

RAUL M. P. FRIEDMANN

FUNDAMENTOS DE ORIENTAÇÃO, CARTOGRAFIA E NAVEGAÇÃO TERRESTRE



SEGUNDA EDIÇÃO
REVISTA E ATUALIZADA.

UTPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

FUNDAMENTOS DE ORIENTAÇÃO, CARTOGRAFIA E NAVEGAÇÃO TERRESTRE

2ª Edição – Revista e Atualizada

Um livro sobre GPS, bússolas e mapas
para aventureiros radicais e moderados,
civis e militares.

FUNDAMENTOS DE ORIENTAÇÃO, CARTOGRAFIA E NAVEGAÇÃO TERRESTRE

2ª Edição – Revista e Atualizada

Raul M. P. Friedmann

Mestre em Ciências Geodésicas,
Professor do Departamento de Ensino de Ciências e Engenharia
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR,
Oficial R/2 da Arma de Artilharia, Exército Brasileiro.



Curitiba - PR, 2008

Sumário Geral

Parte I – Orientação

- Capítulo 1 Visão Geral de Orientação, Cartografia e Navegação.
- Capítulo 2 Controle de Distâncias Percorridas.
- Capítulo 3 Bússolas: Funcionamento, Construção e Técnicas Básicas de Uso.
- Capítulo 4 Praticando o Uso da Bússola e a Contagem de Passos.
- Capítulo 5 Orientação Como Esporte e Corridas de Orientação.

Parte II – Direções e Azimutes

- Capítulo 6 Azimutes Verdadeiros, Azimutes Magnéticos e Declinação Magnética.
- Capítulo 7 Um Pouco Mais Sobre Bússolas e Azimutes.

Parte III – Cartografia

- Capítulo 8 A Forma da Terra.
- Capítulo 9 Fundamentos de Cartografia.
- Capítulo 10 Sistemas de Coordenadas.

Parte IV – GPS

- Capítulo 11 Fundamentos do Sistema NAVSTAR GPS.
- Capítulo 12 Recursos do GPS Tipo Navegador Pessoal.

Parte V – Navegação

- Capítulo 13 Navegação em Geral e Navegação Urbana.
- Capítulo 14 Navegação em Vias de Acesso Bem Definidas.
- Capítulo 15 Navegação em Vias de Acesso Precárias e Fora de Vias de Acesso.
- Capítulo 16 Um Pouco Mais Sobre Cartografia.
- Capítulo 17 Perdido!

Epílogo

- Nossas Últimas Considerações.

Apêndices

- A – O *site* Fundamentos de Orientação. **fundamentosdeorientacao.com.br**
- B – Bibliografia e *Sites* Recomendados.
- C – Escalas Gráficas de Passos Duplos.
- D – Aquisição e consulta de Mapas Magnéticos, Cartas Topográficas, Náuticas e Aeronáuticas, Fotografias Aéreas e Imagens de Satélite.
- E – Nomenclatura e Articulação de Cartas Topográficas nas Escalas de 1:1.000.000 a 1:25.000.
- F – Fornecedores de Materiais de Orientação, Bússolas e Receptores GPS.
- G – *GPS TrackMaker*®: Programa de Comunicação para GPS e Tratamento de Dados.
- H – Cursos de Extensão em Orientação, Cartografia, GPS, Navegação em Geral e Navegação Terrestre.
- I – Conteúdo do CD.
- J – Referências Bibliográficas.

Sumário dos Capítulos

Parte I – Orientação

Capítulo 1 – Visão Geral de Orientação, Cartografia e Navegação

- Considerações iniciais4
- A origem e o significado da palavra orientação5
- Um pouco sobre navegadores, direções e posições6
- Bússolas e direções7
- Astronomia de posição8
- GPS – Sistema de posicionamento global9
- Um pouco sobre cartografia10
- Considerações finais12

Capítulo 2 – Controle de Distâncias Percorridas

- Considerações iniciais15
- Controle de distâncias percorridas em veículos15
- Controle de distâncias percorridas a pé16
- Resumo da técnica do passo duplo17
- Medição do passo duplo17
- Cálculos básicos usando a técnica do passo duplo17
- Passos duplos necessários para percorrer uma distância18
- Distância percorrida a partir do número de passos duplos dados18
- Escala gráfica de passos18
- Tabela de passos19
- Controlando a distância percorrida21
- Roteiros e planilhas de navegação21
- Passômetros e pedômetros23
- Os hodômetros dos receptores GPS24
- Considerações finais24

