



CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

Manual técnico-prático introdutório de Comunicações Rádio (VHF/UHF)

Subtítulo: Introdução aos fundamentos técnicos à operação de equipamentos portáteis e veiculares em Portugal.

Edição: 1ª Edição, V1 – Setembro 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): O presente "Manual Prático de Comunicações Rádio (VHF/UHF)" é disponibilizado pelo Clube BEAR e pela Academia BEAR com fins estritamente educacionais e informativos, não constituindo aconselhamento técnico, legal ou profissional vinculativo. Embora os autores tenham emvidado todos os esforços para garantir o rigor e a atualidade das informações à data da publicação, o Clube BEAR, a Academia BEAR e os respetivos autores declinam expressamente qualquer responsabilidade civil, criminal ou contraordenacional decorrente de erros, omissões ou da aplicação indevida dos conteúdos aqui apresentados. Instalação, configuração e operação de equipamentos de radiocomunicações comportam riscos inerentes e encontram-se a legislação rigorosa, cabendo exclusivamente ao leitor garantir o cumprimento de todas as normas vigentes, nomeadamente as impostas pela ANACOM em Portugal. O Clube BEAR não assume qualquer responsabilidade por danos diretos, indiretos, incidentais, perdas materiais, lesões pessoais, anulação de garantias de equipamentos ou interferências ilícitas em redes de telecomunicações resultantes da interpretação ou execução das práticas descritas neste documento, assumindo o utilizador final a totalidade dos riscos associados à sua ação.



CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

Título: Manual técnico-prático introdutório de Comunicações Rádio (VHF/UHF)

Subtítulo: Introdução aos fundamentos técnicos à operação de equipamentos portáteis e veiculares em Portugal.

Edição: 1ª Edição, V1 – Setembro 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): O presente "Manual Prático de Comunicações Rádio (VHF/UHF)" é disponibilizado pelo Clube BEAR e pela Academia BEAR com fins estritamente educacionais e informativos, não constituindo aconselhamento técnico, legal ou profissional vinculativo. Embora os autores tenham envidado todos os esforços para garantir o rigor e a atualidade das informações à data da publicação, o Clube BEAR, a Academia BEAR e os respetivos autores declinam expressamente qualquer responsabilidade civil, criminal ou contraordenacional decorrente de erros, omissões ou da aplicação indevida dos conteúdos aqui apresentados. A instalação, configuração e operação de equipamentos de radiocomunicações comportam riscos inerentes e encontram-se sujeitas a legislação rigorosa, cabendo exclusivamente ao leitor garantir o cumprimento de todas as normas vigentes, nomeadamente as impostas pela ANACOM em Portugal. O Clube BEAR não assume qualquer responsabilidade por danos diretos, indiretos, incidentais, perdas materiais, lesões pessoais, anulação de garantias de equipamentos ou interferências ilícitas em redes de telecomunicações resultantes da interpretação ou execução das práticas descritas neste documento, assumindo o utilizador final a totalidade dos riscos associados à sua ação.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

Índice

Introdução.....	5
Capítulo 1: Regulação e Legislação do Espectro Eletromagnético em Portugal.....	8
1.1. O Quadro Nacional de Atribuição de Frequências (QNAF) e o papel da ANACOM.....	8
1.2. Equipamentos isentos de licença (PMR446) e restrições legais.....	9
1.3. O Serviço de Amador e licenciamento para redes privadas/profissionais.....	10
1.4. Responsabilidade civil e contraordenações no uso indevido.....	11
Capítulo 2: Fundamentos das Ondas de Rádio e Propagação.....	13
2.1. Definição de Radiofrequência (RF) e propriedades das ondas.....	13
2.2. Distinção técnica e prática entre as bandas VHF e UHF.....	14
2.3. Modulação analógica (AM/FM) e tecnologias digitais (DMR, dPMR).....	15
2.4. Fatores ambientais e topográficos na propagação do sinal.....	16
Capítulo 3: Tipologia e Classes de Equipamentos.....	17
3.1. Rádios de uso livre (PMR446).....	17
3.2. Equipamentos dedicados ao Serviço de Amador.....	18
3.3. Equipamentos Comerciais e Profissionais (LMR).....	19
Capítulo 4: Anatomia e Componentes Técnicos.....	20
4.1. Arquitetura do Transceptor.....	20
4.2. Sistemas irradiantes (Fundamentos de antenas e ROE/SWR).....	21
4.3. Fontes de alimentação e armazenamento de energia.....	22
4.4. Interface do utilizador e sistemas de silenciamento (Squelch, CTCSS, DCS).....	23
Capítulo 5: Opções de Mercado: Rádios e Antenas (Portáteis e Móveis).....	25
5.1. Equipamentos Portáteis (VHF/UHF): Principais marcas e modelos recomendados.....	25
5.2. Equipamentos Móveis (Veiculares): Principais marcas e modelos recomendados.....	28
5.3. Opções de Antenas para Portáteis (<i>Rubber duck</i> , táticas, de alto ganho).....	29
5.4. Opções de Antenas Veiculares (Bases magnéticas, fixas, variação de tamanho).....	33
Capítulo 6: Combinação de Rádios e Antenas: Instalação e Alcances Expectáveis.....	35
6.1. A relação técnica entre a potência de emissão (Watts) e o ganho da antena (dBi/dBd).....	36
6.2. A importância das linhas de transmissão: Cabos coaxiais, conectores e perdas em instalações veiculares.....	38
6.3. Casos práticos: Portátil com antena de origem vs. Portátil com antena <i>aftermarket</i>	39
6.4. Casos práticos: Rádio Móvel Veicular acoplado a antena exterior.....	40
6.5. Estimativas de alcance real e o impacto do sistema irradiante (VHF vs. UHF).....	41



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

Capítulo 7: Acessórios, Ergonomia e Funcionalidades Avançadas.....	46
7.1. Acessórios de Áudio: Microfones de colo, <i>headsets</i> e auriculares tubulares	47
7.2. Telemática e Localização: GPS integrado e sistema APRS	48
7.3. Segurança nas comunicações: Encriptação (AES) e Secrafonía analógica (<i>Scrambler</i>)	49
Capítulo 8: Operação, Boas Práticas e Protocolos de Comunicação.....	51
8.1. Estabelecimento e disciplina de rede rádio	52
8.2. O Alfabeto Fonético Internacional.....	53
8.3. Procedimentos de emergência e canalização de socorro	54
8.4. Aprofundamento de Competências Operacionais.....	55
Capítulo 9: Manutenção, Acondicionamento e Resolução de Anomalias	56
9.1. Acondicionamento, normas de proteção (IP) e proteção ambiental	57
9.2. Gestão e conservação de baterias de Lítio (Li-ion)	59
Conclusão	63
Glossário Alfabético	64
Bibliografia	66



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

Introdução

Numa era fortemente dependente de infraestruturas de telecomunicações públicas e redes celulares digitais, a radiocomunicação bidirecional nas faixas de VHF (*Very High Frequency*) e UHF (*Ultra High Frequency*) mantém uma relevância operacional inquestionável. Seja em operações de busca e salvamento, gestão de frotas comerciais, atividades de recreação ao ar livre (como todo-o-terreno ou pedestrianismo) ou cenários de emergência e catástrofe, a resiliência proporcionada pela comunicação direta via radiofrequência (RF) é insubstituível.

O presente **Manual Prático de Comunicações Rádio (VHF/UHF)** foi concebido pela Academia BEAR com o propósito de colmatar a lacuna existente entre o conhecimento teórico de engenharia de telecomunicações e a aplicação prática no terreno por parte do utilizador comum. Este documento é dirigido à comunidade em geral, não requerendo conhecimentos prévios avançados, mas garantindo, simultaneamente, o rigor técnico necessário para uma operação eficaz e legalmente enquadrada.

MANUAL PRÁTICO DE COMUNICAÇÕES RÁDIO (VHF/UHF)

ACADEMIA BEAR - INTRODUÇÃO

CENÁRIOS DE USO

- BUSCA E SALVAMENTO
- RECREAÇÃO AO AR LIVRE - TODO-O-TERRENO
- PEDESTRIANISMO
- EMERGÊNCIA E CATÁSTROFE

O MANUAL PRÁTICO

- CONHECIMENTO TÉCNICO RIGOROSO
- APLICAÇÃO PRÁTICA NO TERRENO
- PARA UTILIZADOR COMUM
- OPERAÇÃO EFICAZ E LEGAL

RESILIÊNCIA DA COMUNICAÇÃO DIRETA (RF)

HYUNDAI GALLOPER (especificado), a memoto HYUNDAI GALLOPER paintado RAPTOR painto, paintam a RMOTO dos RAPTOR

COMUNICAÇÃO PONTO-A-PONTO

REDE CELULAR (COM FALHA)

INFRAESTRUTURA PÚBLICA (INSTÁVEL)

DIRIGIDO À COMUNIDADE EM GERAL



CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

Este manual não procura substituir a formação técnica certificada para o Serviço de Amador ou para técnicos de telecomunicações profissionais, mas sim dotar o cidadão comum, o entusiasta e o operador de campo das competências necessárias para selecionar, instalar e operar sistemas de comunicação rádio de forma consciente, maximizando o alcance e a clareza das suas transmissões.

💡 **EXPLICAÇÃO PRÁTICA**

*Porque precisamos de rádios quando quase todos temos telemóveis com internet? A resposta resume-se a uma palavra: **independência**. O seu telemóvel não comunica diretamente com o telemóvel do seu amigo; ele envia um sinal para uma torre de telecomunicações, que o processa através de servidores e cabos subterrâneos, até o enviar de volta para o outro aparelho. Se houver um corte de energia geral, um incêndio florestal que destrua a torre, ou simplesmente demasiadas pessoas a tentar ligar ao mesmo tempo (como num festival ou num sismo), o telemóvel fica inútil. Os rádios portáteis e veiculares funcionam de forma diferente: comunicam diretamente um com o outro através do ar (ponto a ponto). Não dependem de servidores de terceiros, redes móveis ou mensalidades. Enquanto tiverem bateria e estiverem dentro do alcance um do outro, a comunicação acontece.*



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





Capítulo 1: Regulação e Legislação do Espectro Eletromagnético em Portugal

1.1. O Quadro Nacional de Atribuição de Frequências (QNAF) e o papel da ANACOM

O Espectro eletromagnético é um recurso natural finito e partilhado, cuja utilização desregulada resultaria em interferências severas ou no colapso de comunicações críticas (como a aviação, emergência médica e forças de segurança).

