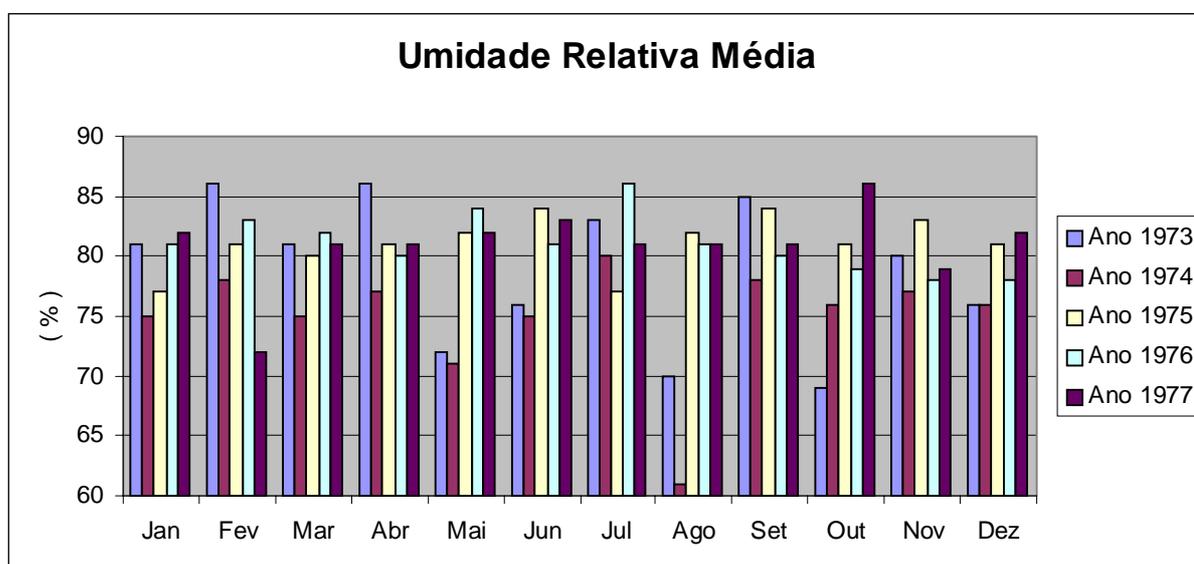


APÊNDICE AM - Perfil das temperaturas máxima e mínima dos meses de jan/fev/mar de 2002.

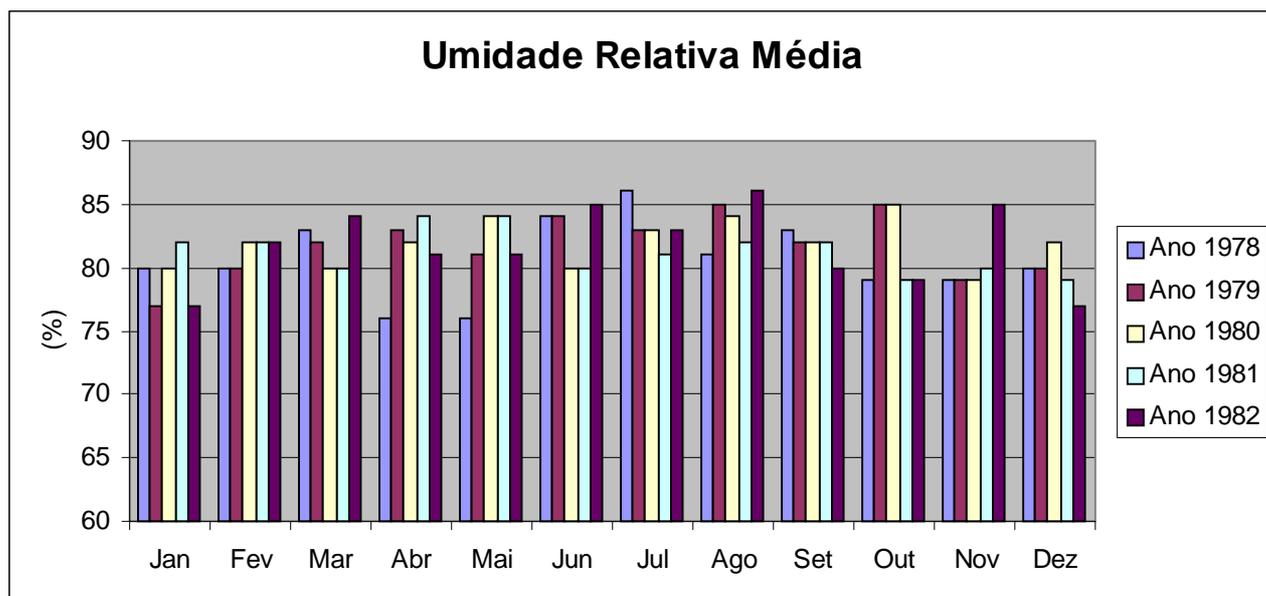
Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira – Ministério da Defesa.



