

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 iniciais .....4
- A origem e o significado da palavra orientação .....5
- Um pouco sobre navegadores, direções e posições .....6
- Bússolas e direções .....7
- Astronomia de posição .....8
- GPS – Sistema de posicionamento global .....9
- Um pouco sobre cartografia .....10
- Considerações finais .....12

#### Capítulo 2 – Controle de Distâncias Percorridas

- Considerações iniciais .....15
- Controle de distâncias percorridas em veículos .....15
- Controle de distâncias percorridas a pé .....16
- Resumo da técnica do passo duplo .....17
- Medição do passo duplo .....17
- Cálculos básicos usando a técnica do passo duplo .....17
- Passos duplos necessários para percorrer uma distância .....18
- Distância percorrida a partir do número de passos duplos dados .....18
- Escala gráfica de passos .....18
- Tabela de passos .....19
- Controlando a distância percorrida .....21
- Roteiros e planilhas de navegação .....21
- Passômetros e pedômetros .....23
- Os hodômetros dos receptores GPS .....24
- Considerações finais .....24

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

- Considerações iniciais .....27
- A bússola básica .....27
- A bússola de orientação .....27
- Cuidados no uso e conservação de bússolas .....29
- A informação mais conhecida, mas que está errada .....29
- Norte Geográfico / Norte Verdadeiro .....29
- Norte Magnético .....30
- Declinação magnética .....30
- Azimutes .....30
- Pontos cardeais e pontos colaterais .....30
- Contra-azimute .....32
- Técnicas de uso da bússola: procedimentos básicos .....33
- Determinando a direção correspondente a um azimute .....33

- Determinando o azimute correspondente a uma direção .....35
- Azimute e a distância correspondentes ao deslocamento entre dois pontos .....35
- Determinando a posição na carta .....38
- A direção da tangente .....38
- Rumos .....42
- Considerações finais .....43

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

- Considerações iniciais .....46
- Algumas observações .....46
- Marcando um quadrado .....48
- Variações no exercício do quadrado .....50
- Contornando um campo de futebol .....50
- Contornando o campo no sentido horário .....50
- Contornando o campo no sentido anti-horário .....50
- Variação do exercício do campo .....50
- Contornando uma pista de atletismo .....50
- Percorrendo os arredores .....52
- Conceito de pista de orientação .....52
- Preparo de uma pista de orientação .....52
- O que caracteriza uma perna .....54
- Pista especificada por distâncias e azimutes .....54
- Pernas e lances em vias de acesso existentes .....56
- Evitando confusão entre várias pistas .....56
- Contorno de obstáculos .....57
- Pista especificada por pontos no mapa .....57
- Pista especificada por coordenadas .....57
- Eliminando a seqüência .....58
- Considerações finais .....58

#### Capítulo 5 – Orientação Como Esporte e Corridas de Orientação

- Considerações iniciais .....61
- Mapas para corridas de orientação .....61
- Usando escalas de forma simples - e muito! .....64
- Cartão de descrição dos postos de controle .....64
- O trajeto da corrida .....67
- Cartão de controle / cartão de picote .....72
- Categorias de participantes .....74
- Formas de realizar a corrida de orientação .....76
- Observações sobre o uso de bússolas nas corridas de orientação .....77
- Orientação como atividade-fim e como atividade-meio .....77
- Breves comentários sobre o mapeamento de orientação brasileiro .....78
- Um pouco de história não-oficial .....79
- Situação atual .....80
- Sobre o aprendizado inicial de orientação .....81
- Sobre treinamentos .....81
- Considerações finais .....82

## Parte II – Direções e Azimutes

### Capítulo 6 – Azimutes Verdadeiros, Azimutes Magnéticos e Declinação Magnética

- Considerações iniciais .....86
- Revisão dos conceitos básicos .....86
- Um pouco mais sobre o Norte Verdadeiro e a palavra meridiano .....88
- Um pouco mais sobre o Norte Magnético .....88
- Usando a direção Norte Magnético para obtenção da direção Norte Verdadeiro .....90
- Detalhamento da declinação magnética .....90
- 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 magnética .....94
- Medindo a declinação magnética *in loco* .....96
- Considerações finais .....97