Em Portugal, a **ANACOM (Autoridade Nacional de Comunicações)** é a autoridade reguladora responsável, entre outras competências, pela gestão, atribuição e fiscalização da utilização do espectro radioelétrico, nos termos da legislação aplicável.

A ferramenta central desta regulação é o **QNAF (Quadro Nacional de Atribuição de Frequências)**. Este instrumento estabelece o enquadramento nacional de utilização do espectro, tendo em consideração o Regulamento das Radiocomunicações da União Internacional das Telecomunicações (UIT) e os instrumentos europeus e da Conferência Europeia das Administrações de Correios e Telecomunicações (CEPT) aplicáveis. O QNAF divide o Espectro em faixas específicas, alocando-as a diferentes serviços (e.g., radiodifusão, radionavegação, serviço móvel terrestre, serviço de amador). A utilização de frequências em desconformidade com as condições legalmente estabelecidas pode constituir uma infração, cuja natureza e gravidade dependem da norma concretamente violada.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

1.2. Equipamentos isentos de licença (PMR446) e restrições legais

Para o cidadão ou entidade que necessita de comunicações de curta distância sem a obrigatoriedade de exames ou pagamento de taxas de utilização do Espectro, a legislação europeia (através de decisões como a **ECC/DEC/(15)05**) e o QNAF preveem a utilização da faixa **PMR446** (*Private Mobile Radio*) nos 446 MHz.

Contudo, a isenção de licença aplica-se ao equipamento que cumpra os requisitos técnicos e regulamentares aplicáveis ao PMR446. Para que um rádio opere legalmente nesta faixa de utilização isenta de licença (vulgarmente conhecidos como *walkie-talkies* de venda livre), este deve cumprir cumulativamente os requisitos técnicos aplicáveis, nomeadamente os previstos nas normas harmonizadas relevantes, como a **ETSI EN 300 296** e a **ETSI EN 303 405**, consoante a tecnologia utilizada:

- **Potência Máxima:** A Potência Aparente Radiada (ERP - *Effective Radiated Power*) não pode exceder os **0,5 Watts (500 mW)**.
- **Sistema Irradiante:** O equipamento PMR446 deve utilizar uma antena integral, não destinada a ser substituída pelo utilizador, não sendo permitida a utilização de antenas externas (ex.: bases magnéticas veiculares).
- **Frequências Admissíveis:** A utilização deve limitar-se à faixa PMR446 aplicável, atualmente compreendida entre **446,000 MHz e 446,200 MHz**, e respeitar as restantes condições técnicas e de utilização estabelecidas para este serviço.

A utilização de rádios programáveis ou de equipamentos de rádio amador configurados para as frequências PMR446 **não transforma esses equipamentos em equipamentos PMR446 de utilização isenta de licença**. Para beneficiar deste regime, o equipamento deve cumprir os requisitos técnicos e regulamentares específicos aplicáveis ao PMR446.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

1.3. O Serviço de Amador e licenciamento para redes privadas/profissionais

Quando os requisitos operacionais exigem maiores distâncias, o uso de antenas exteriores ou potências de emissão superiores, o utilizador pode entrar no domínio das emissões sujeitas a autorização ou licenciamento. Existem, entre outros, dois enquadramentos principais:

1. **Serviço de Amador:** Destinado a entusiastas das radiocomunicações para fins de autoformação, intercomunicação e investigação técnica, sem fins lucrativos. Em Portugal, o acesso a este serviço exige a obtenção da habilitação prevista na legislação aplicável, incluindo a aprovação em exame de aptidão. É atribuído pela ANACOM um **Certificado de Amador Nacional (CAN)** e um indicativo de chamada pessoal (ex.: CR7xxx, CS7xxx, CT1xxx). Os radioamadores podem, dentro das bandas, categorias e condições regulamentares correspondentes, utilizar equipamentos e sistemas de antena adequados ao serviço de amador, incluindo potências superiores às permitidas no PMR446, sempre dentro dos limites técnicos e regulamentares aplicáveis.
2. **Redes Privativas / Serviço Móvel Terrestre:** Destinado a empresas, associações (ex.: clubes de todo-o-terreno, empresas de segurança, proteção civil) e outras entidades que necessitem de comunicações de utilização restrita. O licenciamento ou autorização aplicável depende do tipo de rede e de utilização, podendo envolver a apresentação de elementos técnicos à ANACOM e o pagamento das taxas legalmente previstas. São estabelecidas condições específicas de utilização, incluindo frequências, área de serviço e parâmetros técnicos. Os equipamentos utilizados devem operar em conformidade com essas condições e com os requisitos legais e técnicos aplicáveis.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

1.4. Responsabilidade civil e contraordenações no uso indevido

O Espectro radioelétrico não é um meio anónimo. A ANACOM efetua a fiscalização do Espectro através de meios técnicos de monitorização, medição e radiogoniometria, incluindo estações fixas e meios móveis, capazes de detetar, caracterizar e contribuir para a localização de emissões radioelétricas não autorizadas ou prejudiciais.

Operar sem a necessária autorização, utilizar equipamentos em desconformidade com os requisitos aplicáveis, emitir fora das faixas ou condições permitidas ou causar interferências prejudiciais pode constituir contraordenação ao abrigo da **Lei das Comunicações Eletrónicas** e legislação complementar, incluindo o **Decreto-Lei n.º 151-A/2000**, na sua redação atual.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

As sanções dependem da natureza e gravidade da infração, bem como da qualidade e, quando aplicável, da dimensão do infrator, podendo incluir:

- **Apreensão dos equipamentos** utilizados na infração e, nos termos legalmente aplicáveis e mediante decisão competente, o respetivo perdimento a favor do Estado.
- **Aplicação de coimas**, cuja moldura varia em função da classificação da contraordenação e da natureza do infrator, podendo atingir valores elevados nos casos classificados como contraordenações muito graves.
- **Eventual responsabilidade criminal**, caso os factos concretos preencham os elementos de um ilícito penal previsto na legislação aplicável, designadamente em situações particularmente graves.

💡 EXPLICAÇÃO PRÁTICA

A "Autoestrada" Invisível das Comunicações

Imagine que as frequências de rádio no ar são faixas de uma autoestrada invisível.

*Os **PMR446** (rádios de uso livre) são como as ciclovias: qualquer pessoa pode usá-los sem "tirar a carta", mas o equipamento é limitado. Têm de ter pouca potência (andar devagar) e a antena não pode ser mudada.*

*O **Serviço de Amador** é como ter uma habilitação específica para utilizar determinadas "vias" e "veículos": exige estudo e exame oficial. Em troca, permite operar dentro das bandas e condições regulamentares correspondentes, incluindo potências superiores às permitidas no PMR446, mas nunca com fins comerciais.*

*As **Redes Privadas** são como alugar uma faixa de rodagem exclusiva para uma empresa ou associação. A utilização está sujeita às condições da autorização ou licença aplicável e, quando previsto, ao pagamento das taxas correspondentes.*

Comprar um rádio potente e programável na internet e usá-lo sem a necessária autorização é o equivalente a conduzir um camião sem a habilitação adequada e numa via onde não está autorizado a circular: é perigoso para os outros utilizadores, pode ser proibido por lei e pode sujeitar o infrator a coimas e outras medidas legalmente previstas, incluindo a apreensão do equipamento.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752



Capítulo 2: Fundamentos das Ondas de Rádio e Propagação

Para otimizar o uso de um equipamento de radiocomunicação, é fundamental compreender a natureza do meio físico através do qual a informação viaja: o Espectro eletromagnético.

2.1. Definição de Radiofrequência (RF) e propriedades das ondas

As ondas de rádio são uma forma de radiação eletromagnética, não ionizante, que se propaga no espaço à velocidade da luz ($c \approx 300.000 \text{ km/s}$). A Radiofrequência (RF) é a porção deste Espectro convencionalmente compreendida entre os 3 kHz e os 300 GHz.

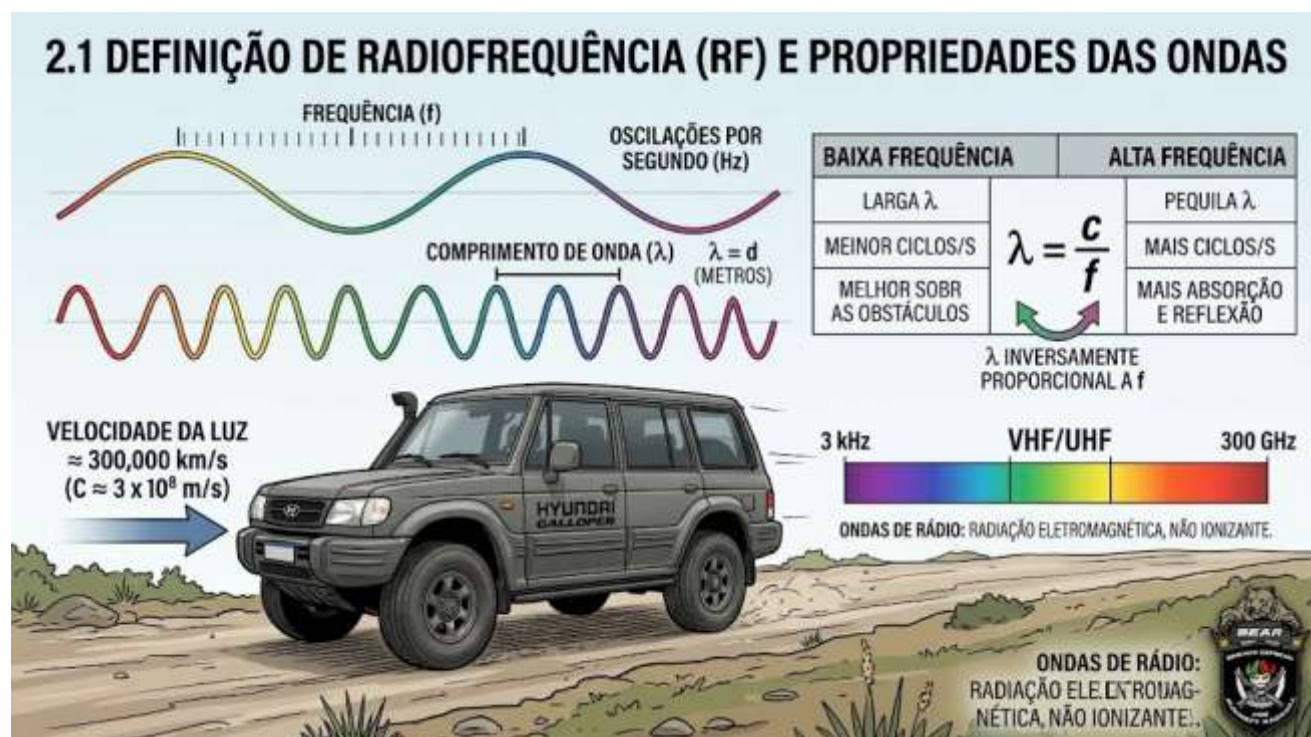
Uma onda de rádio é caracterizada por duas propriedades inversamente proporcionais:

- **Frequência (f):** O número de ciclos completos (oscilações) que a onda efetua num segundo, medido em Hertz (Hz).
- **Comprimento de onda (λ):** A distância física entre dois picos consecutivos da onda, medida em metros.

