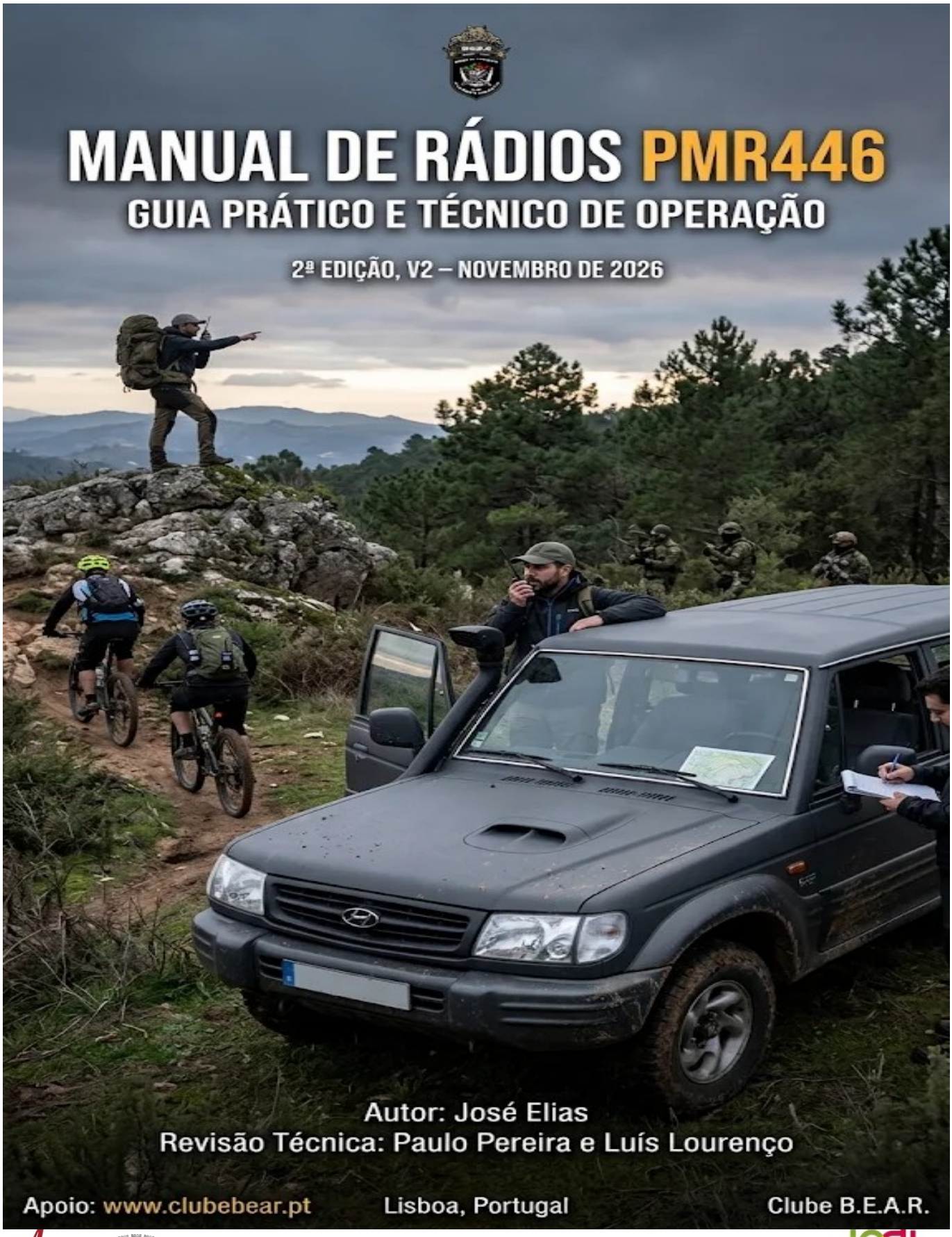

MANUAL DE RÁDIOS PMR446
GUIA PRÁTICO E TÉCNICO DE OPERAÇÃO
2ª EDIÇÃO, V2 – NOVEMBRO DE 2026
Autor: José Elias
Revisão Técnica: Paulo Pereira e Luís Lourenço
Apoio: www.clubebear.pt
Lisboa, Portugal
Clube B.E.A.R.

Título: Manual de Rádios PMR446

Edição: 2ª Edição, V2 – Novembro de 2026

Local de Edição: Lisboa, Portugal

Autor: José Elias

Revisão Técnica e Ortográfica: Paulo Pereira e Luís Lourenço

Design e Paginação: José Elias

Ilustrações: Geradas por Inteligência Artificial (Gemini)

Contactos Website: www.clubebear.pt E-mail: geral@clubebear.pt

Direitos de Autor e Partilha (Licença de Uso): © 2026 Clube B.E.A.R. e José Elias. Esta obra destina-se a apoiar a comunidade. O seu uso é livre e gratuito. É permitida a partilha, reprodução e distribuição total ou parcial deste manual, em formato físico ou digital, exclusivamente para fins não comerciais, desde que seja garantida a atribuição e o devido crédito aos autores e ao Clube B.E.A.R. Proibida a venda ou uso lucrativo desta obra.

Aviso Legal e Isenção de Responsabilidade (Disclaimer): Este manual possui um caráter exclusivamente informativo, técnico e pedagógico, destinando-se a orientar os utilizadores nas boas práticas de utilização do sistema de radiocomunicações PMR 446. O autor e os editores isentam-se de qualquer responsabilidade direta ou indireta por eventuais danos materiais, acidentes pessoais, falhas de comunicação ou sanções legais resultantes da má utilização dos equipamentos ou do incumprimento da regulamentação aplicável. Cabe inteiramente ao utilizador verificar e cumprir a legislação atualizada junto da Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM), garantindo que não opera equipamentos ilegais ou modificados. Adicionalmente, ressalva-se que as recomendações para cenários de emergência não substituem os canais oficiais de socorro (112 e Proteção Civil), devendo ser encaradas apenas como uma ferramenta complementar de resiliência local. Por fim, todas as marcas registadas, nomes de modelos e patentes citados ao longo deste documento pertencem aos seus respetivos proprietários, sendo utilizados unicamente para fins ilustrativos e de análise comparativa de mercado.

Índice

INTRODUÇÃO **5**
CAPÍTULO 1: ENQUADRAMENTO LEGAL E REGULAMENTAÇÃO EM PORTUGAL **7**
1.1. Regras do Espaço Radioelétrico e Especificações Obrigatórias 8
1.2. Tabela Oficial de Frequências (16 Canais Analógicos) 9
1.3 O Perigo Legal dos Rádios Programáveis (Ex: Baofeng UV-5R) 10
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TÉCNICOS E FUNCIONALIDADES DO RÁDIO **11**
2.1. Propagação do Sinal em UHF e Alcance Real 11
2.2. Sub-tons de Filtragem: CTCSS vs DCS 12
2.3. Análise Detalhada de Funcionalidades 13
CAPÍTULO 3: PROTOCOLO E OPERAÇÃO EM AIRSOFT E MILSIM **14**
3.1. Disciplina de Transmissão e Protocolo Tático 14
3.2. Acessórios Táticos Essenciais 16
3.3. Gestão de Frequências e Segurança de Operação 17
CAPÍTULO 4: OPERAÇÃO EM TODO-O-TERRENO (4X4 / OFF-ROAD) **18**
4.1. Gestão de Caravanas e Navegação em Pista 19
4.2. O Desafio Técnico do Habitáculo: Efeito Gaiola de Faraday 20
4.2.1. Acessórios de Habitáculo e Instalação 21
CAPÍTULO 5: OPERAÇÃO EM CAMINHADAS NA NATUREZA E BTT **22**
5.1. Maximização do Alcance em Terreno Acidentado 23
5.2. Posicionamento e Fixação do Equipamento 24
5.3. Fatores de Escolha do Equipamento para Outdoor 25
CAPÍTULO 6: COMUNICAÇÃO DE EMERGÊNCIA E CATÁSTROFES NATURAIS **26**
6.1. Resiliência do Sistema Ponto a Ponto 27
6.2. O Protocolo Internacional de Montanha e Emergência: Canal 8 / Tom 16 27
6.3. O Plano 3-3-3: A Rede de Emergência Nacional (Portugal) 29
6.4. Estrutura de uma Mensagem de Socorro (Protocolo L-S-T-N) 31
6.5. Janelas de Escuta e Gestão de Crise Comunitária 32
CAPÍTULO 7: GUIA DE MERCADO E ANÁLISE DE EQUIPAMENTOS **33**
7.1. Segmentação de Mercado 33
7.2. Tabela Comparativa de Equipamentos de Referência 35
7.3. Análise Detalhada do Topo de Gama: Midland G18 Pro 35

CAPÍTULO 8: GESTÃO DE BATERIA E MANUTENÇÃO DE CAMPO 37
8.1. Comparativo Técnico de Químicas de Bateria 37
8.2. O Ciclo de Trabalho 5/5/90 e Cálculo de Autonomia Real 39
8.3. Preservação e Mitigação Térmica no Terreno 40
8.4. Manutenção de Vedantes e Estanqueidade 41
CONCLUSÃO 42
GLOSSÁRIO 43
BIBLIOGRAFIA COMPLETA 47
Legislação e Regulamentação Nacional (Portugal) 47
Normas e Decisões Europeias (CEPT / ECC / ETSI) 47
Documentação Técnica de Fabricantes e Manuais de Equipamento 48
Protocolos Operacionais, Normas Industriais e Segurança 48

INTRODUÇÃO

A dependência crítica das redes de telecomunicações modernas criou uma falsa sensação de conetividade ininterrupta. No entanto, quando nos afastamos dos centros urbanos para cenários de montanha, vales profundos ou zonas de cobertura deficiente, a infraestrutura celular revela-se vulnerável. Da mesma forma, em emergências, catástrofes naturais ou eventos de grande densidade populacional, a saturação ou falha energética das estações base das redes móveis (2G/4G/5G) compromete a comunicação convencional.

É precisamente neste ponto de rutura que a radiocomunicação autónoma demonstra a sua relevância vital.