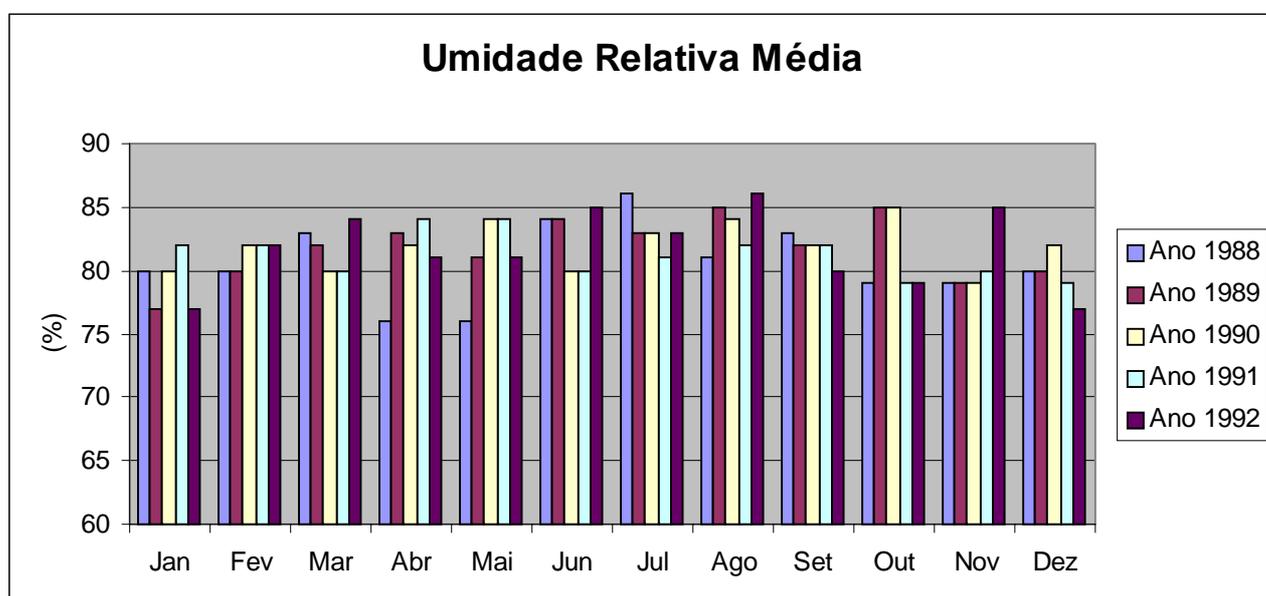
APÊNDICE AN – Perfil da umidade relativa média de Florianópolis de 1968 a 1972  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



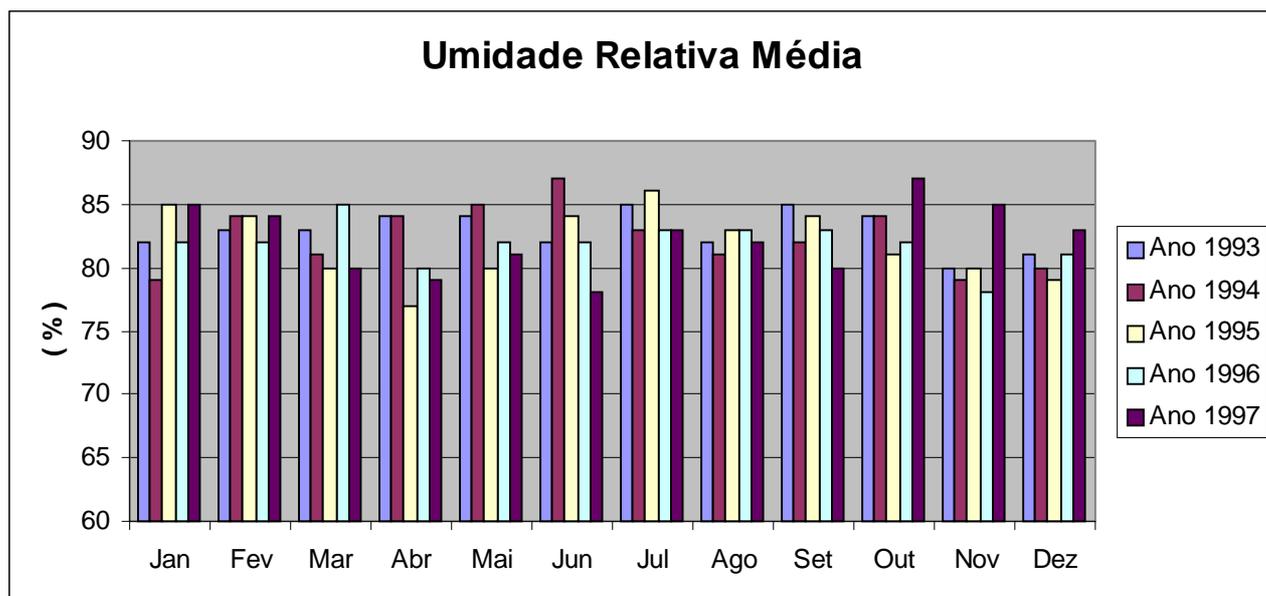
APÊNDICE AO – Perfil da umidade relativa média de Florianópolis de 1973 a 1977.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



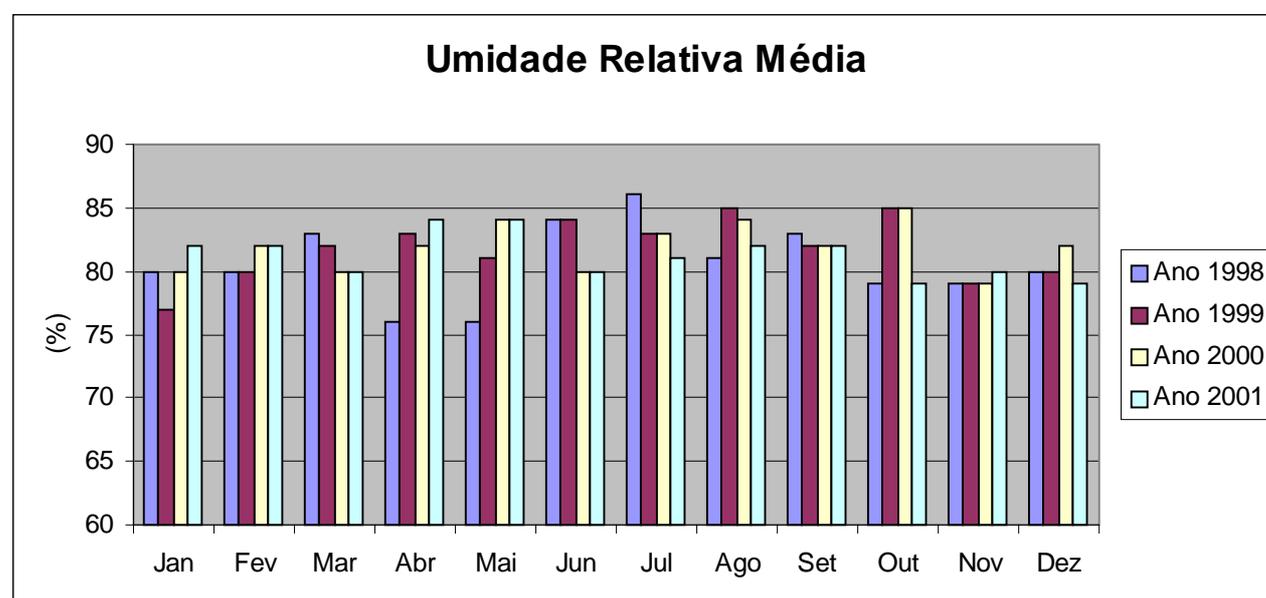
APÊNDICE AP - Perfil da umidade relativa média de Florianópolis de 1978 a 1982.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira – Ministério da Defesa.