Capítulo 3 – Bússolas: Funcionamento, Construção e Técnicas Básicas de Uso

- Considerações iniciais27
- A bússola básica27
- A bússola de orientação27
- Cuidados no uso e conservação de bússolas29
- A informação mais conhecida, mas que está errada29
- Norte Geográfico / Norte Verdadeiro29
- Norte Magnético30
- Declinação magnética30
- Azimutes30
- Pontos cardeais e pontos colaterais30
- Contra-azimute32
- Técnicas de uso da bússola: procedimentos básicos33
- Determinando a direção correspondente a um azimute33

- Determinando o azimute correspondente a uma direção35
- Azimute e a distância correspondentes ao deslocamento entre dois pontos35
- Determinando a posição na carta38
- A direção da tangente38
- Rumos42
- Considerações finais43

Capítulo 4 – Praticando o Uso da Bússola e a Contagem de Passos Duplos

- Considerações iniciais46
- Algumas observações46
- Marcando um quadrado48
- Variações no exercício do quadrado50
- Contornando um campo de futebol50
- Contornando o campo no sentido horário50
- Contornando o campo no sentido anti-horário50
- Variação do exercício do campo50
- Contornando uma pista de atletismo50
- Percorrendo os arredores52
- Conceito de pista de orientação52
- Preparo de uma pista de orientação52
- O que caracteriza uma perna54
- Pista especificada por distâncias e azimutes54
- Pernas e lances em vias de acesso existentes56
- Evitando confusão entre várias pistas56
- Contorno de obstáculos57
- Pista especificada por pontos no mapa57
- Pista especificada por coordenadas57
- Eliminando a seqüência58
- Considerações finais58

Capítulo 5 – Orientação Como Esporte e Corridas de Orientação

- Considerações iniciais61
- Mapas para corridas de orientação61
- Usando escalas de forma simples - e muito!64
- Cartão de descrição dos postos de controle64
- O trajeto da corrida67
- Cartão de controle / cartão de picote72
- Categorias de participantes74
- Formas de realizar a corrida de orientação76
- Observações sobre o uso de bússolas nas corridas de orientação77
- Orientação como atividade-fim e como atividade-meio77
- Breves comentários sobre o mapeamento de orientação brasileiro78
- Um pouco de história não-oficial79
- Situação atual80
- Sobre o aprendizado inicial de orientação81
- Sobre treinamentos81
- Considerações finais82

Parte II – Direções e Azimutes

Capítulo 6 – Azimutes Verdadeiros, Azimutes Magnéticos e Declinação Magnética

- Considerações iniciais86
- Revisão dos conceitos básicos86
- Um pouco mais sobre o Norte Verdadeiro e a palavra meridiano88
- Um pouco mais sobre o Norte Magnético88
- Usando a direção Norte Magnético para obtenção da direção Norte Verdadeiro90
- Detalhamento da declinação magnética90
- Transformação de azimutes magnéticos em verdadeiros e vice-versa 91
- Declinação magnética Oeste (W)92
- Declinação magnética Leste (E)92
- Fontes de informação da declinação magnética94
- Medindo a declinação magnética *in loco*96
- Considerações finais97

Capítulo 7 – Um Pouco Mais Sobre Bússolas e Azimutes

- Considerações iniciais100
- Uso de bússolas com escala fixa de correção de declinação magnética102
- Uso de bússolas com mecanismo ajustável de correção de declinação magnética103
- Zonas de balanceamento magnético106
- Bússolas balanceadas para uso global107
- Alguns comentários sobre bússolas embarcadas107
- Sobre a projeção UTM109
- Norte de quadrícula, Norte Verdadeiro e convergência meridiana plana109
- Solução geral para transformações de azimutes110
- Porque o ângulo QM é tão importante111
- Determinação do valor atualizado do ângulo QM111
- Outra forma de determinação do valor atualizado do ângulo QM na carta112
- Outras formas de determinação do ângulo QM112
- Usando o mecanismo ajustável de correção de declinação magnética para indicar azimutes verdadeiros ou de quadrícula113
- Azimutes do nascer e do pôr-do-sol115
- Considerações finais116

Parte III – Fundamentos de Cartografia

Capítulo 8 – A Forma da Terra

- Considerações iniciais120
- Um pouco de história121
- A Terra como uma esfera: pólos, equador, paralelos e meridianos122
- Localizando um ponto na superfície terrestre: latitude e longitude123
- Referências de latitude e longitude: o Equador e o Meridiano de Greenwich123
- Vantagens da latitude e longitude para a navegação marítima, terrestre e aérea127
- Movimento aparente das estrelas no céu noturno128
- Algumas sugestões didáticas e de lazer133
- Medição astronômica da latitude e longitude134
- Considerações finais136