O sistema **PMR 446** (*Personal Mobile Radio*, 446 MHz) representa o padrão europeu para comunicações de voz locais, diretas e gratuitas. Operando numa faixa de frequências harmonizada e isenta de licenciamento individual (446,000 MHz a 446,200 MHz), esta tecnologia funciona estritamente através de transmissões ponto a ponto (*simplex*), nas quais os equipamentos comunicam diretamente entre si sem a intermediação de repetidores, torres de sinal ou redes de dados. Esta independência estrutural confere ao PMR 446 — tanto na sua vertente analógica como digital — uma resiliência operacional inigualável: enquanto existir energia nas baterias, a capacidade de comunicar permanece intacta.

A versatilidade do PMR 446 estende-se a múltiplos domínios da realidade portuguesa:

- **Atividades Táticas e Desportivas:** No Airsoft e Milsim, assegura a coordenação discreta e em tempo real entre elementos de uma equipa.
- **Mobilidade Outdoor:** No Todo-o-Terreno (4x4) e no BTT, garante a ligação contínua entre veículos e ciclistas para navegação, alertas de obstáculos e segurança do grupo.
- **Exploração da Natureza:** Em caminhadas e montanhismo, constitui uma linha de vida fundamental para manter contacto e coordenar apoio em locais desprovidos de rede móvel.
- **Gestão de Crise:** Em cenários de catástrofe ou falha generalizada de comunicações, permite estabelecer redes comunitárias de entreajuda e resposta rápida.



Este manual foi concebido como um guia de referência técnico e prático em língua portuguesa, desenhado para transformar o utilizador comum num operador competente. Ao longo dos capítulos, são abordados o enquadramento legal em Portugal sob a alçada da ANACOM, os princípios físicos de propagação em UHF, os protocolos operacionais específicos de cada atividade, a seleção criteriosa de equipamento — desde a gama de entrada ao segmento profissional — e as melhores práticas de gestão energética e manutenção no terreno.

CAPÍTULO 1: ENQUADRAMENTO LEGAL E REGULAMENTAÇÃO EM PORTUGAL

A gestão e fiscalização do espectro radioelétrico em território nacional competem à **ANACOM** (Autoridade Nacional de Comunicações). O serviço **PMR 446** encontra-se previsto no **QNAF** (Quadro Nacional de Atribuição de Frequências) como uma aplicação de curto alcance isenta de licenciamento de rede e de estação, enquadrada pela **Lei n.º 16/2022, de 16 de agosto** (Lei das Comunicações Eletrónicas), pelo **Decreto-Lei n.º 151-A/2000, de 20 de julho** (na sua redação atual) e pelo **Decreto-Lei n.º 57/2017, de 9 de junho** (que transpõe a Diretiva Europeia 2014/53/UE – RED), em conformidade com a **Decisão ECC (15)05** da CEPT.



1.1. Regras do Espaço Radioelétrico e Especificações Obrigatórias

Para que um transceptor (Rádio) beneficie da isenção de licenciamento individual em Portugal e no espaço da União Europeia, tem de ser um equipamento homologado com **marcação CE** (em conformidade com a norma harmonizada **ETSI EN 303 405**) e cumprir cumulativamente os seguintes requisitos fabris impostos pela regulamentação:

- **Potência Máxima Radiada (e.r.p.):** Limite estrito de **500 mW** (0,5 Watts) (existe uma proposta da EU para aumentar a potencia para 1 W, mas na data de fecho deste manual ainda não se encontra aprovada em Portugal) de Potência Radiada Efetiva (*Effective Radiated Power*), valor que já engloba a potência do emissor e o ganho da antena.
- **Antena Integrada:** A antena tem de ser fisicamente fixa e dedicada ao chassis de fábrica, sendo expressamente proibida a sua remoção, substituição por antenas de maior ganho ou ligação a elementos radiantes externos e cabos coaxiais.
- **Temporizador de Emissão (TOT):** O equipamento deve integrar de fábrica um limitador que interrompe automaticamente qualquer transmissão contínua ao fim de, no máximo, **180 segundos** (3 minutos), prevenindo o bloqueio permanente do canal.
- **Isenção de Licença:** Cumpridos os requisitos anteriores, a utilização é livre e gratuita, dispensando licença individual, registo prévio, exame de operador ou pagamento de taxas de espectro.



1.2. Tabela Oficial de Frequências (16 Canais Analógicos)

A faixa compreendida entre **446,000 MHz e 446,200 MHz** (banda de UHF) está subdividida em **16 canais analógicos** (modulação FM) com um espaçamento de **12,5 kHz** entre canais adjacentes. Na mesma faixa operam também os sistemas digitais isentos de licença: o padrão **dPMR 446** (FDMA, 32 canais com espaçamento de 6,25 kHz) e o padrão **DMR Tier I** (TDMA, 16 canais com espaçamento de 12,5 kHz).

Canal	Frequência Central (MHz)	Canal	Frequência Central (MHz)
Canal 1	446,00625	**Canal 9**	446,10625
Canal 2	446,01875	**Canal 10**	446,11875
Canal 3	446,03125	**Canal 11**	446,13125
Canal 4	446,04375	**Canal 12**	446,14375
Canal 5	446,05625	**Canal 13**	446,15625
Canal 6	446,06875	**Canal 14**	446,16875
Canal 7	446,08125	**Canal 15**	446,18125
Canal 8	446,09375	**Canal 16**	446,19375

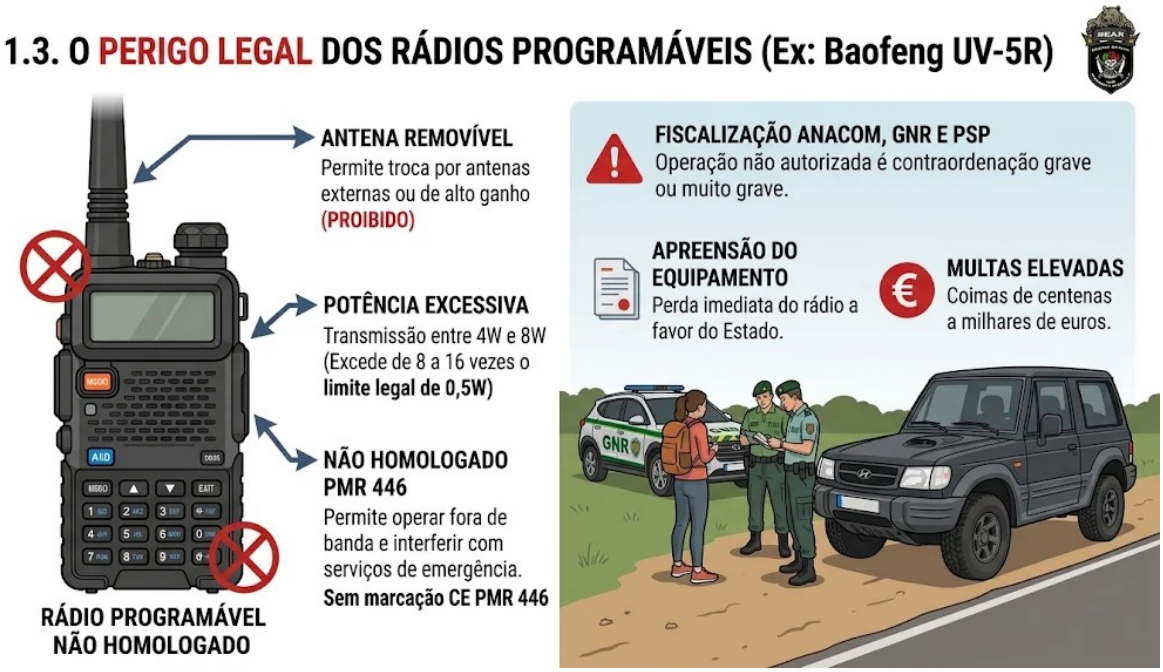
1.3. O Perigo Legal dos Rádios Programáveis (Ex: Baofeng UV-5R)

Existe uma prática frequente entre praticantes de atividades *outdoor* e airsoft em Portugal: a aquisição de transceptores económicos de banda aberta programáveis por teclado ou computador (como os modelos Baofeng UV-5R, Quansheng UV-K5 ou similares de VHF/UHF). **A transmissão nestes equipamentos dentro da faixa PMR 446 é estritamente ilegal para qualquer cidadão — incluindo titulares de licença de Radioamador** (cujo espectro autorizado em UHF se limita à faixa de 430 a 440 MHz).

Estes equipamentos violam a regulamentação nacional e europeia por múltiplas razões técnicas e legais:

- **Antena Removível:** Utilizam conectores roscados (como SMA), permitindo a troca por antenas de alto ganho ou externas.
- **Potência Excessiva:** Transmitem tipicamente entre 4 W e 8 W (excedendo o limite legal de 0,5 W e.r.p. em 8 a 16 vezes) e permitem emissões fora de banda suscetíveis de interferir com serviços críticos e redes de emergência.
- **Ausência de Homologação PMR 446:** Não dispõem de avaliação de conformidade CE para a norma PMR 446 (ETSI EN 303 405), podendo a sua simples detenção em operação ou colocação em serviço constituir infração.

A fiscalização efetuada pela **ANACOM**, em articulação com as forças de segurança (**GNR** e **PSP**), enquadra a emissão não autorizada nestes rádios como **contraordenação grave ou muito grave** (nos termos do Decreto-Lei n.º 151-A/2000 e da Lei n.º 16/2022). As sanções legais podem prever a **apreensão imediata do equipamento** (perda a favor do Estado) e a aplicação de **coimas elevadas**.



CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TÉCNICOS E FUNCIONALIDADES DO RÁDIO

Compreender a física por trás do sinal PMR 446 e dominar as funções internas do transceptor (Rádio) é a diferença entre uma comunicação clara e o isolamento total no terreno.

2.1. Propagação do Sinal em UHF e Alcance Real

A faixa dos 446 MHz opera na banda de **UHF** (*Ultra High Frequency*, com comprimento de onda aproximado de 67 cm), cujas ondas eletromagnéticas se propagam predominantemente por **linha de vista** (*Line of Sight*). Isto significa que o alcance do sinal é altamente condicionado pelo relevo, pela curvatura do terreno e pelos obstáculos físicos existentes entre os transceptores (Rádios):

- **Em Montanha / Cumes (Linha de Vista Desimpedida):** Sem obstáculos no trajeto direto entre antenas, o alcance situa-se habitualmente entre **5 km e 15 km*** (podendo superar os 20 km entre pontos elevados com horizonte totalmente limpo).
- **Em Zonas Florestais / Terreno Rural:** A humidade presente na vegetação densa e as ondulações do relevo absorvem e atenuam a radiofrequência, reduzindo o alcance efetivo para **1 a 3 km***.
- **Em Ambiente Urbano:** A densidade de edifícios limita a cobertura a cerca de **500 metros a 1,5 km***. Embora as frequências mais baixas (VHF) atravessem paredes maciças com menor perda, o UHF apresenta melhor desempenho prático dentro e em redor de edifícios de betão armado porque o seu comprimento de onda curto atravessa facilmente aberturas (janelas, portas) e propaga-se por múltiplas reflexões.