APÊNDICE AQ – Perfil da umidade relativa média de Florianópolis de 1988 a 1992.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira – Ministério da Defesa.



APÊNDICE AR – Perfil da umidade relativa média de Florianópolis de 1993 a 1997.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.



APÊNDICE AS – Perfil da umidade relativa média de Florianópolis de 1998 a 2001.  
 Fonte: Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) – Força Aérea Brasileira –  
 Ministério da Defesa.

**ANEXO AT - Questionário de avaliação da ingestão de líquidos nas estações de inverno e de verão.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**QUESTIONÁRIO**

NOME: \_\_\_\_\_

POSTO OU GRADUAÇÃO: \_\_\_\_\_

JORNADA DE TRABALHO: \_\_\_\_\_

TURNO DE TRABALHO: \_\_\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_\_

PESO ATUAL: \_\_\_\_\_

ALTURA: \_\_\_\_\_

DURANTE O INVERNO QUAL A QUANTIDADE APROXIMADA DE LÍQUIDOS QUE VOCÊ INGERE POR DIA ? POR FAVOR, ASSINALE AS ALTERNATIVAS QUE MELHOR RETRATAM A SUA REALIDADE, PREENCHENDO AS LACUNAS CORRETAMENTE, DE FORMA APROXIMADA, DE ACORDO COM A SUA INGESTA DIÁRIA DE LÍQUIDOS.

EXEMPLO:

( X ) SUCOS. QUANTIDADE EM COPOS DE 200 ML  3

( ) Refrigerante. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_

( ) Água. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_

( ) Sucos. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_

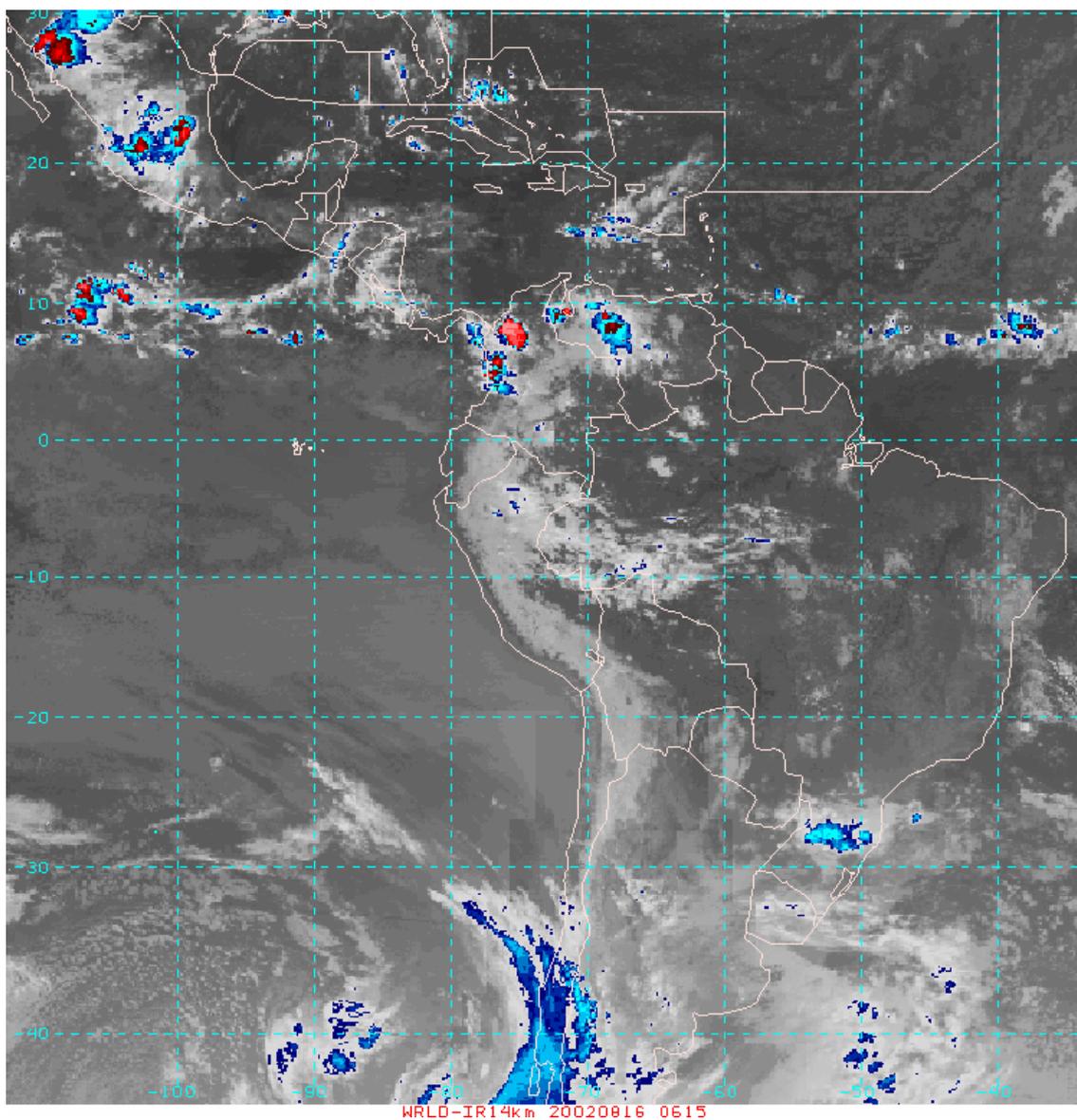
- ( ) Café ou Capuccino. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_
- ( ) Chá ou Chimarrão. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_
- ( ) Leite ou Achocolatados. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_
- ( ) Vitamina. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_
- ( ) Gatorades e similares. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_
- ( ) Outras bebidas. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_