A relação matemática fundamental entre estas grandezas é expressa pela equação:

$$c = \lambda \times f$$

Isto significa que, à medida que a frequência aumenta, o comprimento de onda diminui. Esta relação dita a forma como a onda interage com os obstáculos físicos no ambiente.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

2.2. Distinção técnica e prática entre as bandas VHF e UHF

No contexto das radiocomunicações portáteis e veiculares civis, as bandas mais utilizadas são a VHF e a UHF. As suas propriedades físicas ditam o cenário ideal de utilização para cada uma:

- **VHF (Very High Frequency - 30 a 300 MHz):**

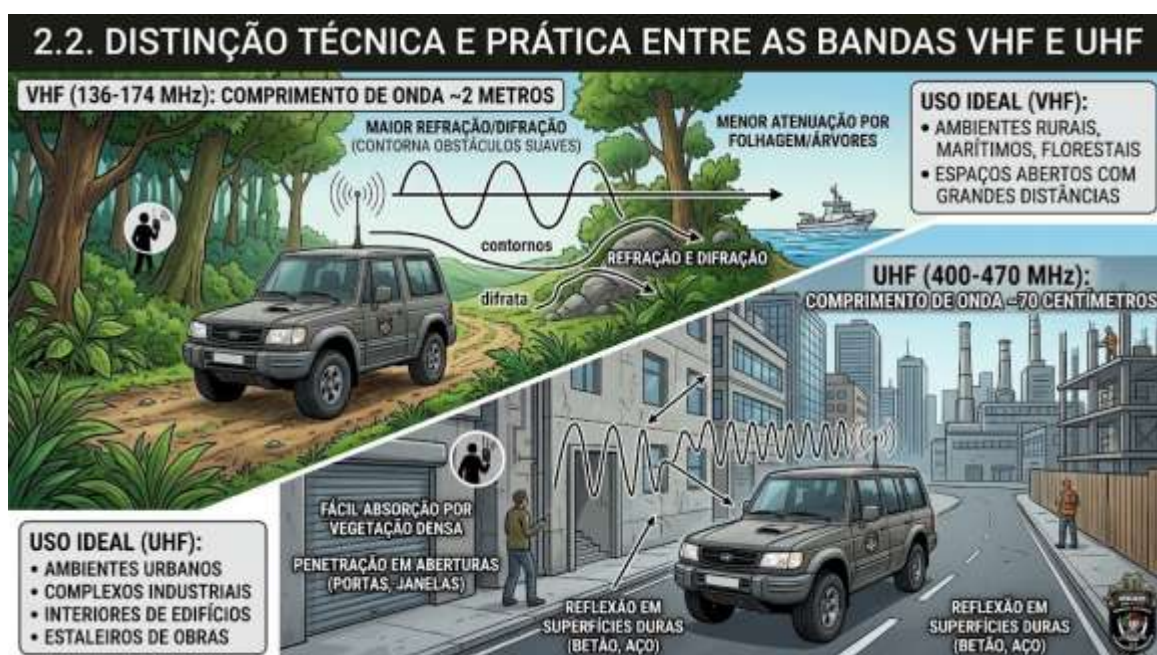
Nas frequências habitualmente operadas (ex.: 136-174 MHz), o comprimento de onda ronda os 2 metros. Devido a este comprimento de onda mais longo, os sinais VHF tendem a sofrer maior refração e difração. Isto significa que têm uma ligeira capacidade de "contornar" encostas suaves e são menos atenuados por folhagem densa e árvores. Contudo, têm dificuldade em penetrar edifícios ou estruturas metálicas.

- **Uso ideal:** Ambientes rurais, marítimos, florestais ou espaços abertos com grandes distâncias e topografia irregular.

- **UHF (Ultra High Frequency - 300 a 3000 MHz):**

Nas frequências comuns de operação (ex.: 400-470 MHz, onde se inclui o PMR446), o comprimento de onda ronda os 70 centímetros. Estas ondas curtas são facilmente absorvidas por vegetação densa (devido à água presente nas folhas), mas destacam-se pela capacidade de penetrar aberturas (portas, janelas) e refletir eficientemente em superfícies duras (betão, asfalto, aço), criando caminhos de propagação por "ressalto".

- **Uso ideal:** Ambientes urbanos, complexos industriais, interiores de edifícios e estaleiros de obras.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





Fundado a 23 de março de 2016

2.3. Modulação analógica (AM/FM) e tecnologias digitais (DMR, dPMR)

Para que a onda de rádio (onda portadora) transporte voz humana, é necessário alterá-la num processo chamado **modulação**.

- **Analógica (FM - Modulação de Frequência):** É o padrão global para comunicações analógicas em VHF/UHF. Oferece boa qualidade de áudio e imunidade a ruídos elétricos, mas à medida que a distância aumenta, o sinal degrada-se gradualmente, introduzindo ruído estático (*hiss*) até a voz se tornar inaudível.
- **Digital (DMR, dPMR, TETRA):** Representam o paradigma moderno. O rádio converte a voz humana em pacotes de dados binários antes da transmissão. A grande vantagem reside nos algoritmos de correção de erros (FEC - *Forward Error Correction*). Ao contrário da FM analógica, o sinal digital permanece cristalino mesmo no limite do alcance. Quando o sinal cai abaixo do limite recuperável, a comunicação corta abruptamente (o chamado "efeito penhasco" ou *cliff effect*), não havendo estático audível.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

2.4. Fatores ambientais e topográficos na propagação do sinal

Ao contrário das ondas curtas (HF) que podem refletir na ionosfera e dar a volta ao mundo, as frequências VHF e UHF propagam-se essencialmente em **Linha de Vista** (LOS - Line of Sight). A comunicação só ocorre, teoricamente, se as duas antenas se "puderem ver".



No entanto, a propagação real é afetada por vários fenómenos:

- **Atenuação (Perda de espaço livre):** O sinal enfraquece naturalmente à medida que se expande geometricamente a partir da antena.
- **Absorção:** Materiais como terra, florestas molhadas ou edifícios densos convertem a energia RF em calor, reduzindo o alcance.
- **Múltiplos Caminhos (Multipath):** Em zonas urbanas, o sinal reflete-se em vários edifícios. O rádio recetor recebe várias cópias do mesmo sinal em frações de segundo ligeiramente diferentes. Nas comunicações analógicas, isto causa distorção (desvanecimento ou *fading*); os sistemas digitais lidam com isto de forma muito mais eficiente.

💡 EXPLICAÇÃO PRÁTICA

VHF vs. UHF: Qual é a melhor para mim?

Para perceber a diferença entre estas duas faixas, imagine a diferença entre o som da batida de um bombo (som grave) e o som de um apito (som agudo).

O VHF (Banda de 2 Metros) é como a batida grave do bombo. Consegue ouvi-la longe, ela atravessa florestas e até parece dar a volta aos edifícios e colinas. Se faz todo-o-terreno no monte ou atividades no mar, o VHF é o seu melhor amigo.

O UHF (Banda de 70 Centímetros) é como um apito ou uma bola de borracha pequena. Não contorna montanhas facilmente e a água das árvores "suga" o seu sinal. No entanto, consegue entrar por qualquer janela ou porta e faz "tabela" (ressalta) nos prédios de betão. Se vai usar o rádio dentro de uma cidade, num evento desportivo urbano ou dentro de um pavilhão industrial, o UHF é a escolha certa.

É por isso que os rádios de uso livre (PMR446) usam UHF: são pensados para curtas distâncias comerciais ou de lazer, frequentemente em ambientes urbanos.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





Capítulo 3: Tipologia e Classes de Equipamentos

O mercado de radiocomunicações oferece uma vasta panóplia de Transceptores (rádios que emitem e recebem). A escolha do equipamento adequado não deve basear-se exclusivamente no preço, mas sim no perfil de utilização, na topologia do *hardware* e no enquadramento legal do operador.

Podemos dividir os equipamentos em três grandes classes técnicas e operacionais:

3.1. Rádio de uso livre (PMR446)

Esta classe de equipamentos é concebida sob o paradigma do *plug-and-play* (pronto a usar). O seu *hardware* é fabricado de forma a garantir o cumprimento estrito das normativas de isenção de licença (potência de 0,5W e antena inamovível).