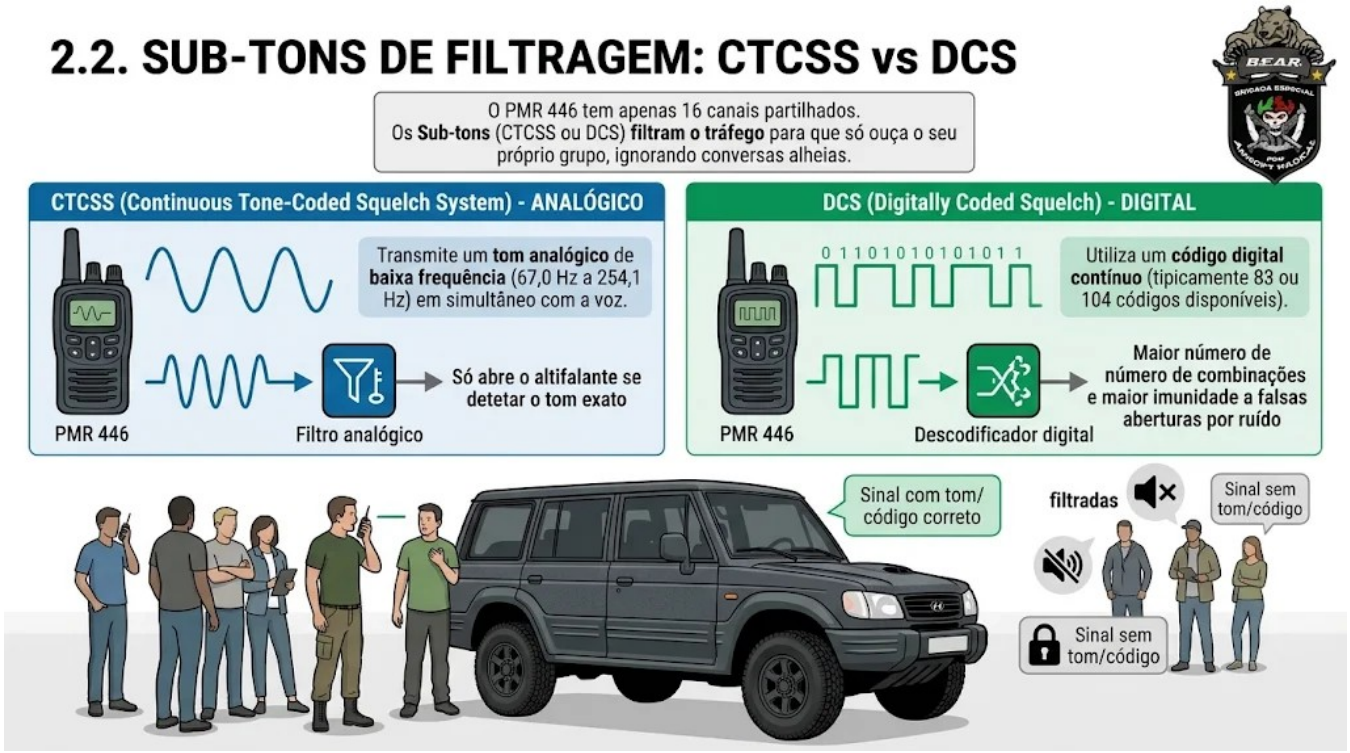
* Estes valores são meramente indicativos, não devendo ser considerados certos sem testes no terreno.



2.2. Sub-tons de Filtragem: CTCSS vs DCS

Dado que o PMR 446 dispõe de apenas 16 canais analógicos partilhados por todos os utilizadores, a tecnologia de sub-tons permite organizar o tráfego de um grupo e evitar a escuta indesejada de conversas de terceiros na mesma frequência:

- **CTCSS (*Continuous Tone-Coded Squelch System*):** Transmite um tom analógico subaudível de baixa frequência (entre **67,0 Hz e 254,1 Hz**) em simultâneo com a voz. O transceptor (Rádio) recetor só abre o áudio do altifalante se detetar esse tom exato.
- **DCS (*Digitally Coded Squelch*):** Cumpre a mesma função de filtragem, mas utiliza um código digital contínuo em vez de um tom analógico, disponibilizando um maior número de combinações (habitualmente 83 ou 104 códigos) e maior imunidade a falsas aberturas por ruído.



Mito da Privacidade e Regra de Escuta: Os sub-tons **não encriptam nem ocultam a conversa**. Qualquer utilizador sintonizado no mesmo canal sem sub-tom ativado (Tom 0 / OFF) ouvirá todas as transmissões efetuadas nessa frequência. Além disso, como os sub-tons bloqueiam o áudio de outros grupos no mesmo canal, recomenda-se verificar sempre se o canal está livre (função *Monitor*) antes de transmitir, evitando interferir com comunicações em curso.

2.3. Análise Detalhada de Funcionalidades

Funcionalidade	Descrição e Aplicação Operacional
Squelch (Silenciador)	Regula o limiar de intensidade de sinal necessário para abrir o áudio do recetor, cortando o ruído estático de fundo na ausência de emissão. Um nível demasiado elevado bloqueia sinais fracos e reduz o alcance efetivo; um nível demasiado baixo provoca ruído constante.
Monitor	Desativa temporariamente o *Squelch* e os sub-tons, permitindo escutar sinais muito fracos no limite do alcance ou confirmar se o canal está realmente livre antes de iniciar uma transmissão.
VOX (*Voice Operated Transmit*)	Ativa a transmissão automaticamente ao detetar a voz do operador, permitindo o uso mãos-livres. Exige ajuste criterioso da sensibilidade para evitar emissões acidentais causadas pelo vento, respiração ou ruído mecânico.
Dual Watch (Vigilância Dupla)	Monitoriza alternadamente dois canais distintos. O transceptor (Rádio) comuta automaticamente para o canal que receber sinal primeiro, retomando a varredura após o fecho da transmissão.
TOT (*Time-Out Timer*)	Temporizador que interrompe automaticamente a emissão se o botão PTT permanecer premido continuamente além de um limite definido (ex.: 60 segundos; máximo legal de 180 segundos), evitando o bloqueio acidental do canal e o sobreaquecimento do emissor.
Roger Beep	Sinal sonoro curto emitido automaticamente no final de cada transmissão ao libertar o botão PTT, indicando aos restantes operadores que o canal ficou livre.
Compander	Processador que comprime a gama dinâmica do áudio na transmissão e a expande na receção, reduzindo o ruído de fundo e melhorando a inteligibilidade a longas distâncias (requer ativação simultânea em ambos os rádios).
Scrambler	Mecanismo analógico de inversão de frequência de áudio que confere privacidade elementar contra escutas ocasionais por rádios simples (a encriptação digital forte é proibida no PMR 446; a compatibilidade limita-se geralmente a equipamentos da mesma marca).

CAPÍTULO 3: PROTOCOLO E OPERAÇÃO EM AIRSOFT E MILSIM

No Airsoft e Milsim (*Military Simulation*), a radiocomunicação é um multiplicador de força. O fluxo de informação rápido e disciplinado garante a superioridade tática, enquanto o ruído desnecessário ou a falha de rádio expõem a posição da equipa e comprometem a missão.



3.1. Disciplina de Transmissão e Protocolo Tático

Em cenários de simulação tática, a brevidade e a clareza são determinantes. O canal de rádio não deve ser ocupado com conversação informal ou relatos extensos:

- **Regra ABC:** Toda a comunicação tática deve ser **A**dequada (clara), **B**reve e **C**oncisa. Pensar na mensagem completa antes de premir o botão de transmissão.
- **Pausa PTT (Regra de 1 Segundo):** Premir o botão PTT, aguardar cerca de **0,5 a 1 segundo** antes de começar a falar e só libertar o botão meio segundo após concluir a frase. Este intervalo garante que o transceptor (Rádio) recetor descodifica o sub-tom CTCSS/DCS e abre o áudio sem cortar a primeira palavra.

- **Identificação e Palavras de Procedimento:** Iniciar a chamada identificando o destinatário seguido do emissor (*ex.: «Alfa-1 daqui Bravo-2»*). Terminar a frase com **«Câmbio»** (ou **«Escuto»**) quando se aguarda resposta, e com **«Terminado»** quando a troca de mensagens está concluída.
- **Terminologia Padrão:** Utilização de expressões curtas para minimizar o tempo de emissão:
  - **«Contacto»:** Avistamento de elementos adversários, indicando direção pelo método do relógio, distância estimada e efetivo (*ex.: «Contacto às 2 horas, 50 metros, 3 elementos»*).
  - **«Infiltração» / «Exfiltração»:** Entrada ou saída de uma zona de objetivos.
  - **«Sitrep» (*Situation Report*):** Pedido ou envio de ponto de situação rápido (posição, estado da equipa e munições).
  - **«Aguarde»:** Interrupção temporária da transmissão para recolher dados sem fechar a escuta.
  - **«Copiado» / «Compreendido»:** Confirmação inequívoca de receção da mensagem.
- **Silêncio de Rádio:** Manter a frequência livre exceto para informação operacional relevante. Transmissões prolongadas bloqueiam o canal e impedem pedidos urgentes de apoio por parte de elementos sob fogo.