DURANTE O VERÃO QUAL A QUANTIDADE APROXIMADA DE LÍQUIDOS QUE VOCÊ INGERE POR DIA ? POR FAVOR, ASSINALE AS ALTERNATIVAS QUE RETRATAM A SUA REALIDADE, PREENCHENDO AS LACUNAS COM A QUANTIDADE MAIS PRÓXIMA DA SUA REALIDADE.

EXEMPLO:

- ( X ) ÁGUA. QUANTIDADE EM COPOS DE 200 ML \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_
- ( ) Refrigerante. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_
- ( ) Água. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_
- ( ) Sucos. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_
- ( ) Café ou Capuccino. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_
- ( ) Chá ou Chimarrão. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_
- ( ) Leite ou Achocolatados. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_
- ( ) Vitamina. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_
- ( ) Gatorades e similares. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_
- ( ) Outras bebidas. Quantidade em copos de 200 ml \_\_\_\_\_

## **ANEXOS**

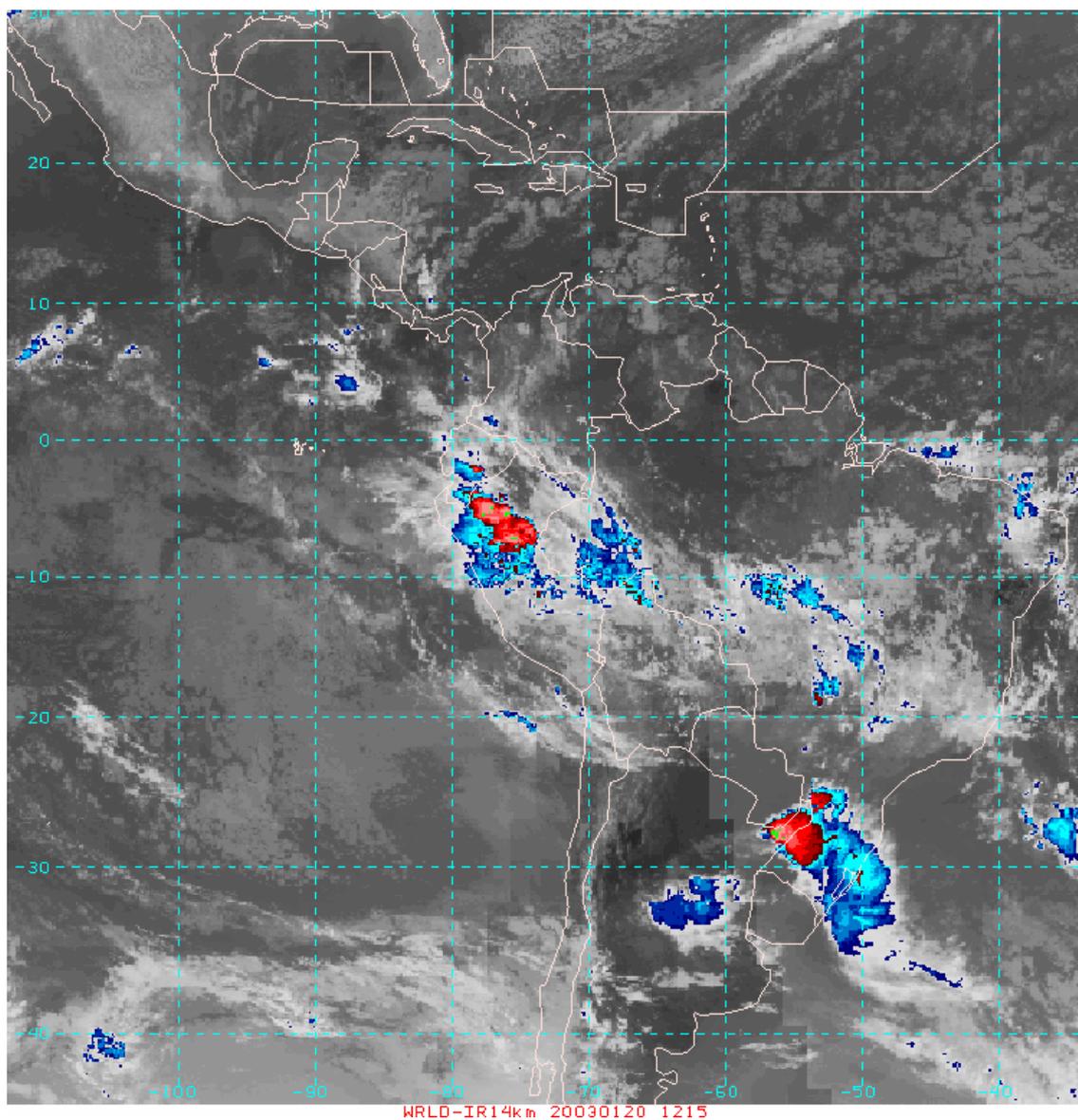


## ANEXO A - Frente fria originada em região antártica.

Fonte: Imagem de satélite fornecida pelo Destacamento de Proteção ao Voo (DPV) - Força Aérea Brasileira - Ministério da Defesa.