- **Características Técnicas:** A interface de utilizador é habitualmente muito simplificada. Os rádios vêm programados de fábrica com os canais normalizados da faixa PMR446 (historicamente 8 canais analógicos, atualmente expandidos até 16, ou 32 na variante digital dPMR446).
- **Perfil de Utilização:** São equipamentos ideais para comunicações informais, atividades desportivas ao ar livre (como o *airsoft* ou ciclismo), eventos locais e comunicação dentro de pequenos recintos. Têm um custo reduzido, mas a sua limitação de potência traduz-se num alcance útil modesto, fortemente condicionado por obstáculos físicos.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO

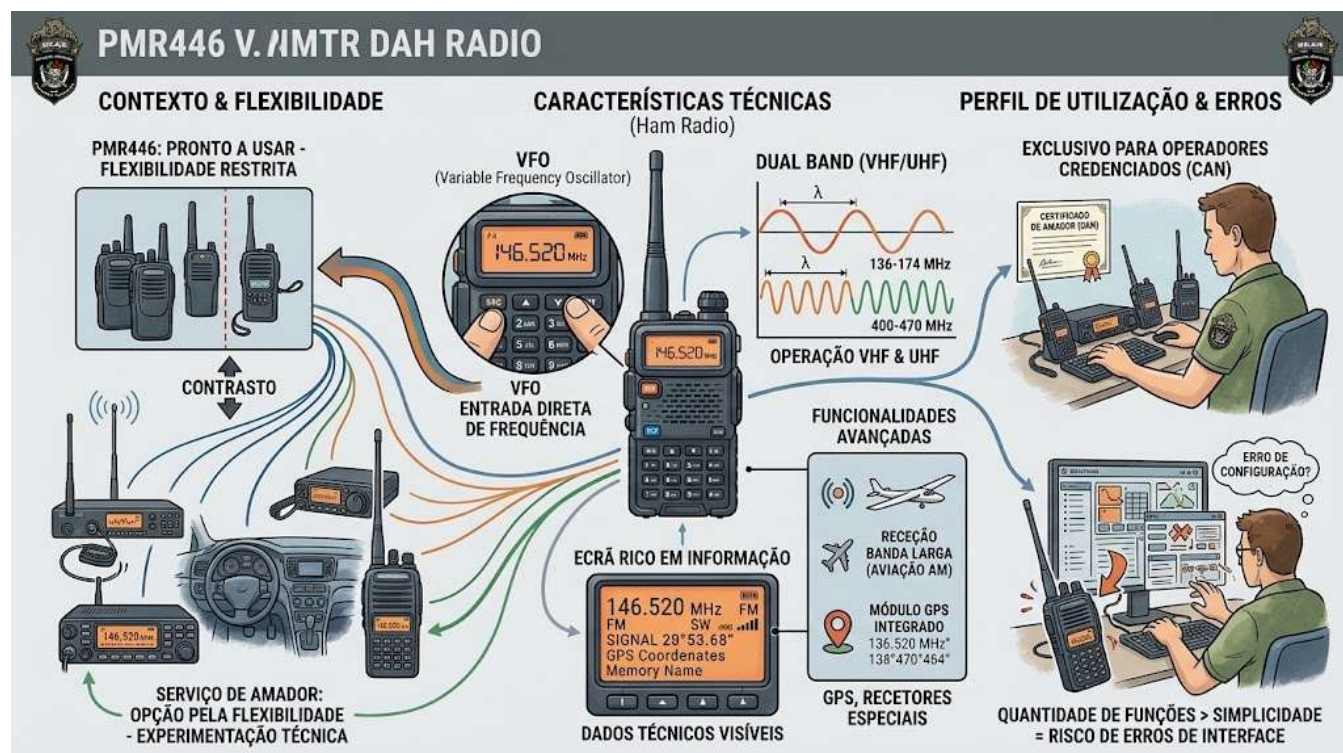


Fundado a 23 de março de 2016

3.2. Equipamentos dedicados ao Serviço de Amador

Os rádios vocacionados para os radioamadores (vulgarmente designados por *Ham Radios*) são o oposto da classe PMR446 em termos de flexibilidade. Foram desenhados para a experimentação técnica e exploração exhaustiva do Espectro eletromagnético.

- **Características Técnicas:** A característica mais marcante destes rádios é a presença da função **VFO** (*Variable Frequency Oscillator*), que permite ao operador inserir diretamente a frequência pretendida através de um teclado alfanumérico. A maioria dos modelos portáteis modernos são *Dual Band* (capazes de operar tanto em VHF como em UHF) e possuem ecrãs ricos em informação técnica. Podem incluir funcionalidades avançadas de fábrica, como recetores de banda larga (para escuta de aviação civil em AM) ou módulos de GPS.
- **Perfil de Utilização:** Exclusivo para operadores credenciados com um Certificado de Amador de Radiocomunicações (CAN). Estes equipamentos privilegiam a quantidade de funções sobre a simplicidade de operação, o que pode originar erros caso o operador não domine a interface técnica.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

3.3. Equipamentos Comerciais e Profissionais (LMR)

A classe de equipamentos LMR (*Land Mobile Radio*) foi desenvolvida para um propósito singular: garantir a comunicação de voz e dados em ambientes hostis, de forma fiável e à prova do erro humano. Destinam-se a empresas, forças de segurança, bombeiros e infraestruturas críticas.

- **Características Técnicas:** Ao contrário dos rádios de amador, os LMR comerciais raramente possuem modo VFO ou teclado completo. A interface é deliberadamente restrita: um seletor rotativo no topo do rádio permite escolher entre um número limitado de canais (ex.: 16 ou 32) que foram previamente introduzidos na memória interna por um técnico qualificado, via *software* e cabo de programação. Muitas vezes, o Chassis é construído em ligas de alumínio e policarbonato reforçado, garantindo o cumprimento de normas militares de resistência ao choque (como a *MIL-STD-810*) e níveis elevados de proteção contra água e poeiras (certificações IP67 ou IP68).
- **Perfil de Utilização:** Requerem licenciamento de rede privativa junto da ANACOM. São dispendiosos, mas oferecem a robustez exigida para operações 24/7 sob stress, onde uma falha mecânica ou uma desprogramação acidental pelo utilizador pode ter consequências graves.

💡 EXPLICAÇÃO PRÁTICA

A analogia automóvel para os tipos de rádio: Pode ser confuso olhar para três rádios pretos parecidos e perceber porque um custa 30€ e o outro 800€. Pense neles como veículos:

Rádios PMR446 (Uso Livre): São como as trotinetes elétricas ou bicicletas. Qualquer um os pode comprar e usar no imediato. São práticos para curtas distâncias, mas não os pode levar para a autoestrada nem exigir grandes velocidades.

Rádios de Amador: São como carros desportivos descapotáveis, cheios de botões e afinações no *tablier*. Precisa de uma "carta de condução" especial para os conduzir. Permitem-lhe explorar todas as capacidades mecânicas, alterar peças (antenas) e viajar para muito longe, mas requerem conhecimento técnico para não fazer asneira.

Rádios LMR (Comerciais/Profissionais): São como tratores ou veículos de socorro pesado. Têm muito poucos botões porque foram feitos para um trabalhador que está de luvas no meio da lama ou do fogo. Não servem para passear ou "explorar" frequências, mas funcionam sem falhas no meio das piores condições possíveis.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752



Capítulo 4: Anatomia e Componentes Técnicos

Para garantir uma operação eficiente e evitar danos aos equipamentos, o operador deve compreender o funcionamento físico e lógico dos componentes que constituem um sistema de radiocomunicações.

4.1. Arquitetura do Transceptor

O termo **Transceptor** (do inglês *transceiver*) designa um equipamento que integra, num único Chassis, os circuitos de emissão (transmissão) e receção, partilhando o mesmo sistema irradiante e fonte de alimentação.

A maioria dos rádios portáteis modernos baseia-se num de dois princípios arquitetónicos:

- **Super-heteródino:** É a tecnologia clássica e, historicamente, a que apresenta maior seletividade (capacidade de rejeitar sinais indesejados em frequências adjacentes). O sinal de rádio recebido é misturado com um oscilador local para criar uma frequência intermédia (IF), sendo depois filtrado e desmodulado.
- **Conversão Direta (*Radio-on-a-Chip* / SoC):** Muito comum nos equipamentos de baixo custo (como a popular série UV-5R e derivados). Utilizam microchips digitais de processamento de sinal (DSP) que convertem o sinal de radiofrequência diretamente em áudio. Embora ofereçam um excelente rácio custo/benefício, tendem a sofrer de menor imunidade a interferências quando sujeitos a ambientes com alta densidade de sinais RF (como centros urbanos).

No cerne do bloco emissor encontra-se o **PA** (*Power Amplifier* - Amplificador de Potência), o componente responsável por elevar o sinal gerado à potência de saída desejada (geralmente medida em Watts) antes de o enviar para a antena.





Fundado a 23 de março de 2016

4.2. Sistemas irradiantes (Fundamentos de antenas e ROE/SWR)

A antena é o transdutor do sistema: converte a energia elétrica gerada pelo Transceptor em ondas eletromagnéticas (emissão) e vice-versa (recepção). A eficácia de uma antena depende da sua **ressonância**, ou seja, do seu comprimento físico estar matematicamente ajustado ao comprimento de onda (λ) da frequência de operação.

Um conceito vital na instalação de sistemas de rádio (especialmente nos veiculares) é a **Relação de Ondas Estacionárias - ROE** (em inglês, *SWR - Standing Wave Ratio*).

O sistema rádio, o cabo coaxial e a antena são habitualmente desenhados para apresentar uma impedância padronizada de 50 Ohms (Ω). Quando há um desajuste perfeito de impedância (causado por uma antena mal cortada, conectores oxidados ou cabos trilhados), parte da energia enviada pelo rádio não é irradiada para o ar; em vez disso, é refletida de volta para o rádio.

- Um valor de **SWR de 1:1** é o ideal teórico (toda a energia é irradiada).
- Valores de **SWR até 1.5:1** são geralmente considerados muito bons.
- Valores de **SWR superiores a 2:1 ou 3:1** indicam problemas graves de reflexão.

Níveis elevados de ROE/SWR convertem a energia refletida em calor no bloco do amplificador de potência (PA), podendo causar a destruição permanente do circuito transmissor.



Fundado a 23 de março de 2016

4.3. Fontes de alimentação e armazenamento de energia

A autonomia de um rádio portátil depende diretamente da capacidade da sua bateria, tipicamente expressa em miliamperes-hora (mAh), e do ciclo de utilização (uma métrica comum de avaliação de baterias é o ciclo 5-5-90, que assume 5% do tempo a emitir, 5% a receber áudio e 90% em espera/*standby*).