3.2. Acessórios Táticos Essenciais

Para manter ambas as mãos livres na réplica, proteger a audição e assegurar a discrição acústica no terreno, a utilização de periféricos externos ligados ao transceptor (Rádio) é indispensável:

- **Microfones de Garganta (Laringofones):** Sensores ajustados ao pescoço que captam diretamente as vibrações das cordas vocais. Isolam eficazmente o ruído ambiente (vento, disparos de réplicas AEG/GBB ou granadas sonoras) e permitem transmitir em voz baixa. Requerem ajuste firme junto à laringe para evitar que a voz soe abafada em movimento.
- **Headsets Táticos Ativos (Ex.: Earmor, Z-Tac, 3M Peltor):** Combinam atenuação eletrónica de ruídos impulsivos elevados (proteção auditiva) com amplificação dos sons ambientes de baixa intensidade e integração de comunicações de rádio.
- **Botões PTT (*Push-To-Talk*) Externos:** Unidades de acionamento de grande dimensão fixadas nas fitas MOLLE do colete ou na alça do ombro, permitindo iniciar a transmissão de forma intuitiva mesmo com luvas táticas e sem desviar o olhar. *(Nota: Embora existam PTTs remotos para montar no guarda-mão da réplica, o cabo de ligação entre o colete e a arma aumenta o risco de prisão em vegetação densa).*

Atenção à Compatibilidade de Fichas e Impedâncias:

- **Padrões de Conector:** As fichas laterais dos transceptores (Rádios) não são universais. Antes de adquirir um PTT ou auricular, confirme o padrão exato do rádio (ex.: ficha **Kenwood 2-pin K1**, **Midland 2-pin** ou **Motorola 1-pin/2-pin**).
- **Headsets Militares Reais vs. Réplicas:** Headsets militares originais utilizam microfones dinâmicos de baixa impedância, exigindo um **PTT amplificado** para funcionar corretamente em rádios PMR 446 civis; as réplicas concebidas para Airsoft (como Z-Tac ou Earmor) utilizam microfones de eletreto compatíveis diretamente com PTTs comerciais comuns.



3.3. Gestão de Frequências e Segurança de Operação

O planeamento prévio do plano de comunicações antes do início do jogo evita o caos radioelétrico durante a operação:

- **Estrutura de Canais por equipa:** Em eventos de grande dimensão, o Comando (HQ) opera num canal principal de coordenação, enquanto cada equipa/fação utiliza um **canal dedicado** para manobras internas. O líder de equipa ativa a função **Dual Watch** no seu transceptor (Rádio) para monitorizar simultaneamente o canal de Comando e o canal da sua unidade. Sempre que possível, devem atribuir-se canais espaçados (ex.: Canais 1, 3 e 5) para evitar interferências entre operadores próximos.
- **Camuflagem Sonora e Luminosa:** Antes de entrar em terreno, é obrigatório desativar completamente o **Roger Beep**, os **tons de teclas (*Key Beep*)** e a **retroiluminação automática do ecrã**. Um sinal sonoro ao libertar o PTT ou a luz do visor num ambiente noturno ou de emboscada denuncia de imediato a posição do operador.
- **Uso Estratégico de Sub-tons (CTCSS/DCS):** Configurar o mesmo sub-tom em todos os rádios da equipa impede que comunicações de equipas adversárias ou de utilizadores externos no mesmo canal abram o áudio dos auriculares durante a progressão. Contudo, deve recordar-se que o sub-tom apenas filtra a receção — qualquer adversário que efetue varredura no mesmo canal sem sub-tom (Tom 0) poderá escutar as transmissões, pelo que informações críticas devem ser transmitidas de forma concisa ou codificada.



CAPÍTULO 4: OPERAÇÃO EM TODO-O-TERRENO (4X4 / OFF-ROAD)

A condução *off-road* em caravana exige uma comunicação fluida, segura e sem mãos ocupadas para manter o ritmo de progressão, assegurar a orientação em pista e garantir uma resposta imediata perante obstáculos, avarias ou manobras de desatolamento com o transceptor (Rádio).



4.1. Gestão de Caravanas e Navegação em Pista

Numa expedição TT, o transceptor (Rádio) constitui o elo permanente entre todos os elementos da coluna, permitindo coordenar a marcha desde a frente até à retaguarda:

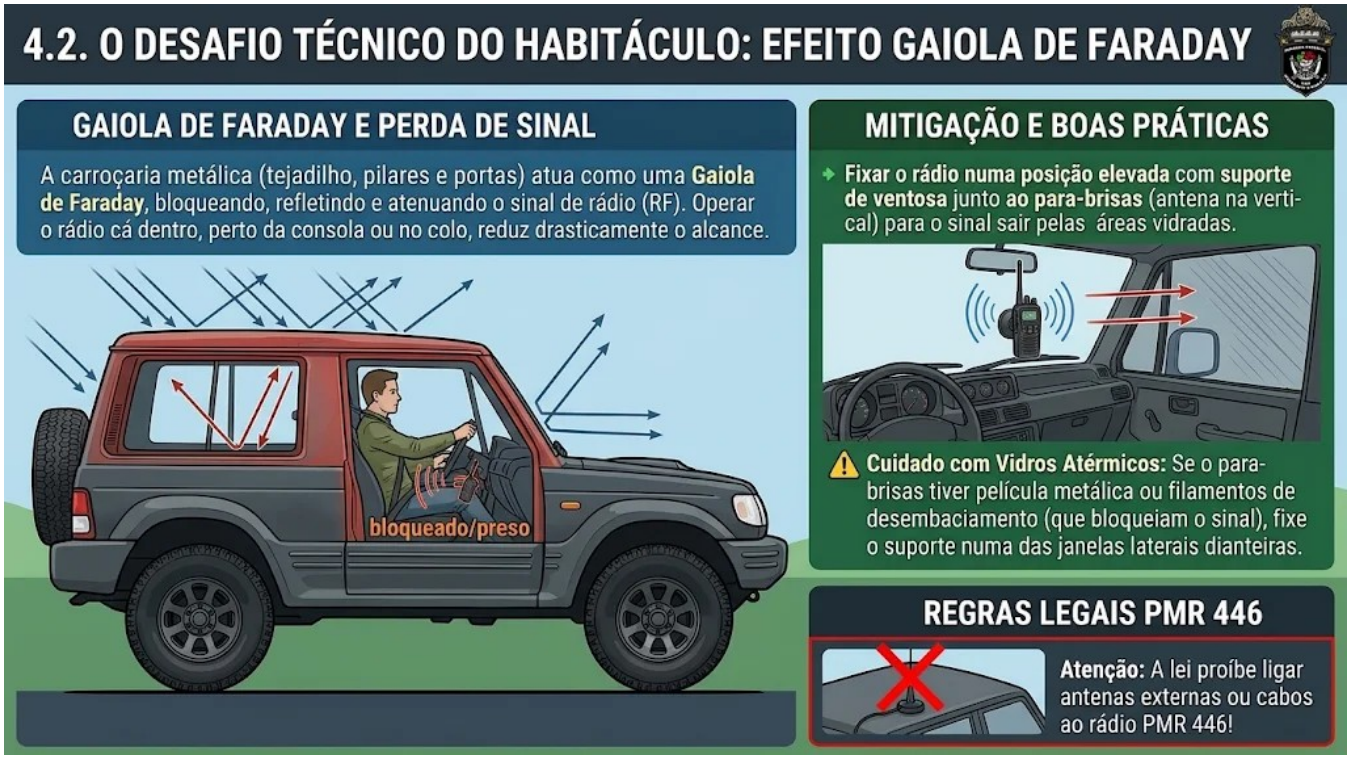
- **Distribuição de Funções e Regra do Retrovisor:** Cada viatura deve ser identificada pela sua ordem na caravana (*Guia / Viatura 1, Viatura 2, ..., Vassoura*). Cada condutor é responsável por manter contacto visual pelo espelho retrovisor com a viatura que o segue, alertando o grupo pelo rádio caso esta fique retida numa bifurcação ou obstáculo:
    - **Carro Guia (Frente):** Transmite indicações sobre mudanças de direção, estado do piso, cruzamentos com vias alcatroadas, presença de peões/ciclistas e obstáculos imprevistos (árvores caídas, regos profundos ou cursos de água).
    - **Carro Vassoura (Retaguarda):** Confirma que toda a caravana ultrapassou pontos críticos ou cruzamentos, reportando furos, problemas mecânicos ou paragens involuntárias no final da coluna.
- **Comunicação em Manobras de Resgate:** Durante a utilização de guinchos elétricos, cintas de tração ou pranchas de desatolamento, o canal de rádio deve ser reservado exclusivamente para o **operador do guincho** e para o **sinalizador externo**, utilizando comandos curtos e inequívocos (*«Puxar»*, *«Parar»*, *«Aliviar»*). Os restantes veículos mantêm silêncio de rádio absoluto para não interferir com ordens críticas de segurança.



4.2. O Desafio Técnico do Habitáculo: Efeito Gaiola de Faraday

Os veículos de Todo-o-Terreno impõem um obstáculo físico significativo ao sinal PMR 446: a estrutura metálica da carroçaria (tejadilho, pilares e portas) atua como uma **Gaiola de Faraday**, refletindo e atenuando grande parte da energia de radiofrequência (RF) emitida ou recebida no interior da cabine.

- **Perda de Sinal:** Operar um transceptor (Rádio) portátil no fundo do habitáculo, junto à consola central ou no colo do condutor reduz drasticamente o alcance efetivo em comparação com a utilização ao ar livre. Como a regulamentação PMR 446 proíbe a ligação de antenas magnéticas externas no tejadilho, a localização do equipamento dentro do veículo torna-se determinante.
- **Mitigação e Cuidado com Vidros Atérmicos:** Recomenda-se fixar o transceptor (Rádio) numa posição elevada junto ao **para-brisas** (área envidraçada sem blindagem metálica) através de um suporte de ventosa, mantendo a antena na vertical. *(Nota técnica: Em viaturas modernas equipadas com para-brisas atérmicos — revestidos com película metálica refletora — ou com filamentos elétricos de desembaciamento, o vidro frontal também bloqueia o sinal UHF; nesses casos, o suporte deve ser fixado numa das **janelas laterais dianteiras**).*



4.2.1. Acessórios de Habitáculo e Instalação

Para operar com conforto, segurança passiva e autonomia contínua durante expedições de vários dias, recomendam-se três acessórios fundamentais:

- **Microfones de Mão (*Speaker Mics*):** Permitem manter o transceptor (Rádio) fixo numa posição elevada junto ao vidro para maximizar a receção e emissão, mantendo apenas o microfone/altifalante leve acessível junto ao ombro ou consola central. Em ligações por vias públicas, o condutor deve cumprir o **Código da Estrada (artigo 84.º)**, delegando o manuseamento do microfone no copiloto ou recorrendo a sistemas mãos-livres.
- **Alimentação Contínua (Eliminadores de Bateria / 12V):** Adaptadores com regulador de tensão integrado que encaixam no lugar da bateria traseira e ligam à tomada de 12V do veículo, garantindo alimentação contínua sem descarregar as baterias de reserva. *(Nota: Como a saída do cabo interrompe a vedação da tampa traseira, deve reinstalar-se a bateria original antes de passagens a vau ou zonas de pó intenso para preservar a estanqueidade do rádio).*
- **Suportes de Fixação Rígida:** Suportes de ventosa reforçada ou encaixe mecânico no painel que mantêm o equipamento firmemente preso, impedindo que o rádio se solte e atue como projétil no interior do habitáculo em inclinações acentuadas, solavancos ou travagens bruscas.