Capítulo 9 – Fundamentos de Cartografia

- Considerações iniciais139
- O problema da representação da forma da Terra139
- Um conceito de mapa e sua aplicação fundamental141
- Cartografia142
- Classificação dos mapas142
- Introdução às cartas topográficas144
- Escala de mapas e cartas topográficas144
- Escala gráfica de distâncias150
- Escala gráfica de declividade150
- Precisão gráfica e representação de detalhes150
- Cores nas cartas topográficas152
- Símbolos convencionais152
- Curvas de nível e formas do relevo153
- Principais informações fornecidas pelas curvas de nível154
- Principais características das curvas de nível159
- Relação entre hidrografia e relevo159
- Formas básicas do relevo160
- Palavras relacionadas a formas do relevo, hidrografia e cobertura vegetal164
- Giro do horizonte: relacionando o terreno com a carta topográfica168
- Considerações finais171

Capítulo 10 – Sistemas de Coordenadas

- Considerações iniciais174
- Algumas observações decorrentes da prática175
- Leitura de coordenadas UTM175
- Espaçamentos das quadrículas UTM176
- Exemplos de uso de coordenadas UTM177
- Determinação de coordenadas com receptores GPS178
- Retomando as explicações sobre coordenadas179
- Trabalhando com latitude e longitude180
- Origem do sistema de coordenadas UTM180
- Fusos, bandas e zonas do sistema UTM182
- Superfícies projetante e projetada182
- Ponto de origem das coordenadas184
- Evitando coordenadas negativas184
- Explicando a diferença entre o Norte Verdadeiro e o Norte de Quadrícula184
- Algumas observações186
- Um pouco mais sobre a forma da Terra188
- Algumas considerações sobre altitude191
- Uso de sistemas de coordenadas nas regiões polares192
- Resumo do capítulo sistemas de coordenadas193
- Considerações finais194

Parte IV – GPS

Capítulo 11 – Fundamentos do Sistema NAVSTAR GPS

- Considerações iniciais197
- Um pequeno alerta197
- Determinação de posição com referenciais notáveis: uma questão de geometria e de visibilidade198
- Faróis e navegação costeira199
- Navegação astronômica e visibilidade199
- Sistemas de radiofarol200
- Início da navegação auxiliada por satélites201
- Uma breve história do sistema NAVSTAR GPS202
- Os segmentos do sistema GPS203
- Determinando posição através de distâncias204
- Medindo a distância do satélite ao receptor GPS205
- Como o receptor GPS calcula sua própria posição206
- Receptores GPS de navegação, topográficos e geodésicos206
- Algumas informações básicas sobre o GPS de navegação207
- Como o GPS de navegação se inicia e como ele apresenta informações ao usuário209
- Sistemas DGPS, WAAS e similares211
- Um pouco mais sobre receptores GPS para uso em Topografia e em Geodésia213
- Os sistemas GPS russo, europeu e chinês214
- Considerações finais215

Capítulo 12 – Recursos do GPS de Navegação

- Considerações iniciais218
- Um conselho sobre manuais218
- Procedimentos e ajustes iniciais no GPS218
- Marcação e criação de *waypoints*219
- A função *GO TO / NAV / FIND*222
- Controlando o progresso do deslocamento222
- Um tipo especial de *GO TO*: a função *MOB - MAN OVERBOARD*227
- Indicando pontos nas proximidades227
- Alarme de proximidade228
- Alarme de arrasto de âncora228
- Distância e azimute entre dois pontos229
- Os azimutes indicados pelo GPS229
- Conceito de rota229
- Criação e uso de rotas no GPS231
- Algumas considerações sobre segurança na navegação por rotas234
- Inversão de rotas235
- Uso e montagem de rotas em navegação terrestre236
- *Tracklog* como recurso de mapeamento238
- *Tracklog* como recurso de navegação240
- Sobre a tela tipo mapa241
- Sugestões para o treinamento da navegação por *tracklogs*242
- Outros recursos dos navegadores pessoais242
- Equipamentos e recursos incorporados a receptores GPS242
- Limitações de uso243
- Considerações finais243

Parte V – Navegação

Capítulo 13 – Navegação em Geral e Navegação Urbana

- Considerações iniciais246
- Navegação em geral e segurança247
- Fatores de influência247
- Etapas de uma navegação248
- Sobre informações e equipamentos249
- Mapas de arruamento249
- Sobre o GPS tipo navegador automotivo e seu uso em navegação urbana250
- Uso do GPS de navegação em ambiente urbano “longe de casa”251
- Softwares de roteamento252
- Sobre mapas incorporados a receptores GPS de navegação e o projeto *Tracksource* Brasil253
- O chapa: um GPS humano !254
- Considerações finais254