Os blocos de armazenamento mais comuns são:

- **Níquel-Metal Hídrido (NiMH):** Mais antigas e pesadas. Têm tendência a sofrer do chamado "efeito de memória", exigindo descargas completas periódicas para não perderem capacidade útil. Ainda são usadas em alguns modelos marítimos e PMR446 básicos.
- **Iões de Lítio (Li-ion):** É o padrão na atualidade. Oferecem elevada densidade energética, menor peso e não sofrem de efeito de memória, podendo ser carregadas a qualquer momento. A voltagem nominal de um *pack* padrão para rádios de 4W/5W é tipicamente de 7.4 Volts (V).
- **Polímeros de Lítio (Li-Po):** Usadas em equipamentos ultracompactos, partilham as vantagens das Li-ion mas num formato fisicamente mais maleável para o fabricante.

4.3 FONTES DE ALIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ENERGIA



4.4. Interface do utilizador e sistemas de silenciamento (Squelch, CTCSS, DCS)

Para além do ecrã e do teclado, existem controlos e protocolos fundamentais na interação com o rádio:

- **PTT (*Push-To-Talk*)**: O botão lateral que comuta o equipamento do estado de receção para o estado de emissão. A comunicação rádio analógica padrão é *Half-Duplex* (só permite a comunicação num sentido de cada vez).
- **Squelch (Silenciador)**: Um circuito que silencia o altifalante do rádio na ausência de um sinal forte o suficiente. Sem o *squelch*, o operador ouviria constantemente um forte ruído de estática provocado pela radiação de fundo espacial e ruído térmico. O operador ajusta o limiar do *squelch* para bloquear o ruído, mas permitir a passagem de sinais válidos.
- **CTCSS (*Continuous Tone-Coded Squelch System*)** e **DCS (*Digital-Coded Squelch*)**: Frequentemente designados (de forma errónea) por "códigos de privacidade" ou "subcanais". Tratam-se de subtons de baixa frequência injetados na transmissão do rádio. O rádio recetor é configurado para manter o altifalante fechado, abrindo-o *apenas* se o sinal recebido contiver aquele subtom específico.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

💡 EXPLICAÇÃO PRÁTICA

Desmistificar os "Subcanais" (CTCSS/DCS)

É muito comum comprar um rádio de hipermercado que anuncia "8 canais e 121 subcanais para total privacidade". Isto gera um mal-entendido perigoso: os subtons **não encriptam** a sua voz e não oferecem qualquer privacidade real.

Pense numa sala cheia de pessoas a falar ao mesmo tempo (o Canal 1). Se o seu rádio estiver no Canal 1, ouve todos.

Se ligar um "Subcanal", é como se dissesse ao seu rádio: *"Tapa os ouvidos e só presta atenção se a pessoa começar a frase a dizer a palavra secreta 'Maçã'."*

O seu rádio ignora os outros e só abre o altifalante para os amigos do seu grupo que usam a mesma "palavra secreta". No entanto, quem estiver no Canal 1 **sem nenhum subtom ativado**, tem os ouvidos destapados e continua a conseguir ouvir todas as conversas do seu grupo de forma clara.

Ou seja: os subtons servem apenas para não sermos incomodados pelas conversas dos outros, mas nunca impedem os outros de nos ouvirem a nós.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





Capítulo 5: Opções de Mercado: Rádios e Antenas (Portáteis e Móveis)

O mercado de radiocomunicações é vasto e segmentado. A seleção do equipamento adequado não deve basear-se apenas na potência ou no orçamento, mas primariamente no enquadramento legal do operador. É imperativo distinguir o *hardware* de uso livre daquele cujo porte e operação constituem crime sem a devida licença da ANACOM.

5.1. Equipamentos Portáteis (VHF/UHF): Principais marcas e modelos recomendados

A escolha de um rádio portátil divide-se tipicamente nas seguintes categorias e respetivas exigências legais:

- **Equipamentos de Uso Livre (Isentos de Licença - PMR446):**
 - *Enquadramento Legal:* **Não necessitam de licença.** Qualquer cidadão os pode adquirir e operar, desde que emitam até 0,5W e tenham antena inamovível.
 - *Recomendações:* Marcas como a **Motorola Solutions** (série *Talkabout*, ex.: T82 Extreme) e a **Midland** (série G, ex.: G9 Pro ou o G18) dominam este segmento. São equipamentos reconhecidos pela facilidade de uso (*plug-and-play*), construção robusta para atividades ao ar livre e total conformidade legal.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

- **Equipamentos de Serviço de Amador (Entrada e Nível Médio):**

- *Enquadramento Legal:* **Uso estritamente licenciado.** (Amador ou Profissional/LMR).
- *Recomendações:* A marca chinesa **Baofeng** (com o icónico modelo UV-5R e a série UV-82) popularizou o acesso a rádios *Dual-Band* (VHF/UHF) devido ao seu baixo custo. Como alternativa mais robusta e com maior pureza espectral, marcas tradicionais como a **Yaesu** (ex.: FT-65E) e a **Icom** oferecem equipamentos de entrada de gama com certificações de qualidade superiores.



- **Equipamentos de Alta Performance / Operações Extremas:**

- *Enquadramento Legal:* **Uso estritamente licenciado** (Amador ou Profissional/LMR).
- *Recomendações:* Para utilizadores credenciados que exigem níveis superiores de potência e resiliência, o **Midland CT990 EBR** (ou a variante EB) é uma escolha de destaque. Trata-se de um Transceptor *Dual-Band* que emite com uma potência excecional de 10 Watts, duplicando a capacidade típica da sua classe. Possui um Chassis com certificação IP67 (totalmente à prova de pó e submersível em água até 1 metro durante 30 minutos) e uma bateria de alta capacidade (3600 mAh). Integra funcionalidades táticas como a segurança *Man Down* (Trabalhador Isolado), que deteta a ausência de movimento do operador e emite automaticamente um alarme na rede rádio.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

- **Gama Profissional e Comercial (LMR):**

- *Enquadramento Legal:* **Uso estritamente licenciado.** Exigem licenciamento de rede privativa para uma frequência específica (pagamento de taxas anuais à ANACOM).
- *Recomendações:* A **Motorola** (linha *MotoTRBO*), a **Hytera** e a **Kenwood** são as referências absolutas. Caraterizam-se por encriptação AES e suporte nativo para redes digitais empresariais (DMR ou TETRA).



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

5.2. Equipamentos Móveis (Veiculares): Principais marcas e modelos recomendados

Os rádios móveis, concebidos para instalação em viaturas, emitem com potências elevadas (tipicamente entre 25W e 50W).

- **Para o Serviço de Amador:** A **AnyTone** (com modelos como o AT-778UV) ganhou popularidade como opção económica e fiável. Num patamar superior, a **Yaesu** (séries FTM, como o FTM-300DE) e a **Icom** oferecem equipamentos com ecrãs táteis, receção simultânea em múltiplas bandas e capacidades digitais avançadas.
- **Para Frotas Profissionais:** A série DM da Motorola e os terminais móveis NXDN da Kenwood lideram o mercado devido à sua fiabilidade em ciclos de transmissão longos e integração com telemática (GPS).



Nota Legal Crítica: Não existem rádios veiculares com antenas exteriores que sejam de uso livre (PMR446). Todos os equipamentos desta secção exigem, sem exceção, licença de Amador ou LMR.

5.3. Opções de Antenas para Portáteis (*Rubber duck*, táticas, de alto ganho)

A eficiência de um rádio portátil está intrinsecamente ligada à ressonância da sua antena, ou seja, à relação entre o seu comprimento físico e o comprimento de onda (λ) da frequência de operação. O mercado *aftermarket* oferece opções com diferentes características elétricas:

- **Antena de Origem Helicoidal (*Rubber Duck*):**

Trata-se, tecnicamente, de uma antena de 1/4 de onda que foi fisicamente encurtada através do enrolamento do elemento radiante numa espiral (formando um indutor) coberta por um dielétrico de poliuretano. Este enrolamento indutivo compensa a falta de comprimento capacitivo, permitindo que a antena ressoe na frequência desejada. Contudo, este encurtamento compromete severamente a resistência de radiação. O resultado é um sistema eletricamente ineficiente, com um fator de qualidade (Q) elevado que restringe a largura de banda útil e resulta frequentemente num ganho efetivo negativo (na ordem dos -3 dBd a -5 dBd) em comparação com um dipolo de meia onda.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

- **Antenas de Alto Ganho (Chicote Flexível / Whip):**

Modelos lineares mais longos (geralmente entre 35 cm e 40 cm, como a referência Nagoya NA-771). Ao aproximarem o seu comprimento físico da dimensão elétrica ideal (operando frequentemente como 1/4 de onda em VHF e 5/8 de onda em UHF), aumentam a eficiência de irradiação.

- *Nota Técnica sobre Plano de Terra:* Uma antena portátil de 1/4 de onda necessita de um plano de terra para funcionar como contrapeso elétrico. Num rádio portátil, o Chassis metálico do equipamento e a própria mão/corpo do operador formam o acoplamento capacitivo que serve de plano de terra, fechando o circuito de rádio.
- *Antenas de 1/2 Onda:* Alguns chicotes longos operam como meia onda alimentada pela extremidade (*End-Fed Half-Wave*). A sua principal vantagem é serem eletricamente independentes de um plano de terra, mantendo a impedância estável e o diagrama de radiação mais focado no horizonte, independentemente de como o operador segura o rádio.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

- **Antenas Táticas (Lâmina / Blade Dobrável):**

Baseadas em tecnologia militar de rádio tático (ex.: rádios Harris ou Thales), utilizam uma lâmina de aço flexível. O seu comprimento estendido aproxima-se dos ideais teóricos absolutos. A sua geometria plana e larga proporciona uma vantagem técnica: aumenta ligeiramente a largura de banda da antena em comparação com um fio cilíndrico fino, facilitando o ajuste (casamento) da impedância resistiva para os 50 Ohms exigidos pelo amplificador de potência (PA) do rádio, minimizando assim as ondas estacionárias (SWR). Podem ser dobradas sobre si mesmas para facilitar o transporte.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

• Importância dos Conectores Mecânicos:

A transição entre o rádio e a antena introduz sempre um ponto de possível desadaptação de impedância (Perda de Inserção). É crítico garantir a correspondência exata do género do conector (SMA-Macho, SMA-Fêmea ou adaptadores BNC) para evitar a destruição do pino central do rádio ou a perda de continuidade elétrica na malha de terra, o que inviabilizaria totalmente a emissão.