CAPÍTULO 5: OPERAÇÃO EM CAMINHADAS NA NATUREZA E BTT

Em atividades de montanha, caminhadas e BTT (*Mountain Bike*), o transceptor (Rádio) é um elemento ativo de orientação e segurança. O relevo acidentado e as intempéries impõem desafios adicionais que exigem cuidados específicos de posicionamento e configuração.



5.1. Maximização do Alcance em Terreno Acidentado

Dado que o sinal UHF (446 MHz) se propaga essencialmente em linha de vista, o relevo constitui o principal obstáculo físico às comunicações em ambiente de montanha:

- **Efeito «Sombra de Terreno»:** Um praticante posicionado num vale profundo ou numa linha de água fica rapidamente isolado dos companheiros situados na **encosta** oposta de uma elevação, uma vez que a massa rochosa bloqueia a onda eletromagnética. Sempre que perder contacto, procure subir alguns metros na encosta ou deslocar-se lateralmente para ganhar horizonte visual.
- **Progressão Tática e Retransmissão Humana:** Quando um grupo se separa em caminhada ou travessia, os elementos situados nas cristas ou pontos mais elevados devem atuar como pontes de comunicação (relés humanos), retransmitindo mensagens entre grupos que se encontrem em vertentes opostas sem contacto direto entre si.
- **Orientação Vertical da Antena:** A antena do transceptor (Rádio) deve manter-se estritamente na vertical durante a emissão e a receção. Inclinar ou deitar o rádio na horizontal altera o plano de polarização da onda eletromagnética (polarização cruzada) e aproxima a antena do corpo, podendo reduzir o alcance efetivo em mais de 50%.



5.2. Posicionamento e Fixação do Equipamento

Guardar o transceptor (Rádio) no interior de um bolso do casaco ou no fundo da mochila reduz drasticamente o rendimento da comunicação. O corpo humano, composto por cerca de 60% de água, atua como um absorvente natural de radiofrequência na banda UHF e prejudica a eficiência da antena:

- **Posição Ideal em Caminhada:** Fixar o transceptor (Rádio) na alça frontal da mochila, à altura do ombro, assegurando que a antena fica vertical, acima da linha da clavícula e afastada da cabeça.
- **Operação Mãos-Livres no BTT:** No ciclismo de montanha, retirar uma mão do guiador em trilhos técnicos para premir o rádio representa um risco elevado de queda. Pode recorrer-se à função **VOX** com auricular ou fixar o próprio rádio num suporte robusto no avanço do guiador/quadro com botão PTT acessível ao polegar *(evite ligar cabos diretamente entre o corpo do ciclista e o guiador, pois podem prender-se em caso de queda)*.
- **Ajuste do VOX no Desporto:** A sensibilidade do sistema VOX deve ser calibrada com rigor antes da saída. Se estiver demasiado sensível, a respiração **ofegante** em subidas íngremes ou o ruído do vento em descidas rápidas disparam a transmissão involuntariamente, bloqueando o canal para todo o grupo e esgotando a bateria.



5.3. Fatores de Escolha do Equipamento para Outdoor

Requisito	Especificação Recomendada	Razão Operacional
Estanqueidade (Norma IEC 60529)	Mínimo IP54 / Ideal IP67	Proteção certificada contra poeiras de trilhos, lama, chuva intensa e, no caso do IP67, submersão acidental (até 1 m durante 30 min) em travessias de cursos de água.
Chassi e Resistência	Policarbonato de alta densidade ou chassi interno em alumínio	Resistência a quedas sobre rocha, vibrações contínuas no guiador e impactos decorrentes de quedas em BTT.
Peso e Dimensões	Inferior a 250 gramas (com bateria)	Equilíbrio entre robustez estrutural e conforto de transporte na alça da mochila durante caminhadas de longa distância (*trekking*).
Bloqueio de Teclado (*Key Lock*)	Obrigatório	Impede a alteração involuntária de canal ou sub-tom causada pelo atrito contra alças, mochila ou vegetação.

CAPÍTULO 6: COMUNICAÇÃO DE EMERGÊNCIA E CATÁSTROFES NATURAIS

Em cenários de crise grave — como incêndios florestais de grande escala, sismos, tempestades extremas ou apagões (*blackouts*) prolongados na rede elétrica —, a infraestrutura celular (2G/4G/5G) é frequentemente a primeira a colapsar por saturação de tráfego, falha de alimentação ou destruição física das estações base. Nestes contextos, o transceptor (Rádio) PMR 446 assume o papel de rede autónoma de resiliência e entreajuda local.



6.1. Resiliência do Sistema Ponto a Ponto

Ao contrário do telemóvel, que depende de uma complexa arquitetura centralizada (estações base, centrais de comutação, cabos de fibra ótica e fornecimento contínuo da rede elétrica nacional), o sistema PMR 446 opera estritamente de forma descentralizada.

A ligação é estabelecida diretamente de **rádio para rádio** (*simplex*). Enquanto os transceptores (Rádios) dispuserem de energia nas baterias, a independência operacional da comunicação local permanece a 100%, sem depender de operadores de telecomunicações nem de infraestruturas externas, ficando condicionada apenas pelos limites físicos de propagação em UHF (Capítulo 2.1).



6.2. O Protocolo Internacional de Montanha e Emergência: Canal 8 / Tom 16

Para evitar a dispersão de utilizadores por diferentes canais em situações de perigo, a comunidade europeia de montanha e atividades *outdoor* padronizou uma frequência comum de escuta e chamada de socorro em PMR 446, promovida originalmente pela iniciativa italiana **Rete Radio Montana (RRM)**:

Canal de Segurança / RRM: Canal **8** com Tom CTCSS **16**

- **Frequência:** 446,09375 MHz
- **Tom CTCSS:** 114,8 Hz

Como funciona na prática:

- **Escuta Preventiva:** Em caminhadas isoladas, travessias de montanha ou cenários de risco, os praticantes mantêm o transceptor (Rádio) sintonizado no Canal 8 / Tom 16 em modo de escuta (ou como canal secundário em *Dual Watch*).
- **Pedido de Auxílio:** Qualquer pessoa em situação de emergência — ou que detete um acidente ou foco de incêndio — transmite neste canal mantendo o Tom 16 ativo (o que permite abrir tanto os rádios configurados com Tom 16 como os que escutam o Canal 8 sem sub-tom). Outros utilizadores num raio de vários quilómetros podem responder, prestar assistência direta ou alertar os serviços de emergência assim que disponham de rede móvel ou fixa.

Aviso Crítico de Segurança: *O Canal 8 / Tom 16 é uma* ***rede voluntária de entreajuda comunitária. Em Portugal, os serviços oficiais de socorro e segurança (112, GNR, Proteção Civil / ANEPC, Bombeiros e INEM) operam na rede SIRESP e não monitorizam os canais PMR 446.*** *Este protocolo nunca substitui a chamada direta para o* ***112*** *sempre que exista rede móvel disponível.*



6.3. O Plano 3-3-3: A Rede de Emergência Nacional (Portugal)

Em cenários de catástrofe com colapso generalizado das redes de telecomunicações e falhas prolongadas de energia elétrica (como sismos severos, tempestades extremas ou apagões nacionais), torna-se essencial concentrar os utilizadores de rádio numa frequência comum e em horários previsíveis, evitando o esgotamento prematuro das baterias. Em Portugal, esta coordenação voluntária assenta no **Plano 3-3-3**, uma iniciativa de resiliência civil (aplicável tanto na Banda do Cidadão – CB como no PMR 446) baseada na «Regra dos Três»:

Parâmetros do Plano 3-3-3 (PMR 446):

- **Canal: Canal 3** (**446,03125 MHz**)
- **Sub-tom (CTCSS / DCS): Desativado (Tom 0 / OFF)** — obrigatório para garantir compatibilidade universal entre todos os equipamentos.
- **Periodicidade:** A cada **3 horas** (**00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 e 21:00**).
- **Duração da Janela:** Primeiros **3 minutos** de cada uma dessas horas (ex.: 09:00 às 09:03, 12:00 às 12:03).



Procedimento Operacional no Plano 3-3-3:

- **Sincronização Horária:** Durante um apagão prolongado, os telemóveis perdem a atualização automática da hora fornecida pelas redes móveis. Mantenha um relógio de pulso ou receptor GPS devidamente acertado para cumprir rigorosamente os horários de escuta.
- **Escuta Ativa e Chamada:** Ligue o transceptor (Rádio) no Canal 3 (sem sub-tons) à hora prevista. Escute durante alguns segundos para confirmar que a frequência está livre e efetue uma chamada curta de identificação ou de reporte da situação local (aplicando a estrutura **L-S-T-N** detalhada no subcapítulo 6.4).
- **Gestão de Energia:** Fora destas janelas, desligue o equipamento para preservar a carga das baterias. Caso disponha de meios autónomos de recarga (painel solar portátil, *powerbank* ou tomada de 12V), recomenda-se prolongar a escuta durante 10 a 15 minutos após a hora certa para captar chamadas de utilizadores cujos relógios apresentem ligeiro desfasamento.
- **Exercícios Semanais de Prontidão:** A comunidade portuguesa realiza regularmente testes voluntários de alcance e verificação de equipamento aos **sábados às 21:00**, permitindo avaliar a cobertura real na área de residência antes de ocorrer qualquer situação de emergência.