### Capítulo 7 – Um Pouco Mais Sobre Bússolas e Azimutes

- Considerações iniciais .....100
- Uso de bússolas com escala fixa de correção de declinação magnética .....102
- Uso de bússolas com mecanismo ajustável de correção de declinação magnética .....103
- Zonas de balanceamento magnético .....106
- Bússolas balanceadas para uso global .....107
- Alguns comentários sobre bússolas embarcadas .....107
- Sobre a projeção UTM .....109
- Norte de quadrícula, Norte Verdadeiro e convergência meridiana plana .....109
- Solução geral para transformações de azimutes .....110
- Porque o ângulo QM é tão importante .....111
- Determinação do valor atualizado do ângulo QM .....111
- Outra forma de determinação do valor atualizado do ângulo QM na carta .....112
- Outras formas de determinação do ângulo QM .....112
- Usando o mecanismo ajustável de correção de declinação magnética para indicar azimutes verdadeiros ou de quadrícula .....113
- Azimutes do nascer e do pôr-do-sol .....115
- Considerações finais .....116

## Parte III – Fundamentos de Cartografia

### Capítulo 8 – A Forma da Terra

- Considerações iniciais .....120
- Um pouco de história .....121
- A Terra como uma esfera: pólos, equador, paralelos e meridianos .....122
- Localizando um ponto na superfície terrestre: latitude e longitude .....123
- Referências de latitude e longitude: o Equador e o Meridiano de Greenwich .....123
- Vantagens da latitude e longitude para a navegação marítima, terrestre e aérea .....127
- Movimento aparente das estrelas no céu noturno .....128
- Algumas sugestões didáticas e de lazer .....133
- Medição astronômica da latitude e longitude .....134
- Considerações finais .....136

### Capítulo 9 – Fundamentos de Cartografia

- Considerações iniciais .....139
- O problema da representação da forma da Terra .....139
- Um conceito de mapa e sua aplicação fundamental .....141
- Cartografia .....142
- Classificação dos mapas .....142
- Introdução às cartas topográficas .....144
- Escala de mapas e cartas topográficas .....144
- Escala gráfica de distâncias .....150
- Escala gráfica de declividade .....150
- Precisão gráfica e representação de detalhes .....150
- Cores nas cartas topográficas .....152
- Símbolos convencionais .....152
- Curvas de nível e formas do relevo .....153
- Principais informações fornecidas pelas curvas de nível .....154
- Principais características das curvas de nível .....159
- Relação entre hidrografia e relevo .....159
- Formas básicas do relevo .....160
- Palavras relacionadas a formas do relevo, hidrografia e cobertura vegetal .....164
- Giro do horizonte: relacionando o terreno com a carta topográfica .....168
- Considerações finais .....171

## Capítulo 10 – Sistemas de Coordenadas

- Considerações iniciais .....174
- Algumas observações decorrentes da prática .....175
- Leitura de coordenadas UTM .....175
- Espaçamentos das quadrículas UTM .....176
- Exemplos de uso de coordenadas UTM .....177
- Determinação de coordenadas com receptores GPS .....178
- Retomando as explicações sobre coordenadas .....179
- Trabalhando com latitude e longitude .....180
- Origem do sistema de coordenadas UTM .....180
- Fusos, bandas e zonas do sistema UTM .....182
- Superfícies projetante e projetada .....182
- Ponto de origem das coordenadas .....184
- Evitando coordenadas negativas .....184
- Explicando a diferença entre o Norte Verdadeiro e o Norte de Quadrícula .....184
- Algumas observações .....186
- Um pouco mais sobre a forma da Terra .....188
- Algumas considerações sobre altitude .....191
- Uso de sistemas de coordenadas nas regiões polares .....192
- Resumo do capítulo sistemas de coordenadas .....193
- Considerações finais .....194