Aviso Legal Prévio: Qualquer alteração ao sistema irradiante original de um rádio de uso livre (PMR446) anula a sua homologação e constitui infração legal severa. As opções técnicas abaixo descritas destinam-se exclusivamente a equipamentos devidamente licenciados.

MANUAL TÉCNICO DE COMUNICAÇÕES
IMPORTÂNCIA DOS CONECTORES MECÂNICOS

USO CORRETO E COMPATIBILIDADE

RÁDIO: PORTA SMA-FÊMEA → TRANSMISSÃO PERFEITA → ANTENA: CONECTOR SMA-MACHO

RÁDIO: PORTA SMA-FÊMEA | RÁDIO 50Ω | CABO 50Ω | ANTENA: CONECTOR SMA-MACHO

CONSEQUÊNCIAS DE DESAJUSTE

RÁDIO: PORTA SMA-FÊMEA (PINO CENTRAL DESTRUÍDO) → SINAL REFLECTIDO (ROE/SWR ELEVADO) → PERDA DE INSERÇÃO → FALTA DE CONTINUIDADE (MALHA DE TERRA)

ADAPTADORES BNC (USO CORRECTO)

AVISO LEGAL PRÉVIO

Qualquer alteração ao sistema irradiante original de um rádio de uso livre (PMR446) anula a sua homologação e constitui infração legal severa. As opções técnicas abaixo descritas destinam-se exclusivamente a equipamentos devidamente licenciados.

LEGAL ADVISORY

Fundado a 23 de março de 2016

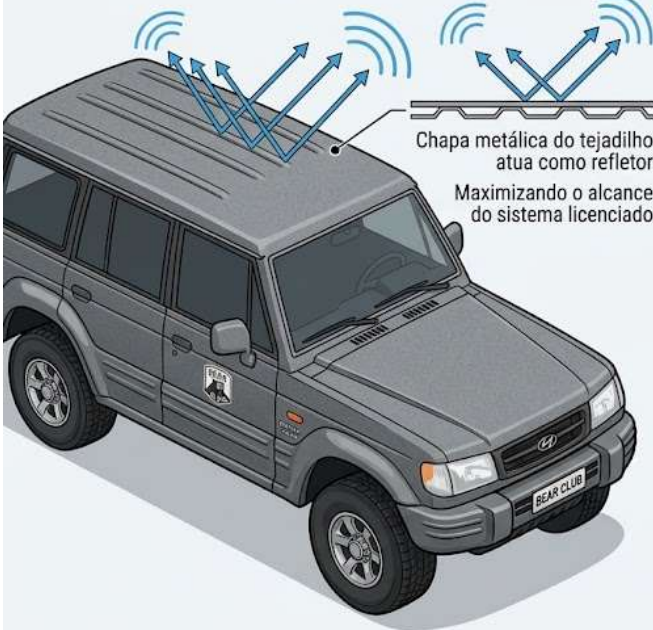
5.4. Opções de Antenas Veiculares (Bases magnéticas, fixas, variação de tamanho)

A chapa metálica do tejadilho da viatura atua como um refletor de energia (*plano de terra* ou *ground plane*), maximizando o alcance do sistema licenciado.

- **Bases Magnéticas:** Instalação temporária sem furar o veículo. Exigem cuidado redobrado para não trilhar os cabos coaxiais nas portas (o que danifica o rádio).
- **Suportes Fixos:** A opção mais eficiente. Furar o tejadilho garante uma ligação de massa direta e permanente ao Chassis da viatura.
- **Variação de Tamanho:** Antenas curtas (1/4 de onda) são discretas e emitem num ângulo ligeiramente mais alto, úteis em vales e zonas urbanas densas. Antenas longas (5/8 de onda ou colineares) concentram o sinal diretamente no horizonte, sendo excecionais para comunicações no mar ou em vastas planícies.

5.4. Opções de Antenas Veiculares (Bases magnéticas, fixas, variação de tamanho)

PLANO DE TERRA (GROUND PLANE)



Chapa metálica do tejadilho atua como refletor
Maximizando o alcance do sistema licenciado

INSTALAÇÃO: TEMPORÁRIA VS. PERMANENTE

BASE MAGNÉTICA



Instalação temporária sem furar
Cuidado redobrado com cabos

Risco de trilhar os cabos coaxiais nas portas (danifica rádio)

SUORTE FIXO

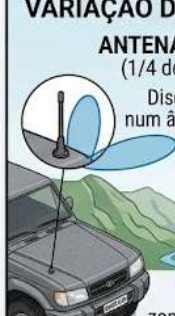


Opção mais eficiente
Ligação de massa direta

Ligação de massa direta e permanente

VARIAÇÃO DE TAMANHO

ANTENA CURTA (1/4 de onda)



Discretas e emitem num ângulo ligeiramente mais alto

Úteis em vales e zonas urbanas densas

ANTENA LONGA (5/8 de onda ou colineares)



Concentram o sinal diretamente no horizonte

Excecionais para comunicações no mar ou vastas planícies



CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

💡 EXPLICAÇÃO PRÁTICA

A analogia da Lanterna e as Regras do Jogo Imagine que o seu rádio é uma lâmpada nua. A luz não chega muito longe. Se lhe colocar uma antena maior (como a antena de tejadilho de um jipe), funciona como o espelho de uma lanterna: a luz foca-se num raio potente que chega muito mais longe. A potência é a mesma, mas está focada.

O problema legal é este: **a lei de uso livre só permite usar "lâmpadas nuas e fracas"** para não encandear ninguém. Se comprar um rádio de uso livre, não lhe pode mudar a antena. Se quer usar o espelho refletor da lanterna (antenas grandes) ou usar lâmpadas muito fortes (rádios móveis de 50 Watts), precisa de tirar a "carta de condução" das radiocomunicações (exame de Radioamador) ou pagar uma licença de empresa. Caso contrário, está a usar faróis de máximos numa ciclovía, arriscando-se a pesadas multas e apreensão do material.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





Fundado a 23 de março de 2016

Capítulo 6: Combinação de Rádios e Antenas: Instalação e Alcances Expectáveis

A eficácia de uma rede de radiocomunicações não é ditada isoladamente pelo Transceptor ou pela antena, mas sim pelo comportamento sinérgico de toda a cadeia de transmissão (rádio, cabo, conectores e sistema irradiante) e pela sua interação com a topografia do terreno.

Nota Legal Reiterada: A substituição de antenas e o uso de cabos coaxiais para instalações exteriores descritos neste capítulo são procedimentos legalmente reservados a equipamentos de uso licenciado (Serviço de Amador e Serviço Móvel Terrestre - LMR). A alteração do sistema irradiante original de equipamentos de uso livre (PMR446) invalida a sua homologação e constitui infração legal.

Chapter 6: Combination of Radios and Antennas: Installation and Expected Ranges.

Combination of radios and antennas: Installensein and expect of flaves and semesters with adds antenna: componems the transmissions drion to transmisteaa valty opennahes. The combination: antenas systems **Eficácia em Cadeia Sinérgica:** Cada componente afeta o todo (Synergistic Chain Effectiveness: Each component affects the whole).



Procedimentos Legais (Licensed Procedures)



Procedimentos Ilegais (PMR446 - Illegal Procedures)





Fundado a 23 de março de 2016

6.1. A relação técnica entre a potência de emissão (Watts) e o ganho da antena (dBi/dBd)

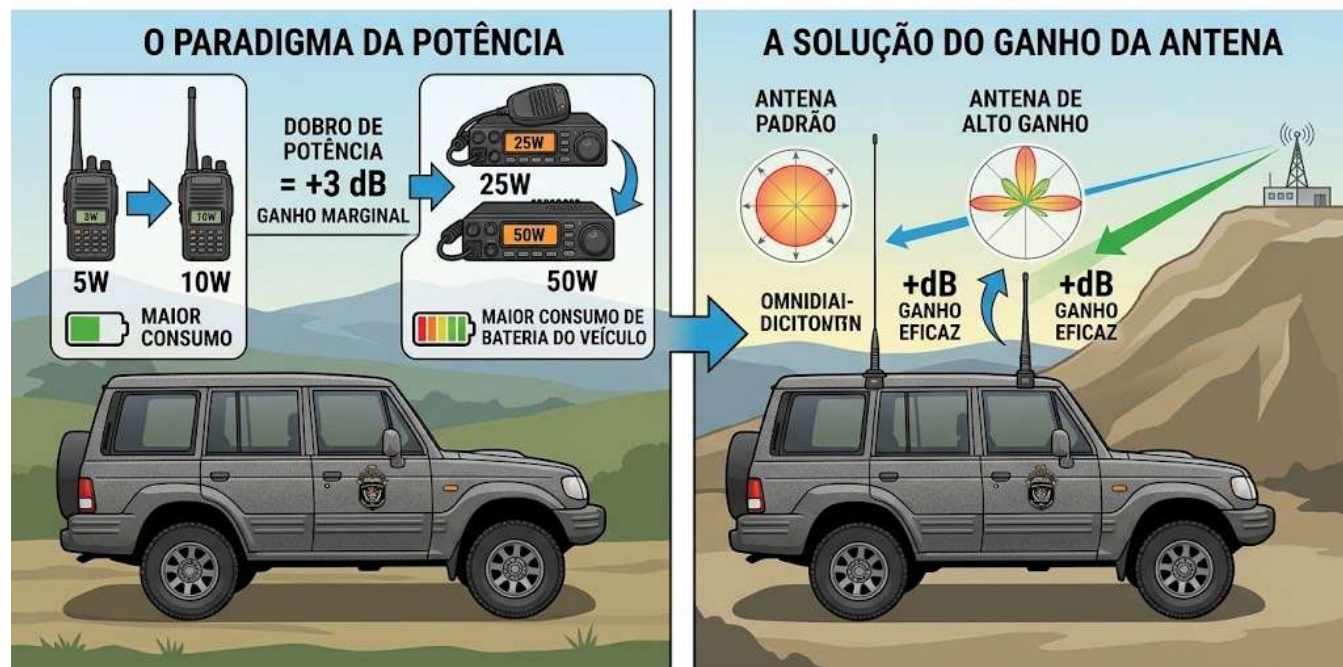
O senso comum dita, erradamente, que a solução primária para aumentar o alcance de um rádio é o aumento linear da sua potência de saída (medida em Watts). Contudo, a propagação de ondas eletromagnéticas obedece à lei do inverso do quadrado da distância.