Nota de Enquadramento: *O Plano 3-3-3 constitui uma rede voluntária de entreajuda comunitária entre cidadãos. As entidades oficiais de proteção e socorro (112, GNR, Proteção Civil / ANEPC, Bombeiros e INEM) operam na rede SIRESP e não monitorizam o Canal 3 PMR 446, pelo que este plano nunca substitui o contacto direto com o* ***112*** *sempre que existam meios convencionais disponíveis.*



6.4. Estrutura de uma Mensagem de Socorro (Protocolo L-S-T-N)

Em situação de emergência real, o stress e a urgência podem originar mensagens confusas ou incompletas, quer esteja a transmitir no Canal 8 (Montanha) ou numa janela do Plano 3-3-3 (Canal 3). Após iniciar a chamada com a palavra **«Emergência»** e a sua identificação, utilize a mnemónica **L-S-T-N** para transmitir os dados críticos de forma pausada e estruturada:

- **L — Localização:** Ponto mais exato possível (coordenadas GPS, altitude, nome do trilho, marcos geodésicos, linhas de água ou povoação mais próxima).
- **S — Situação:** Descrição objetiva e resumida do sucedido (ex.: queda com suspeita de fratura no membro inferior, praticante desorientado sem visibilidade, foco de incêndio florestal).
- **T — Tempo:** Hora exata em que ocorreu o incidente e fatores de tempo críticos (ex.: anoitecer próximo, descida brusca de temperatura ou autonomia restante da bateria).
- **N — Necessidades:** Tipo de apoio prioritário e número total de pessoas envolvidas (ex.: evacuação médica para 1 ferido imobilizado; abrigo e água para 3 pessoas).

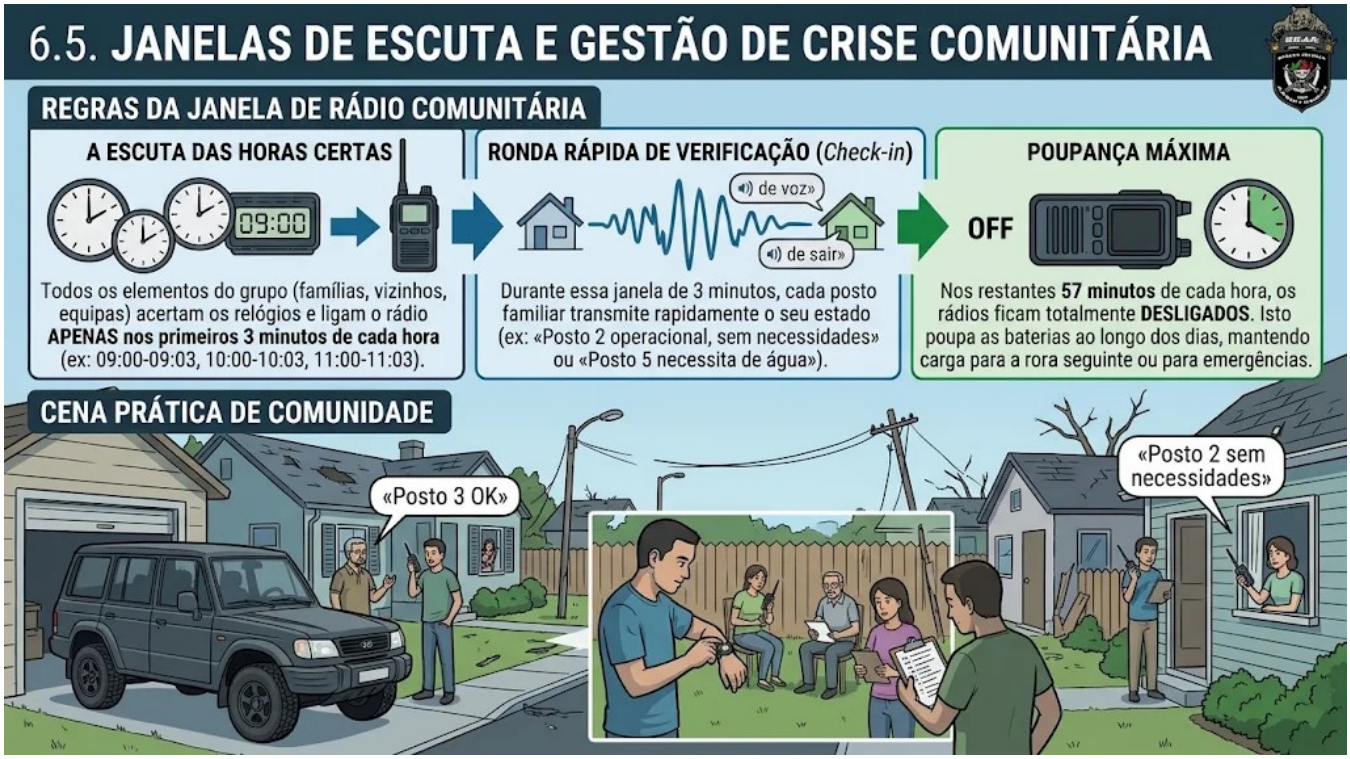
Concluída a transmissão, mantenha o transceptor (Rádio) ligado na mesma frequência para aguardar confirmação de receção e fornecer orientações a quem preste auxílio.



6.5. Janelas de Escuta e Gestão de Crise Comunitária

Para além da escuta aberta nacional prevista no Plano 3-3-3 (subcapítulo 6.3), grupos locais organizados — como vizinhos de um mesmo bairro, condomínios, famílias ou equipas de apoio local — podem necessitar de estabelecer uma rede interna dedicada num canal e sub-tom próprios durante falhas prolongadas de energia. Para gerir a crise sem esgotar as baterias ao longo dos dias, aplica-se a **Janela de Rádio Comunitária**:

- **A Escuta das Horas Certas:** Todos os elementos do grupo sincronizam previamente os seus relógios e ligam o transceptor (Rádio) **apenas nos primeiros 3 minutos de cada hora** (ex.: 09:00–09:03, 10:00–10:03, 11:00–11:03) na frequência combinada.
- **Ronda Rápida de Verificação (*Check-in*):** Durante essa janela de 3 minutos, cada posto familiar transmite uma confirmação breve do seu estado (*ex.: «Posto 2 operacional, sem necessidades»* ou *«Posto 5 necessita de água»*).
- **Poupança Máxima nos Restantes 57 Minutos:** Fora da janela horária, os rádios permanecem desligados para preservar a energia para emergências imprevistas ou para a ronda da hora seguinte.



CAPÍTULO 7: GUIA DE MERCADO E ANÁLISE DE EQUIPAMENTOS

O mercado de rádios PMR 446 em Portugal oferece soluções para variados orçamentos e níveis de exigência operacional. A escolha do transceptor (Rádio) adequado deve basear-se no ambiente de utilização, no grau de estanqueidade (norma IP), na resistência mecânica a impactos, na autonomia energética e na compatibilidade com acessórios externos.



7.1. Segmentação de Mercado

- **Gama de Entrada / Lazer (30€ a 60€ / Par):** Equipamentos compactos com chassi em plástico ABS, alimentados maioritariamente a pilhas alcalinas AAA/AA ou pacotes NiMH de baixa capacidade. Apresentam proteção nula ou muito reduzida contra humidade (até IPx2 — gotas leves) e antenas curtas com menor rendimento radiante.
    - *Exemplos:* Motorola Talkabout T42, Motorola T62, modelos de lazer Decathlon (Forclaz/Geonaute).
    - *Aplicação:* Comunicações familiares, eventos recreativos em terreno plano e caminhadas curtas com bom tempo.
- **Gama Intermédia / Outdoor (90€ a 140€ / Par):** Transceptores (Rádios) reforçados, concebidos para suportar intempéries e quedas moderadas. Integram certificações de estanqueidade contra salpicos ou jatos de água (IPx4 a IP54), ecrãs retroiluminados ou ocultos de baixo consumo e carregamento via USB ou base dedicada.

- *Exemplos:* Motorola Talkabout T82 Extreme (IPx4), Midland G9 Pro (IPx5), Retevis RB618 (IP54).
- *Aplicação:* BTT, Airsoft casual, Todo-o-Terreno ligeiro e caminhadas de montanha.

- **Gama Profissional / Topo de Gama (140€ a 220€ / Unidade):** Transceptores (Rádios) de padrão industrial e militar. Apresentam chassi interno em alumínio fundido sob pressão, policarbonato de alta densidade contra impactos, certificação reforçada contra poeiras e água (**IP54 a IP67**), baterias Li-Ion de elevada capacidade e conformidade com normas militares de resistência mecânica (MIL-STD-810).
  - *Exemplos:* Midland G18 Pro (IP67 — submersível), Kenwood ProTalk PKT-23E (IP54), Hytera AP515 LF (IP54).
  - *Aplicação:* Milsim exigente, Todo-o-Terreno extremo, equipas de apoio e proteção, ambientes industriais e utilização intensiva diária.



7.2. Tabela Comparativa de Equipamentos de Referência

Modelo	Gama	Preço Indicativo	Proteção IP	Tipo de Bateria	Ponto Forte Principal
Motorola T42	Entrada	~35€ (Par)	IPx2 (Gotas leves)	3x AAA	Leveza e simplicidade de utilização.
Motorola T82 Ext.	Intermédia	~120€ (Par)	IPx4 (Salpicos)	Pack NiMH (Micro-USB) / 3x AA	Ecrã oculto LED e mala de transporte.
Midland G9 Pro	Intermédia	~130€ (Par)	IPx5 (Jatos de água)	4x AA NiMH / Alcalinas	Duplo botão PTT e antena de alto rendimento.
Midland G18 Pro	Profissional	~160€ (Unid.)	IP67 (Submersível)	Li-Ion 1600 mAh	Chassi de alumínio, IP67 e norma MIL-STD-810G.

7.3. Análise Detalhada do Topo de Gama: Midland G18 Pro

O **Midland G18 Pro** afirma-se como uma das principais referências no segmento PMR 446 profissional para utilização tática e *outdoor* exigente.

1. Construção e Durabilidade Militar O transceptor (Rádio) é construído sobre um chassi interno em alumínio fundido sob pressão, revestido por policarbonato de alta densidade. Cumpre a norma militar **MIL-STD-810G**, garantindo resistência comprovada a choques mecânicos, vibrações contínuas e amplitudes térmicas severas. A certificação **IP67** assegura imunidade total à entrada de poeiras e suporta submersão em água doce até 1 metro de profundidade durante 30 minutos.