## Parte IV – GPS

### Capítulo 11 – Fundamentos do Sistema NAVSTAR GPS

- Considerações iniciais .....197
- Um pequeno alerta .....197
- Determinação de posição com referenciais notáveis: uma questão de geometria e de visibilidade .....198
- Faróis e navegação costeira .....199
- Navegação astronômica e visibilidade .....199
- Sistemas de radiofarol .....200
- Início da navegação auxiliada por satélites .....201
- Uma breve história do sistema NAVSTAR GPS .....202
- Os segmentos do sistema GPS .....203
- Determinando posição através de distâncias .....204
- Medindo a distância do satélite ao receptor GPS .....205
- Como o receptor GPS calcula sua própria posição .....206
- Receptores GPS de navegação, topográficos e geodésicos .....206
- Algumas informações básicas sobre o GPS de navegação .....207
- Como o GPS de navegação se inicia e como ele apresenta informações ao usuário .....209
- Sistemas DGPS, WAAS e similares .....211
- Um pouco mais sobre receptores GPS para uso em Topografia e em Geodésia .....213
- Os sistemas GPS russo, europeu e chinês .....214
- Considerações finais .....215

## Capítulo 12 – Recursos do GPS de Navegação

- Considerações iniciais .....218
- Um conselho sobre manuais .....218
- Procedimentos e ajustes iniciais no GPS .....218
- Marcação e criação de *waypoints* .....219
- A função *GO TO / NAV / FIND* .....222
- Controlando o progresso do deslocamento .....222
- Um tipo especial de *GO TO*: a função *MOB - MAN OVERBOARD* .....227
- Indicando pontos nas proximidades .....227
- Alarme de proximidade .....228
- Alarme de arrasto de âncora .....228
- Distância e azimute entre dois pontos .....229
- Os azimutes indicados pelo GPS .....229
- Conceito de rota .....229
- Criação e uso de rotas no GPS .....231
- Algumas considerações sobre segurança na navegação por rotas .....234
- Inversão de rotas .....235
- Uso e montagem de rotas em navegação terrestre .....236
- *Tracklog* como recurso de mapeamento .....238
- *Tracklog* como recurso de navegação .....240
- Sobre a tela tipo mapa .....241
- Sugestões para o treinamento da navegação por *tracklogs* .....242
- Outros recursos dos navegadores pessoais .....242
- Equipamentos e recursos incorporados a receptores GPS .....242
- Limitações de uso .....243
- Considerações finais .....243

## Parte V – Navegação

### Capítulo 13 – Navegação em Geral e Navegação Urbana

- Considerações iniciais .....246
- Navegação em geral e segurança .....247
- Fatores de influência .....247
- Etapas de uma navegação .....248
- Sobre informações e equipamentos .....249
- Mapas de arruamento .....249
- Sobre o GPS tipo navegador automotivo e seu uso em navegação urbana .....250
- Uso do GPS de navegação em ambiente urbano “longe de casa” .....251
- Softwares de roteamento .....252
- Sobre mapas incorporados a receptores GPS de navegação e o projeto *Tracksource* Brasil .....253
- O chapa: um GPS humano ! .....254
- Considerações finais .....254

## Capítulo 14 – Navegação em Vias de Acesso Bem Definidas

- Considerações iniciais .....257
- Planilhas de navegação .....257
- Um pouco sobre a simbologia empregada nas planilhas .....258
- Corrigindo o hodômetro de um veículo .....259
- Retomando nossa planilha de navegação .....260
- Navegando em vias de acesso bem definidas com bússola, sem GPS e sem mapa disponível .....260
- Outras observações sobre a elaboração de planilhas de navegação .....263
- Trajetória para cima X Norte para cima .....264
- Planilhas de navegação X Rotas no GPS .....264
- Uso de *tracklogs* em vias de acesso bem definidas .....266
- Um pouco sobre montanhismo .....266
- Controle de posição com base na altitude .....267
- Considerações finais .....268