Para que a intensidade do sinal recebido por outra estação duplique, é necessário um incremento de 3 decibéis (dB). A relação matemática da potência em decibéis é expressa por:

$$\Delta L = 10 \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$$

Isto significa que passar de um rádio portátil de 5W para um de 10W confere apenas um ganho marginal de aproximadamente 3 dB. Aumentar de 25W para 50W num rádio móvel consome o dobro da energia da bateria veicular, mas também oferece apenas os mesmos 3 dB de incremento.

6.1. POTÊNCIA DE EMISSÃO (WATTS) E GANHO DA ANTENA (dBi/dBd)





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

A solução de engenharia mais eficiente reside no **Ganho da Antena**, quantificado em dBi (relativo a um radiador isotrópico teórico) ou dBd (relativo a um dipolo de meia onda). Uma antena com ganho positivo não gera energia; ela altera a diretividade, comprimindo o lóbulo de irradiação em direção ao horizonte.

A potência real que é efetivamente radiada para o espaço é calculada através da **Potência Aparente Radiada (ERP)** ou da **Potência Isotrópica Radiada Equivalente (EIRP)**. Se representarmos a potência do transmissor (P_{tx}), as perdas no cabo e conectores (L_c) e o ganho da antena (G_a), tudo em unidades logarítmicas (dBm e dB), o cálculo simplificado resulta em:

$$\text{EIRP (dBm)} = P_{tx}(\text{dBm}) - L_c(\text{dB}) + G_a(\text{dBi})$$

É este valor resultante que dita a capacidade de penetração e alcance real do sistema.

💡 EXPLICAÇÃO PRÁTICA

A analogia do Megafone: Watts vs. Ganho da Antena

Imagine que quer falar com um amigo que está do outro lado de um campo de futebol.

A **Potência em Watts** é a força dos seus pulmões. Pode tentar gritar com o dobro da força (passar de 5W para 10W). Vai cansar-se muito mais rápido (gastar a bateria do rádio) e, como o som da sua boca se espalha para todos os lados (para o céu, para o chão, para trás), o seu amigo apenas o vai ouvir um bocadinho mais alto.

O **Ganho da Antena** é usar um cone de cartão ou um megafone não elétrico. Em vez de se cansar a gritar, fala com a sua voz normal (mantém os 5W). O que o cone faz é impedir que o som se espalhe para onde não interessa, focando toda a sua voz num feixe apertado diretamente para o seu amigo.

Nas radiocomunicações é igual: é muito mais inteligente e eficaz focar a energia (usando uma antena maior, com mais ganho) do que gastar o dobro da bateria do rádio apenas para tentar "gritar mais alto".



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752



6.2. A importância das linhas de transmissão: Cabos coaxiais, conectores e perdas em instalações veiculares

Numa instalação veicular ou de estação base, o sinal viaja do rádio para a antena através de um cabo coaxial, caracterizado por uma impedância característica rigorosa de 50 Ohms.

Todos os cabos coaxiais apresentam resistência elétrica e perdas no dielétrico, resultando em atenuação (Perda de Inserção), que se agrava exponencialmente com o aumento da frequência. O sinal em UHF sofrerá sempre mais perdas no mesmo cabo do que o sinal em VHF.

- **Cabo RG-58:** O padrão em bases magnéticas devido à sua maleabilidade e diâmetro reduzido (aprox. 5 mm). Contudo, a atenuação é severa. Em frequências UHF (ex.: 430 MHz), 10 metros de RG-58 podem introduzir uma perda superior a 3 dB*, o que significa que metade da potência gerada pelo rádio é dissipada sob a forma de calor no cabo antes de chegar à antena.

** O valor de 3dB é meramente indicativo e pode variar consoante a qualidade do cabo e instalação.*

- **Cabos de Baixa Perda (ex.: Aircell 7, LMR-400):** Apresentam diâmetros maiores e dielétricos otimizados. São fundamentais para instalações fixas e de alto rendimento, minimizando a atenuação para valores frequentemente inferiores a 1,5 dB por cada 10 metros em UHF.

Os conectores (como os PL-259, N-Type ou BNC) devem possuir baixa resistência de contacto. Soldaduras deficientes ou oxidação nas fichas introduzem desadaptações de impedância, refletindo a onda de volta para o rádio (aumentando gravemente a métrica SWR/ROE), o que pode levar à destruição térmica do amplificador de potência (PA).



6.3. Casos práticos: Portátil com antena de origem vs. Portátil com antena *aftermarket*

- **Cenário de Origem:** Um operador com um rádio portátil licenciado de 5W emite utilizando a antena helicoidal (*Rubber Duck*) de 15 cm. O diagrama de radiação é quase esférico, desperdiçando energia taticamente inútil para o solo e para a atmosfera. A captação de sinais limítrofes sofre de desvanecimento (*fading*) severo.
- **Cenário Otimizado:** O operador substitui o elemento por uma antena do tipo chicote de 40 cm (1/4 onda em VHF, 5/8 em UHF). O aumento de ganho (frequentemente na ordem dos +2 a +3 dBi) melhora não só a diretividade do sinal emitido para o horizonte, mas também aumenta a secção de captura da antena na receção. O áudio recebido deixa de ter ruído de estática e a transmissão atinge clareza, consumindo rigorosamente os mesmos 5W de bateria.

6.3. Casos práticos: Portátil com antena de origem vs. Portátil com antena *aftermarket*



6.4. Casos práticos: Rádio Móvel Veicular acoplado a antena exterior

- **A Dinâmica do Plano de Terra:** Ao instalar uma antena de 1/4 de onda no tejadilho de um veículo todo-o-terreno (por base magnética ou furação direta), o elemento metálico da viatura atua capacitivamente como a outra metade ausente de uma antena dipolo teórica. O tejadilho converte-se num espelho refletor perfeito para a radiofrequência.
- **Resultado Operacional:** Esta configuração "esmaga" o lóbulo de radiação paralelamente ao solo. Um rádio móvel de 25W equipado com uma antena colinear exterior bem calibrada ($SWR < 1.5:1$) num ponto alto poderá, sem dificuldade, servir de estação-relé de socorro, comunicando com centrais a dezenas de quilómetros de distância, superando largamente qualquer rádio portátil.

6.4. CASOS PRÁTICOS: RÁDIO MÓVEL VEICULAR ACOPLADO A ANTENA EXTERIOR

A DINÂMICA DO PLANO DE TERRA (GROUND PLANE)



Teórica

Açual

O tejadilho atua capacitivamente como a outra metade ausente

Metade Ausente Teórica

O tejadilho converte-se num espelho refletor perfeito para a radiofrequência.

RESULTADO OPERACIONAL: ALCANCE ESTENDIDO



Portable Radio Lobe (Desperdiçando Energia)

Rádio Móvel 25W Antena Colinear Exterior Bem Calibrada (ROE $\leq 1.5:1$)

Comunica com centrais a dezenas de quilómetros de distância

Central de Socorro

Serve de estação-relé de socorro, superando largamente qualquer rádio portátil.

Lóbulo "esmagado" paralelamente ao solo (Maximizando Alcance Horizontal)

Lóbulo "esmagado" paralelamente ao solo (Maximizando Alcance Horizontal)

RESULTADO O OPERACIONAL: ALCANCE TOS VEICULADO A AICANCE ESTENDIDO



CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

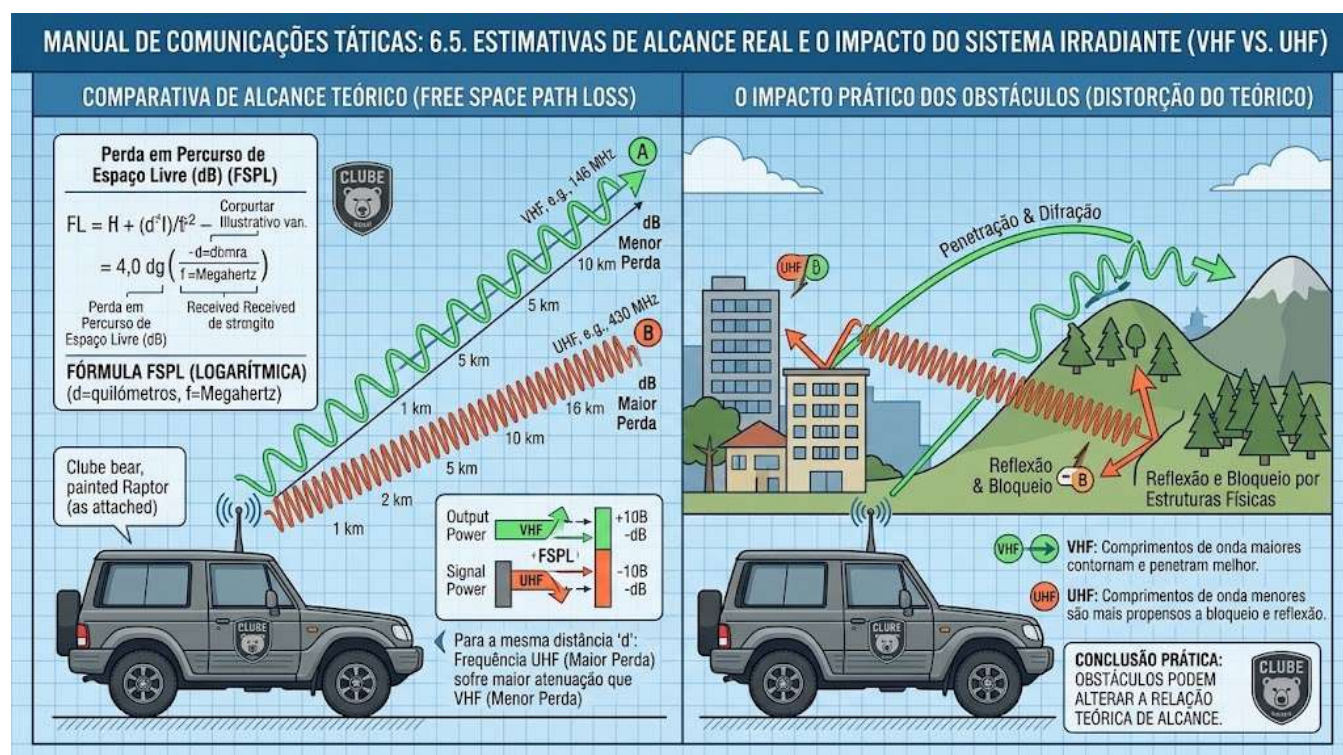
6.5. Estimativas de alcance real e o impacto do sistema irradiante (VHF vs. UHF)

Em radiocomunicações nas faixas de VHF e UHF, a atenuação no espaço livre é governada pela equação da Perda de Percurso em Espaço Livre (FSPL - *Free Space Path Loss*):

$$\text{FSPL (dB)} = 20 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(f) + 32,44$$

Onde d representa a distância em quilómetros e f a frequência em Megahertz (MHz). Esta relação matemática demonstra que, para a mesma distância, uma frequência mais elevada (UHF) sofre maior atenuação de propagação no ar do que uma frequência mais baixa (VHF).