2. Desempenho de Áudio e Processamento Integra um altifalante frontal de elevada potência e circuitos avançados de tratamento de sinal:

- **Compander:** Reduz o ruído de fundo analógico e melhora a nitidez da voz em comunicações no limite do alcance.

- **Scrambler:** Inversor analógico de áudio que proporciona privacidade básica contra escutas ocasionais por rádios simples.
- **Squelch Ajustável:** 9 níveis de sensibilidade programáveis para otimizar a receção de sinais fracos.

3. Autonomia e Conetividade Vem equipado de fábrica com uma bateria de Li-Ion de **1600 mAh** (7,4 V) — existindo opção de bateria de alta capacidade de **2400 mAh** —, proporcionando até 19 horas de operação no ciclo normalizado 5/5/90. O conector lateral de acessórios adota o **padrão de 2 pinos tipo Kenwood (K1)** com fixação roscada estanque (compatível com a linha de acessórios Midland LK e com a generalidade dos PTTs táticos padrão Kenwood 2-pin).

4. Programação Avançada por Software Através do software **PRG-G15** (e respetivo cabo de programação), é possível personalizar os botões laterais de atalho para funções como alarme sonoro local na frequência, monitorização temporária de canal (*Monitor*), ativação do *Scrambler* ou gestão de listas de varredura, adaptando o transceptor (Rádio) às necessidades específicas da equipa.



CAPÍTULO 8: GESTÃO DE BATERIA E MANUTENÇÃO DE CAMPO

A autonomia energética e a fiabilidade mecânica do transceptor (Rádio) são pilares críticos em missões prolongadas ou atividades de montanha. Um equipamento descarregado ou com os vedantes comprometidos deixa de ser uma ferramenta de segurança para se tornar peso morto na mochila.



8.1. Comparativo Técnico de Químicas de Bateria

A escolha da tecnologia de armazenamento elétrico condiciona diretamente o peso, a autonomia e o comportamento do transceptor (Rádio) no terreno:

- **Iões de Lítio (Li-Ion):** Padrão nos equipamentos de gama intermédia superior e profissional (ex.: Midland G18 Pro).
    - *Vantagens:* Elevada densidade energética, peso reduzido, ausência de efeito de memória e baixa taxa de autodescarga em armazenamento (cerca de 2% a 5% por mês).

- *Desvantagens:* Perda temporária de tensão em temperaturas negativas e custo de substituição mais elevado.

- **Níquel-Metal-Hidreto (NiMH):** Comum em pacotes recarregáveis de rádios de lazer e gama intermédia (ex.: Motorola T82).
  - *Vantagens:* Custo acessível e boa tolerância a ciclos diários de carga/descarga.
  - *Desvantagens:* Maior peso específico, menor densidade energética e elevada taxa de autodescarga quando guardadas durante várias semanas sem utilização.
- **Pilhas Descartáveis Alcalinas ou de Lítio Primário (AA / AAA):** Solução de recurso indispensável para emergências em equipamentos que aceitem pilhas padrão.
  - *Vantagens:* Disponibilidade universal, validade prolongada em armazenamento (até 10 anos) e reposição imediata no terreno sem depender de eletricidade. *(Nota: Para temperaturas negativas, dê preferência a pilhas de Lítio primário* Li-FeS_2 *em vez de alcalinas comuns, pois não sofrem queda brusca de tensão com o frio).*
  - *Desvantagens:* Custo acumulado elevado em uso regular e, no caso das alcalinas, queda gradual de tensão durante transmissões prolongadas.



8.2. O Ciclo de Trabalho 5/5/90 e Cálculo de Autonomia Real

A autonomia anunciada pelos fabricantes baseia-se na norma internacional de ensaio **5/5/90**, que simula um perfil típico de utilização operacional:

- **5% do tempo em Transmissão (TX):** Consumo máximo de energia (ex.: ~700 mA a 900 mA).
- **5% do tempo em Receção (RX):** Consumo moderado com o altifalante ativo (ex.: ~250 mA a 350 mA).
- **90% do tempo em Espera (*Standby*):** Consumo reduzido com o silenciador fechado (ex.: ~25 mA a 40 mA).

Exemplo Prático: Um transceptor (Rádio) equipado com bateria Li-Ion de **1600 mAh** operando sob o ciclo 5/5/90 apresenta um consumo médio ponderado entre **75 mA e 90 mA** (considerando o limiar de tensão útil antes do desligamento automático). Isto traduz-se numa autonomia operacional real entre **16 e 19 horas** contínuas no terreno.



8.3. Preservação e Mitigação Térmica no Terreno

As baixas temperaturas (abaixo dos 0 °C) aumentam a resistência interna e reduzem a mobilidade dos iões nas baterias de Lítio, provocando uma queda aparente de tensão e o encerramento prematuro do transceptor (Rádio) mesmo quando ainda existe carga armazenada:

- **Isolamento Térmico:** Em ambientes de neve ou inverno rigoroso, transporte o equipamento num bolso interior junto ao corpo (aproveitando o calor corporal) e utilize um microfone de lapela ou *headset* externo para comunicar sem expor o rádio ao frio.
- **Precaução no Carregamento a Frio:** Nunca ligue uma bateria de Ião de Lítio à carga (via USB ou painel solar) enquanto a célula estiver abaixo dos **0 °C**; aqueça-a previamente junto ao corpo antes de iniciar a recarga para evitar danos internos permanentes.
- **Configurações de Poupança de Energia:**
    - Desative o *Roger Beep*, os sons de teclas (*Key Beep*) e a retroiluminação automática do ecrã.
    - Ative o modo de economia de energia (**Battery Save**) no menu do equipamento, que alterna o circuito recetor em ciclos rápidos de repouso durante a espera.
    - Reduza o volume do altifalante para o mínimo audível ou utilize auriculares, uma vez que o amplificador de áudio em volume máximo consome energia significativa.



8.4. Manutenção de Vedantes e Estanqueidade

A certificação de proteção contra poeiras e água (IP54 / IP67) depende integralmente do bom estado das juntas de vedação. Para preservar a estanqueidade do transceptor (Rádio) ao longo dos anos, cumpra quatro procedimentos preventivos:

- **Inspeção de Vedantes (*O-Rings*):** Verifique regularmente os vedantes de borracha do compartimento da bateria e das tampas das fichas de acessórios. Um único grão de areia, cabelo ou fibra de tecido alojado no vedante cria um canal capilar que anula a estanqueidade.
- **Lubrificação com Silicone Neutro:** Aplique periodicamente uma película microscópica de **massa de silicone 100% pura e neutra** nos vedantes de borracha para evitar o ressecamento e fissuras. *(Nunca utilize vaselina ou lubrificantes derivados de petróleo, pois degradam os elastómeros).*
- **Limpeza dos Contactos Elétricos:** Limpe os contactos metálicos da bateria e da base de carga exclusivamente com **álcool isopropílico (**$\geq 99\%$**)** e um cotonete sem pelos, removendo suor, humidade ou sujidade sem desgastar o revestimento banhado a ouro.
- **Procedimento Pós-Imersão ou Água Salgada:** Após exposição a chuva intensa, lama ou salpicos de água salgada, enxague o rádio fechado em água doce corrente (sem pressão), seque o exterior com um pano de microfibras e deixe-o secar completamente à temperatura ambiente **antes** de abrir a tampa da bateria ou das fichas laterais.



CONCLUSÃO

O sistema de radiocomunicações PMR 446 afirma-se como uma solução de comunicação direta, resiliente e indispensável no panorama nacional das ligações de curta e média distância. Numa era fortemente dependente de infraestruturas de rede móvel centralizadas, a capacidade de estabelecer comunicações ponto a ponto (*simplex*) sem custos, licenças individuais ou dependência de terceiros confere a esta tecnologia um valor estratégico e operacional inestimável.

Ao longo deste manual, ficou demonstrado que a eficácia no terreno não depende exclusivamente do equipamento escolhido, mas sobretudo do domínio técnico, da disciplina de transmissão e do conhecimento das limitações físicas da propagação em UHF. O cumprimento rigoroso dos regulamentos da ANACOM e da legislação aplicável garante não só a legalidade das operações, mas também a preservação e a boa convivência num espectro radioelétrico partilhado por todos.

Quer seja na coordenação tática no Airsoft e Milsim, no apoio à navegação em caravanas de Todo-o-Terreno, na garantia de segurança em caminhadas e BTT, ou no estabelecimento de redes de entreajuda em situações de emergência e catástrofe natural — através do protocolo de montanha **Canal 8 / Tom 16** e do **Plano 3-3-3** nacional —, o PMR 446 cumpre o seu propósito com elevada fiabilidade.

Desde as soluções de entrada para utilização recreativa até aos equipamentos de nível profissional com certificação de robustez militar (como o Midland G18 Pro), o mercado disponibiliza opções adequadas a cada nível de exigência. Munido dos conhecimentos sobre gestão energética, manutenção de estanqueidade e protocolos operacionais reunidos neste guia, o utilizador está apto para operar com responsabilidade, eficiência e máxima segurança em qualquer cenário no território nacional.

GLOSSÁRIO

A

- **ANACOM:** Autoridade Nacional de Comunicações. Entidade reguladora do setor das comunicações eletrónicas e do espectro radioelétrico em Portugal.
- **Antena Integrada:** Antena fixa de fábrica ao corpo do transceptor (Rádio), sem possibilidade de remoção ou ligação externa, requisito legal obrigatório no PMR 446.

B

- **Banda UHF:** *Ultra High Frequency* (Frequências Ultra Altas). Faixa do espectro eletromagnético entre 300 MHz e 3 GHz onde operam as frequências do PMR 446 (446,000 MHz a 446,200 MHz).
- **Bandwidth (Largura de Banda / Espaçamento de Canal):** Intervalo de frequência atribuído a cada canal. No PMR 446 analógico e DMR Tier I o espaçamento é de 12,5 kHz; no dPMR 446 digital é de 6,25 kHz.
- **Bateria Li-Ion (lão de Lítio):** Tecnologia de armazenamento de energia leve, sem efeito de memória, com elevada densidade energética e baixa autodescarga.
- **Bateria NiMH (Níquel-Metal-Hidreto):** Tecnologia recarregável de custo acessível, comum em rádios de lazer e gama intermédia, mais pesada e com maior taxa de autodescarga.