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

- Considerações iniciais .....271
- Segurança na navegação em vias de acesso precárias e fora de vias de acesso .....271
- Navegando em direção a um destino visível durante todo o caminho .....272
- Navegando em direção a um destino visível durante parte do caminho .....272
- Olhando para trás: controlando a navegação com base no ponto de partida .....273
- Fazendo o mesmo caminho de volta .....274
- Navegando com o auxílio de objetivos intermediários .....274
- Contornando obstáculos .....276
- Desviando 90° para a esquerda ou para a direita sem alterar a indicação da escala graduada .....276
- Navegando com apoio de uma linha base .....278
- Sobre o GPS e o recurso de projeção de ponto .....280
- Desvio intencional .....281
- Marcas de botas e pneus .....282
- Veículos para uso em vias de acesso precárias e também fora destas .....282
- Um pouco sobre navegação em cavernas .....287
- Considerações finais .....288

## Capítulo 16 – Um Pouco Mais Sobre Cartografia

- Considerações iniciais .....291
- Alinhando uma carta com o terreno no Brasil .....291
- Alinhando uma carta com o terreno em qualquer lugar .....292
- Recapitulando transformações de azimutes .....292
- Por que três nortes diferentes? .....293
- Determinando nossa posição na carta topográfica .....294
- Considerações de ordem prática .....294
- Um pouco sobre história .....296
- Um pouco sobre os cartógrafos .....296
- Um pouco sobre o mapeamento sistemático terrestre brasileiro .....297
- Um pouco sobre aerofotogrametria .....298
- Um pouco sobre estereoscopia .....302
- Um pouco sobre processos, plotagem e impressão .....302
- “Prazo de validade” das informações .....304
- Um pouco sobre trilhas .....304
- Um pouco mais sobre reambulação e toponímia .....305
- Comparando diferentes restituições do mesmo terreno .....306
- Um pouco sobre imagens de satélites .....309
- Sobre cartografia, mapeamento sistemático, Estado e Nação .....308
- Onde adquirir cartas .....309
- Esboçando um croqui com GPS e com bússola .....309
- Esboçando um croqui somente com bússola .....311
- Considerações finais .....311

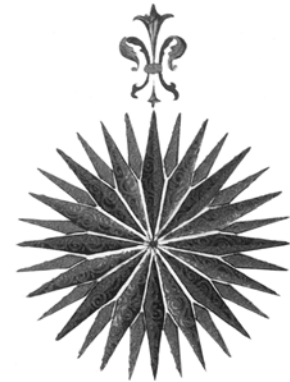
## Capítulo 17 – Perdido!

- Considerações iniciais .....314
- Perdido? **ESAON!** .....314
- Prevenção: antes, durante e depois .....316
- Oriente-se e navegue. Mas para onde? .....317
- Lances controlados, quadrado crescente e pente fino .....318
- Cuidados com os instrumentos e as cartas .....319
- Sobre jornadas mais longas .....321
- O que pode e o que não pode .....323
- Mantendo um grupo de campo unido .....323
- Algumas palavras sobre comunicação entre grupos .....324
- Determinando direções com o auxílio da natureza .....324
- Direções com o auxílio das estrelas .....324
- Direções do nascer e do pôr-do-sol .....325
- Método da sombra ao meio-dia solar .....327
- O método do relógio .....327
- Sobre o horário do meio-dia solar local .....329
- O método da sombra para leste .....329
- Sobre reservas técnicas .....329
- Para pensar antes – e não esquecer depois! .....333
- Considerações finais .....334

## Epílogo

- Nossas últimas considerações .....332





Si vis pacem,  
para bellum.

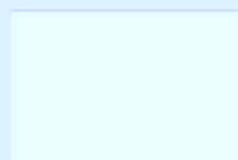


## FUNDAMENTOS DE ORIENTAÇÃO, CARTOGRAFIA E NAVEGAÇÃO TERRESTRE



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**