Legenda:

 Chuvas

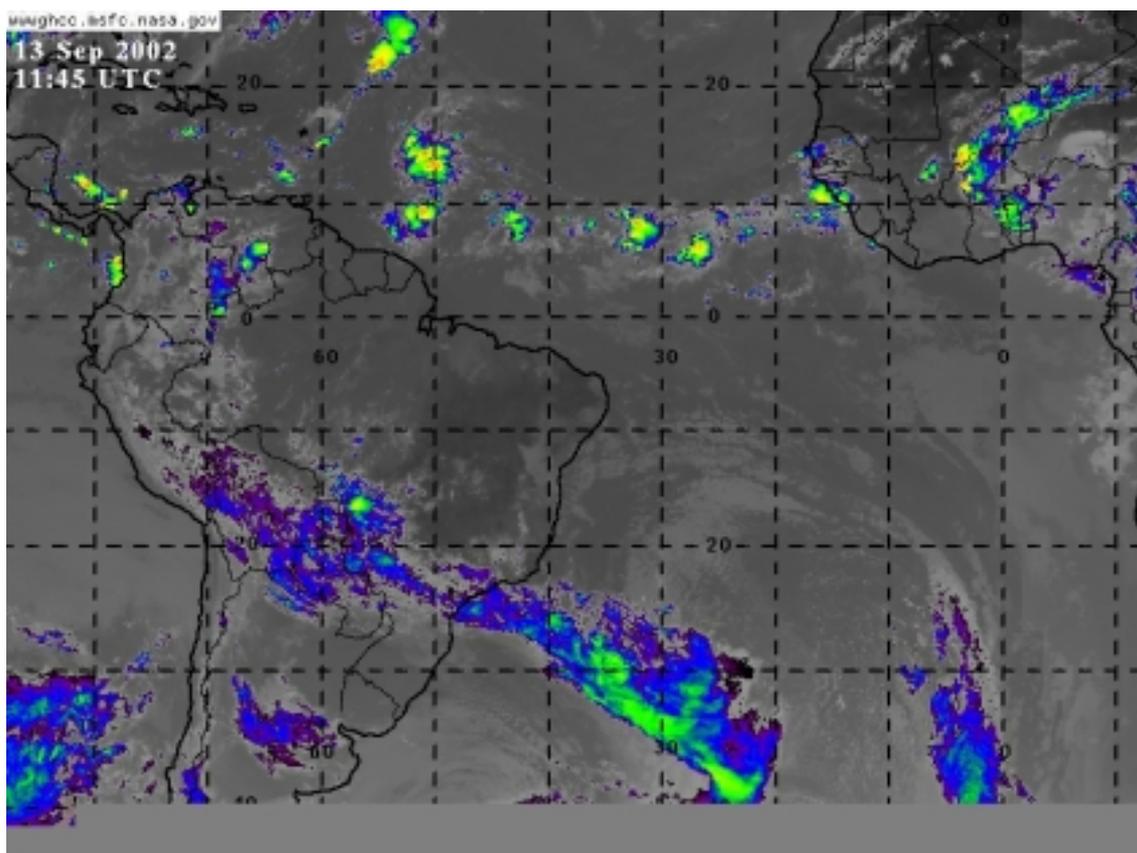


## ANEXO B - Massa equatorial continental com atuação no verão.

Fonte: Imagem de satélite fornecida pelo Destacamento de Proteção ao Voo (DPV) - Força Aérea Brasileira - Ministério da Defesa.

Legenda:

- Chuvas
- Trovoadas
- Massa de ar quente e úmida

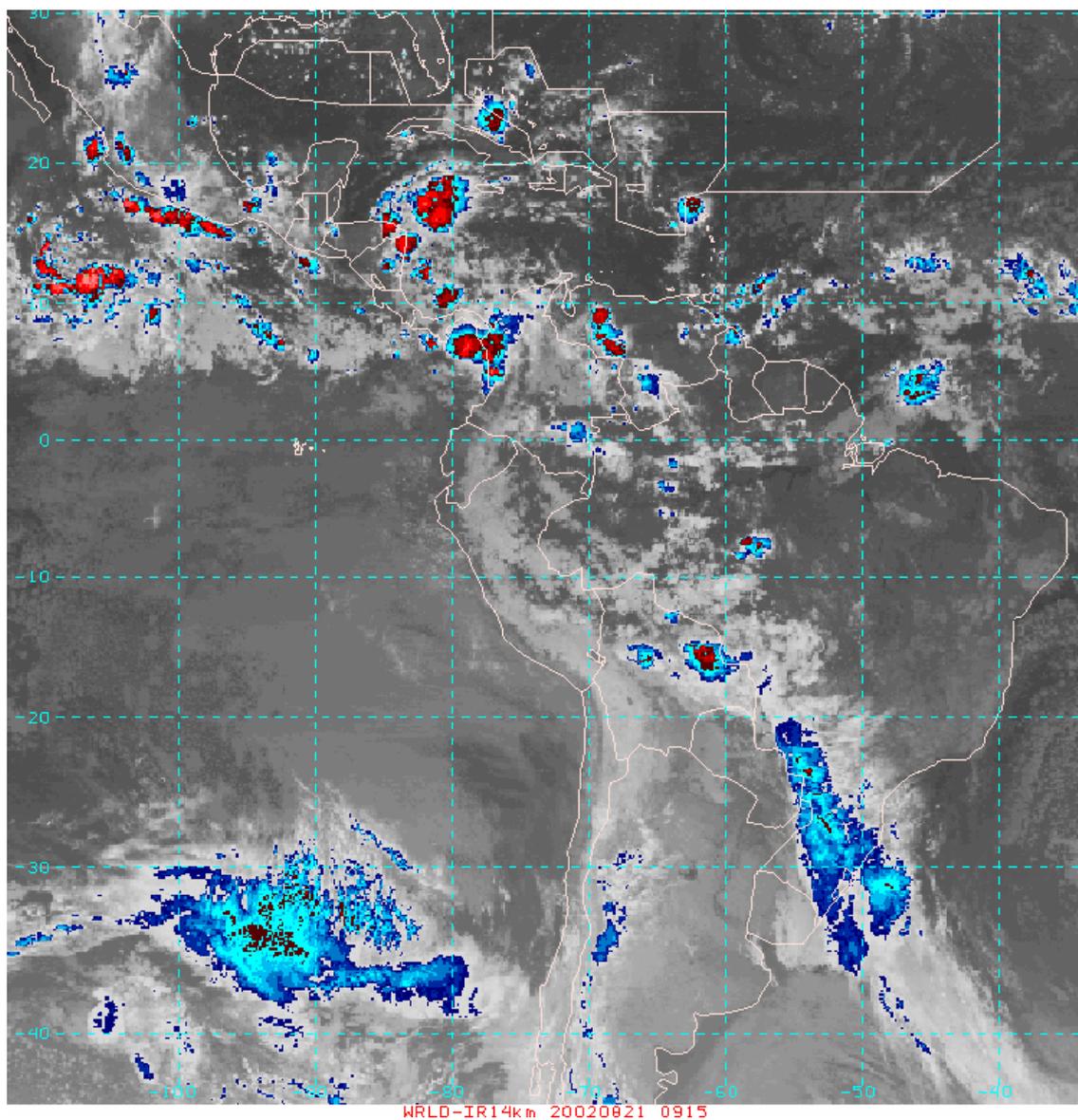


### ANEXO C - Massa polar atlântica com origem no atlântico.

Fonte: Imagem de satélite fornecida pelo Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) - Força Aérea Brasileira - Ministério da Defesa.

Legenda:

- Chuvas
- Trovoadas

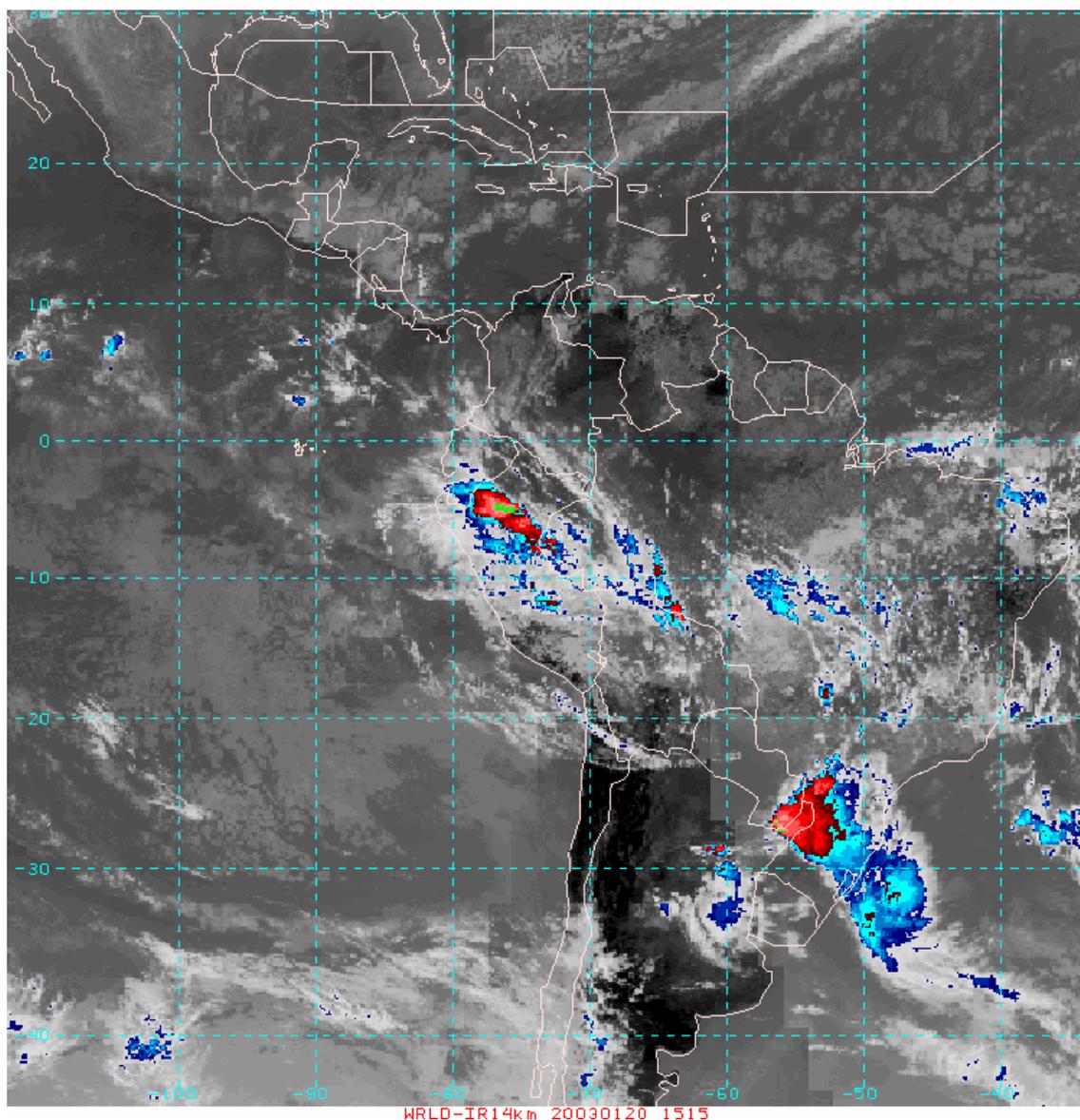


#### ANEXO D - Massa de ar polar atlântica com origem no atlântico.

Fonte: Imagem de satélite fornecida pelo Destacamento de Proteção ao Voo (DPV) - Força Aérea Brasileira - Ministério da Defesa.