C

- **Call Tone (Tom de Chamada):** Sinal sonoro transmitido num canal para alertar os restantes utilizadores antes do início da comunicação de voz.
- **Channel Scan (Varredura de Canais):** Funcionalidade que percorre sequencialmente os canais à procura de transmissões ativas.
- **Ciclo 5/5/90:** Padrão internacional de ensaio para cálculo de autonomia de baterias de rádio (5% do tempo em transmissão, 5% em receção e 90% em espera/*standby*).

- **Compander:** Processador de áudio que comprime o sinal na emissão e o expande na receção, reduzindo o ruído estático de fundo a longa distância.
- **CTCSS:** *Continuous Tone-Coded Squelch System* (Sistema de Silenciador Codificado por Tom Contínuo). Sub-tom analógico subaudível (entre 67,0 Hz e 254,1 Hz) transmitido em simultâneo com a voz para filtragem do silenciador recetor.

D

- **DCS:** *Digitally Coded Squelch* (Silenciador Codificado Digitalmente). Código digital contínuo transmitido com a voz para filtragem seletiva de receção.
- **dPMR 446:** *Digital Personal Mobile Radio*. Variante digital do PMR 446 que utiliza modulação digital FDMA (4FSK) em 32 canais de 6,25 kHz na faixa 446,0–446,2 MHz.
- **Dual Watch (Vigilância Dupla):** Modo operacional que monitoriza dois canais alternadamente, dando prioridade ao primeiro que receber sinal.

E

- **e.r.p.:** *Effective Radiated Power* (Potência Radiada Efetiva). Medida real da potência irradiada pelo conjunto emissor-antena, com limite legal estrito de 500 mW (0,5 W) no PMR 446.
- **Efeito de Memória:** Perda de capacidade útil de armazenamento em baterias recarregáveis (característica das antigas células NiCd; nas NiMH manifesta-se apenas como ligeira depressão de tensão) quando recarregadas repetidamente sem descarga prévia.
- **Efeito Gaiola de Faraday:** Bloqueio ou atenuação das ondas de radiofrequência causado pela estrutura metálica fechada de habitáculos de veículos ou edifícios.

I

- **IP (Ingress Protection):** Norma internacional (IEC 60529) de estanqueidade. O primeiro dígito indica a proteção contra sólidos/poeira (ex.: 6) e o segundo contra líquidos/água (ex.: 7).

L

- **Laryngophone (Microfone de Garganta):** Acessório tático encostado ao pescoço que capta as vibrações das cordas vocais, isolando o ruído do vento e de disparos.
- **Linha de Vista (Line of Sight - LOS):** Propagação direta de radiofrequência sem obstáculos físicos do relevo ou estruturas entre as antenas do emissor e do recetor.
- **L-S-T-N:** Protocolo padronizado de mensagem de emergência em rádio (Localização, Situação, Tempo, Necessidades).

M

- **Midland G18 Pro:** Modelo de referência profissional PMR 446 com chassi em alumínio fundido, certificação IP67 e conformidade mecânica com a norma MIL-STD-810G.
- **MIL-STD-810G:** Norma militar dos EUA que estabelece ensaios laboratoriais de resistência mecânica e ambiental a quedas, choques térmicos, vibrações e humidade.
- **Modulação FM:** *Frequency Modulation* (Modulação em Frequência). Método analógico de transmissão de áudio utilizado nos 16 canais analógicos PMR 446.
- **Monitor:** Botão ou função que desativa temporariamente o *squelch* e os sub-tons, permitindo escutar sinais fracos ou verificar se o canal está livre antes de transmitir.

P

- **Plano 3-3-3:** Iniciativa voluntária portuguesa de comunicações alternativas e resiliência civil que utiliza o Canal 3 PMR 446 (446,03125 MHz) sem sub-tons, a cada 3 horas, em janelas de escuta de 3 minutos.
- **PMR 446:** *Personal Mobile Radio*, 446 MHz. Norma europeia de radiocomunicações terrestres de curta distância isenta de licenciamento individual.
- **PTT:** *Push-To-Talk* (Pressionar para Falar). Botão que comuta o circuito do transceptor (Rádio) do modo de receção para o modo de transmissão.

Q

- **QNAF:** Quadro Nacional de Atribuição de Frequências. Regulamento oficial da ANACOM que define o planeamento e a utilização do espectro radioelétrico em Portugal.

R

- **RF:** Radiofrequência. Onda eletromagnética utilizada na transmissão de voz e dados sem fios.
- **Roger Beep:** Sinal sonoro curto transmitido automaticamente ao libertar o botão PTT, indicando aos interlocutores que a transmissão terminou.
- **RRM:** *Rete Radio Montana*. Protocolo europeu de segurança em montanha que padronizou o Canal 8 com Tom CTCSS 16 (114,8 Hz) como canal de escuta e chamada de socorro em PMR 446.

S

- **Scrambler:** Inversor analógico de áudio que distorce o sinal na emissão para conferir privacidade elementar contra escutas ocasionais por rádios simples.
- **Simplex:** Sistema de comunicação em que a emissão e a receção ocorrem na mesma frequência, de forma alternada (um operador fala de cada vez).
- **SMA:** Tipo de conector roscado de antena. A presença de um conector SMA num equipamento indica que a antena é removível, tornando ilegal a sua utilização na faixa PMR 446.
- **Speaker Mic (Microfone de Mão):** Periférico externo com microfone e altifalante integrados, ligado por cabo à lateral do transceptor (Rádio).
- **Squelch (Silenciador):** Circuito recetor que corta o ruído estático de fundo quando a intensidade do sinal recebido é inferior ao limiar ajustado.
- **Sub-tom:** Tom analógico (CTCSS) ou código digital (DCS) subaudível adicionado à transmissão para filtragem de canais partilhados por múltiplos utilizadores.

T

- **TOT:** *Time-Out Timer* (Temporizador de Limite de Tempo). Função que interrompe automaticamente a transmissão contínua se o botão PTT for mantido premido além de um limite definido (máximo legal de 180 segundos no PMR 446).
- **Transceptor (Rádio):** Equipamento eletrónico que reúne num único chassis um transmissor e um recetor de radiofrequência, permitindo emitir e receber comunicações alternadamente.

V

- **VOX:** *Voice Operated Transmit* (Transmissão Ativada por Voz). Sistema mãos-livres que ativa a emissão automaticamente quando a voz atinge o nível de sensibilidade programado.

BIBLIOGRAFIA COMPLETA

Legislação e Regulamentação Nacional (Portugal)

- **ANACOM – Autoridade Nacional de Comunicações (2024).** *Quadro Nacional de Atribuição de Frequências (QNAF)*. Lisboa: ANACOM.
- **Assembleia da República (2022).** *Lei n.º 16/2022, de 16 de agosto: Lei das Comunicações Eletrónicas*. Lisboa: Diário da República, 1.ª Série, n.º 157.
- **Ministério do Equipamento Social (2000).** *Decreto-Lei n.º 151-A/2000, de 20 de julho: Regime aplicável ao licenciamento de redes e estações de radiocomunicações* (na sua redação atual; revoga a Portaria n.º 802/99, de 20 de setembro). Lisboa: Diário da República, 1.ª Série-A.
- **Ministério do Planeamento e das Infraestruturas (2017).** *Decreto-Lei n.º 57/2017, de 9 de junho: Regime aplicável à disponibilização no mercado, colocação em serviço e utilização de equipamentos de rádio (Transposição da Diretiva RED 2014/53/UE)*. Lisboa: Diário da República, 1.ª Série, n.º 112.

Normas e Decisões Europeias (CEPT / ECC / ETSI)

- **CEPT / ECC (2018).** *ECC Decision (15)05: The harmonised frequency band 446.0–446.2 MHz, technical characteristics, exemption from individual licensing and free circulation and use of analogue and digital PMR 446 applications*. Copenhagen: European Communications Office (ECO).
- **ETSI (2017).** *ETSI EN 303 405 V1.1.1: Land Mobile Service; Analogue and Digital PMR446 radio equipment; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU*. Sophia Antipolis: European Telecommunications Standards Institute.
- **ETSI (2017).** *ETSI EN 300 296 V2.1.1: Land Mobile Service; Radio equipment using integral antennas intended primarily for analogue speech*. Sophia Antipolis: European Telecommunications Standards Institute.

- **ETSI (2018).** *ETSI EN 301 166 V2.1.1: Land Mobile Service; Radio equipment for analogue and/or digital communication (speech and/or data) and operating on narrow band channels and having an antenna connector*. Sophia Antipolis: European Telecommunications Standards Institute.

Documentação Técnica de Fabricantes e Manuais de Equipamento

- **Hytera Communications Co., Ltd. (2022).** *AP515LF License-free Radio User Manual & Technical Description*. Shenzhen: Hytera Corp.
- **JVCKenwood Corporation (2020).** *ProTalk PKT-23E PMR446 Transceiver Instruction Manual*. Yokohama: JVCKenwood Corporation.
- **Midland Europe / CTE International (2022).** *Manual de Instruções, Programação e Especificações Técnicas: Transceptor Midland G18 Pro PMR446*. Reggio Emilia: CTE International S.r.l.
- **Midland Europe / CTE International (2021).** *Manual do Utilizador: Transceptor Midland G9 Pro PMR446*. Reggio Emilia: CTE International S.r.l.
- **Motorola Solutions (2021).** *Motorola Talkabout T42 / T62 / T82 Extreme Walkie-Talkies User Guide*. Illinois: Motorola Solutions Inc.

Protocolos Operacionais, Normas Industriais e Segurança

- **IEC (2013).** *IEC 60529: Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)*. Geneva: International Electrotechnical Commission.
- **Plano 3-3-3 Portugal (2024).** *Protocolo Nacional Voluntário de Comunicações Alternativas e Resiliência Civil (Canal 3 PMR 446 / CB)*. Portugal: Rede Plano 3-3-3 (www.plano333.pt).
- **Rete Radio Montana (2021).** *Protocolo de Comunicação de Segurança e Emergência em Montanha (Canal 8 / Tom 16)*. RRM Outdoor Safety Network.
- **US Department of Defense (2014).** *MIL-STD-810G: Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests*. Washington, D.C.: Department of Defense.