Capítulo 14 – Navegação em Vias de Acesso Bem Definidas

- Considerações iniciais257
- Planilhas de navegação257
- Um pouco sobre a simbologia empregada nas planilhas258
- Corrigindo o hodômetro de um veículo259
- Retomando nossa planilha de navegação260
- Navegando em vias de acesso bem definidas com bússola, sem GPS e sem mapa disponível260
- Outras observações sobre a elaboração de planilhas de navegação263
- Trajetória para cima X Norte para cima264
- Planilhas de navegação X Rotas no GPS264
- Uso de *tracklogs* em vias de acesso bem definidas266
- Um pouco sobre montanhismo266
- Controle de posição com base na altitude267
- Considerações finais268

Capítulo 15 – Navegação em Vias de Acesso Precárias e Fora de Vias de Acesso

- Considerações iniciais271
- Segurança na navegação em vias de acesso precárias e fora de vias de acesso271
- Navegando em direção a um destino visível durante todo o caminho272
- Navegando em direção a um destino visível durante parte do caminho272
- Olhando para trás: controlando a navegação com base no ponto de partida273
- Fazendo o mesmo caminho de volta274
- Navegando com o auxílio de objetivos intermediários274
- Contornando obstáculos276
- Desviando 90° para a esquerda ou para a direita sem alterar a indicação da escala graduada276
- Navegando com apoio de uma linha base278
- Sobre o GPS e o recurso de projeção de ponto280
- Desvio intencional281
- Marcas de botas e pneus282
- Veículos para uso em vias de acesso precárias e também fora destas282
- Um pouco sobre navegação em cavernas287
- Considerações finais288

Capítulo 16 – Um Pouco Mais Sobre Cartografia

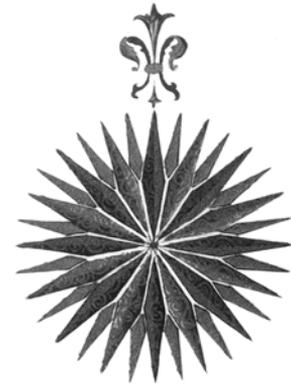
- Considerações iniciais291
- Alinhando uma carta com o terreno no Brasil291
- Alinhando uma carta com o terreno em qualquer lugar292
- Recapitulando transformações de azimutes292
- Por que três nortes diferentes?293
- Determinando nossa posição na carta topográfica294
- Considerações de ordem prática294
- Um pouco sobre história296
- Um pouco sobre os cartógrafos296
- Um pouco sobre o mapeamento sistemático terrestre brasileiro297
- Um pouco sobre aerofotogrametria298
- Um pouco sobre estereoscopia302
- Um pouco sobre processos, plotagem e impressão302
- “Prazo de validade” das informações304
- Um pouco sobre trilhas304
- Um pouco mais sobre reambulação e toponímia305
- Comparando diferentes restituições do mesmo terreno306
- Um pouco sobre imagens de satélites309
- Sobre cartografia, mapeamento sistemático, Estado e Nação308
- Onde adquirir cartas309
- Esboçando um croqui com GPS e com bússola309
- Esboçando um croqui somente com bússola311
- Considerações finais311

Capítulo 17 – Perdido!

- Considerações iniciais314
- Perdido? **ESAON!**314
- Prevenção: antes, durante e depois316
- Oriente-se e navegue. Mas para onde?317
- Lances controlados, quadrado crescente e pente fino318
- Cuidados com os instrumentos e as cartas319
- Sobre jornadas mais longas321
- O que pode e o que não pode323
- Mantendo um grupo de campo unido323
- Algumas palavras sobre comunicação entre grupos324
- Determinando direções com o auxílio da natureza324
- Direções com o auxílio das estrelas324
- Direções do nascer e do pôr-do-sol325
- Método da sombra ao meio-dia solar327
- O método do relógio327
- Sobre o horário do meio-dia solar local329
- O método da sombra para leste329
- Sobre reservas técnicas329
- Para pensar antes – e não esquecer depois!333
- Considerações finais334

Epílogo

- Nossas últimas considerações332



Si vis pacem,
para bellum.



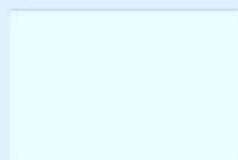
FUNDAMENTOS DE ORIENTAÇÃO, CARTOGRAFIA E NAVEGAÇÃO TERRESTRE



Acompanha
CD-ROM

Conteúdo do CD:

- TrackMaker® - programa de comunicação para GPS e tratamento de dados.
- Cartas topográficas, fotografias aéreas, ortofotocartas e imagens de satélites.
- Programas para cálculo de declinação magnética, transformação de coordenadas, traçado de projeções cartográficas.
- Mapas de orientação, escalas gráficas de passo-duplo, ISOM 2000, etc.



**EDITORA
UTFPR**