Legenda:

-  Chuvas
-  Massa de ar polar atlântica

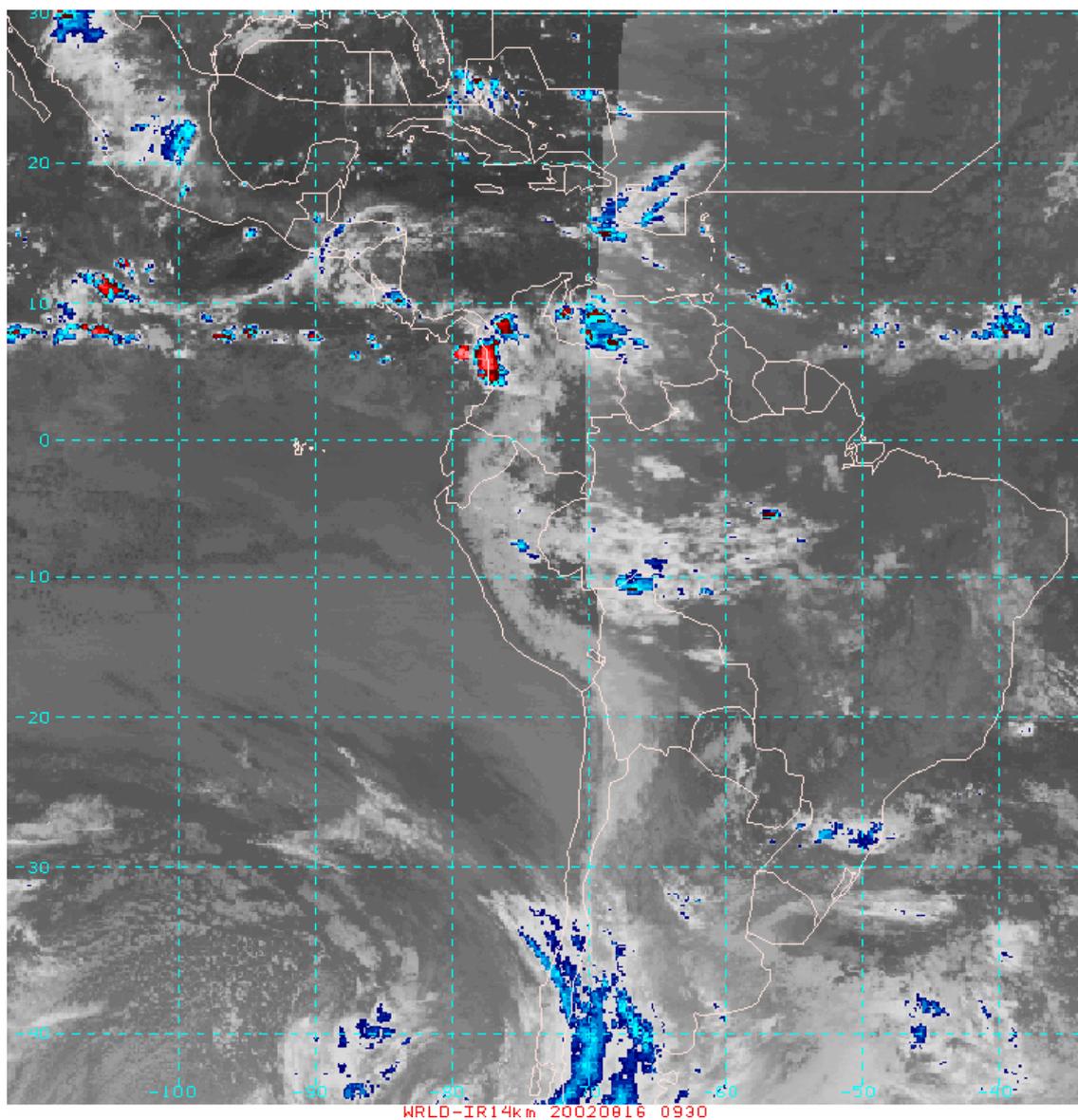


ANEXO E - Encontro de massa tropical e massa polar originando pancadas de chuvas no verão.

Fonte: Imagem de satélite fornecida pelo Destacamento de Proteção ao Voo (DPV) - Força Aérea Brasileira - Ministério da Defesa.

Legenda:

- Chuvas
- Trovoadas
- Massa de ar quente e úmida
- Massa de ar polar

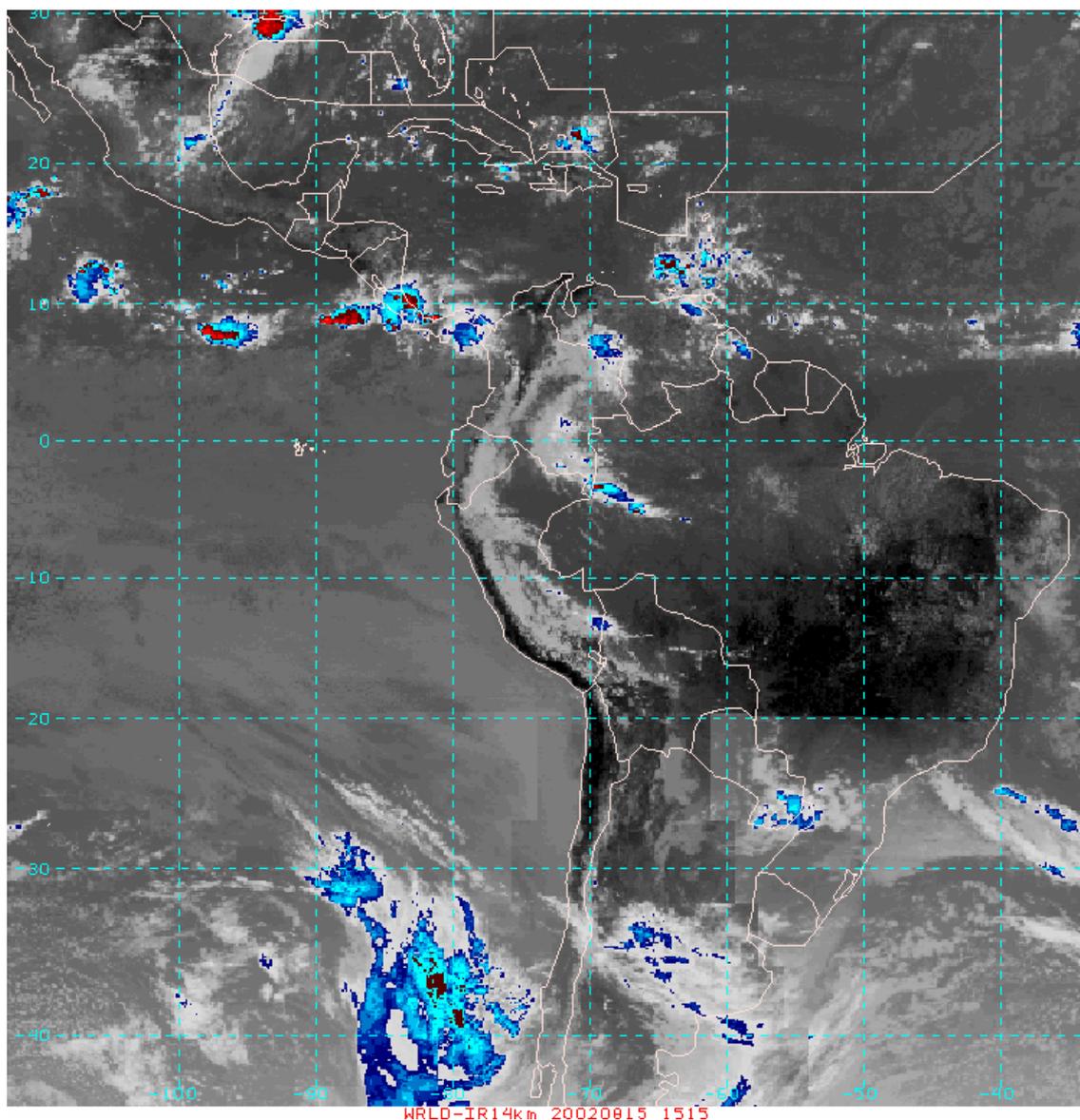


## ANEXO F - Entrada de frente fria trazendo chuva ao estado de Santa Catarina.

Fonte: Imagem de satélite fornecida pelo Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) - Força Aérea Brasileira - Ministério da Defesa.

Legenda:

 Chuvas

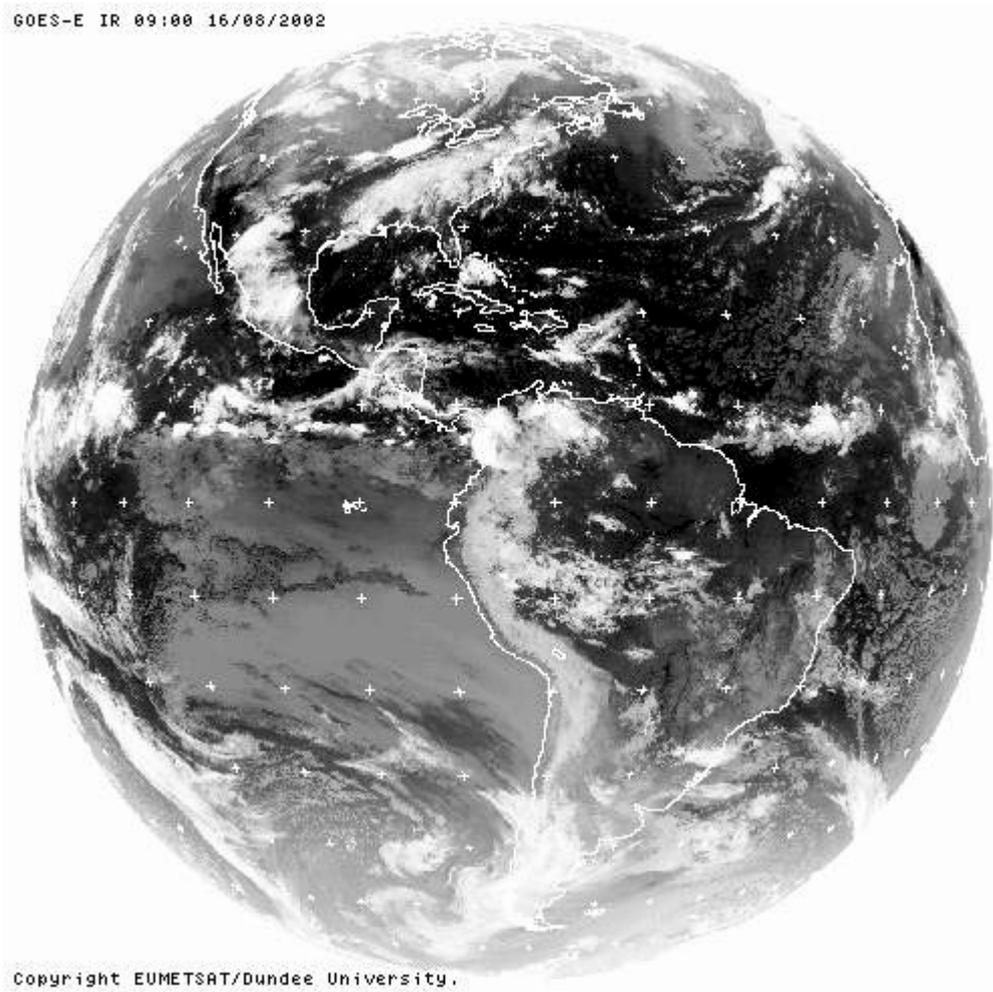


### ANEXO G - Massa equatorial continental apresentando descontinuidades e chuvas.

Fonte: Imagem de satélite fornecida pelo Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV) - Força Aérea Brasileira - Ministério da Defesa.

Legenda:

-  Massa equatorial continental
-  Chuvas



## ANEXO H - Ar frio sobre a Argentina em direção à região sul do Brasil.

Fonte: Imagem de satélite fornecida pelo Destacamento de Proteção ao Voo (DPV) - Força Aérea Brasileira - Ministério da Defesa.

Legenda:

 Ar frio