Contudo, na prática, a introdução de estruturas físicas (edifícios, relevo, vegetação) altera drasticamente este comportamento teórico.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

Apresentam-se abaixo valores indicativos, não constituindo garantia de alcance., demonstrando o impacto direto da escolha da frequência e do sistema irradiante em três cenários distintos:

1. Ambiente Urbano Denso (Canyon Urbano: estruturas de betão armado, aço, vidro e elevada interferência eletromagnética):

- *Portátil de Uso Livre (PMR446 - 0,5W ERP - Antena Fixa):*
 - **UHF (446 MHz):** 500 metros a 1,2 km.
- *Portátil Licenciado (5W a 10W):*
 - **VHF com Antena de Origem (Rubber Duck):** 800 metros a 1,5 km. O comprimento de onda longo ($\approx 2m$) tem dificuldade em penetrar pequenas aberturas e é bloqueado por edifícios.
 - **VHF com Antena de Alto Ganho (Chicote de 42 cm):** 1,2 km a 2,5 km.
 - **UHF com Antena de Origem (Rubber Duck):** 1,5 km a 2,5 km. O comprimento de onda curto ($\approx 70cm$) reflete-se eficientemente nas paredes e entra por janelas, criando propagação por múltiplos caminhos (ressalto).
 - **UHF com Antena de Alto Ganho (Chicote de 42 cm / Tática):** 2,5 km a 4,5 km.
- *Móvel Veicular (25W a 50W):*
 - **VHF (Antena Exterior 1/4 onda vs. 5/8 onda):** 3 km a 6 km. Alcance limitado pela incapacidade do sinal atravessar múltiplos blocos de edifícios.
 - **UHF (Antena Exterior 1/4 onda vs. 5/8 onda):** 6 km a 12 km. Excelente capacidade de penetração em garagens e cruzamentos urbanos devido à reflexão do sinal nas estruturas metálicas e de betão.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

2. Ambiente Florestal e Rural (Absorção por biomassa húmida, folhagem e topografia ondulada):

- *Portátil de Uso Livre (PMR446 - 0,5W ERP - Antena Fixa):*
 - **UHF (446 MHz):** 800 metros a 2 km. A água contida nas folhas absorve a energia de alta frequência em UHF.
- *Portátil Licenciado (5W a 10W):*
 - **VHF com Antena de Origem (Rubber Duck):** 2 km a 4 km. Superior ao UHF devido à menor atenuação provocada pela vegetação.
 - **VHF com Antena de Alto Ganho (Chicote de 42 cm / Tática):** 4 km a 8 km. O sinal de VHF difrata (contorna) melhor ligeiras elevações do terreno e atravessa a densidade florestal.
 - **UHF com Antena de Origem (Rubber Duck):** 1 km a 2,5 km. Forte atenuação por absorção nas copas das árvores.
 - **UHF com Antena de Alto Ganho (Chicote de 42 cm / Tática):** 2,5 km a 5 km.
- *Móvel Veicular (25W a 50W):*
 - **VHF (Antena Exterior 1/4 onda vs. 5/8 onda):** 10 km a 25+ km. A combinação de elevada potência com a banda de VHF é o padrão de excelência para operações em meios rurais e florestais.
 - **UHF (Antena Exterior 1/4 onda vs. 5/8 onda):** 5 km a 12 km. Perde eficácia rapidamente assim que a linha de vista é bloqueada por elevações de terra e floresta densa.

MANUAL DE COMUNICAÇÕES TÁTICAS: COMPARAÇÃO DE ALCANCE RÁDIO (VHF vs. UHF) AMBIENTE: Florestal e Rural (BIOMASSA HÚMIDA, FOLHAGEM Densa, TOPOGRAFIA ONDULADA)





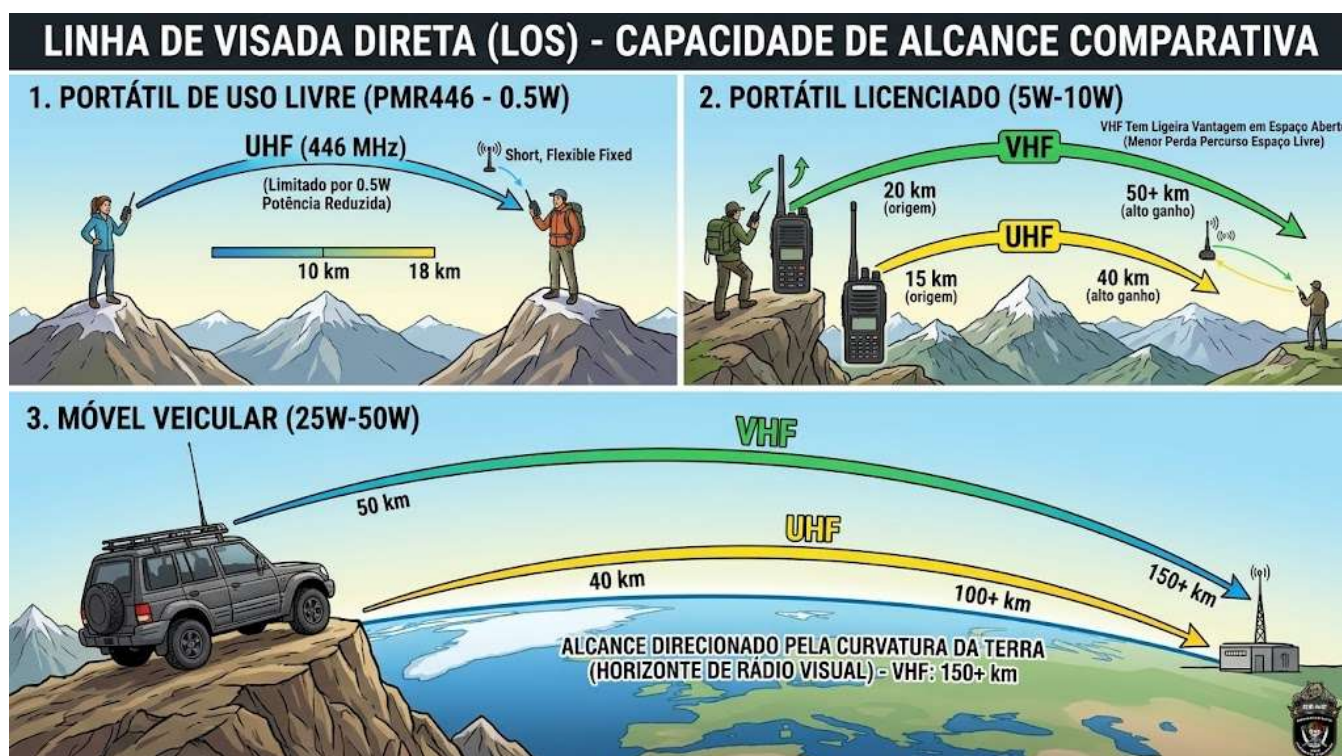
CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

3. Linha de Vista Direta / LOS - *Line of Sight* (Sem obstáculos intermédios: topo de montanha para topo de montanha ou mar aberto):

- *Portátil de Uso Livre (PMR446 - 0,5W ERP - Antena Fixa):*
 - **UHF (446 MHz):** 10 km a 18 km (limitado essencialmente pela reduzida potência de 0,5W).
- *Portátil Licenciado (5W a 10W):*
 - **VHF (Antena de Origem vs. Antena de Alto Ganho):** 20 km (origem) a 50+ km (alto ganho).
 - **UHF (Antena de Origem vs. Antena de Alto Ganho):** 15 km (origem) a 40 km (alto ganho). O VHF leva ligeira vantagem em espaço aberto devido à menor perda de percurso no espaço livre (*FSPL*).
- *Móvel Veicular (25W a 50W):*
 - **VHF (Antena Exterior de Alto Ganho):** 50 km a 150+ km. O alcance deixa de ser limitado pela atenuação do sinal e passa a ser ditado unicamente pela curvatura da Terra (horizonte de rádio visual).
 - **UHF (Antena Exterior de Alto Ganho):** 40 km a 100+ km





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

💡 EXPLICAÇÃO PRÁTICA

A analogia da Mangueira e do Esguicho

Compreender a combinação do rádio, cabo e antena é como montar um sistema de rega.

Imagine que o rádio é a **torneira** (gera a pressão da água / os Watts). A antena é o **esguicho** na ponta (foca a água para chegar mais longe). O cabo coaxial é a **mangueira** que liga a torneira ao esguicho.

Pode gastar muito dinheiro numa "torneira" super potente de 50 Watts e num esguicho fantástico. Mas, se usar uma "mangueira" fraca, fina e barata (um cabo coaxial fraco), grande parte da pressão perde-se pelo caminho devido ao atrito da água nas paredes estreitas do tubo. Quando a água chega finalmente ao esguicho, já não tem força.

Em comunicações rádio, o cabo é crítico. É preferível ter um rádio mais simples ligado por um cabo de excelente qualidade a uma boa antena exterior, do que usar um rádio potentíssimo ligado por fios finos que desperdiçam o seu sinal a aquecer o interior do veículo.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

Capítulo 7: Acessórios, Ergonomia e Funcionalidades Avançadas

A eficácia operacional de um sistema de radiocomunicações não depende unicamente da potência do Transceptor ou do ganho da antena. Em cenários reais de terreno — como operações de busca e salvamento, provas de todo-o-terreno, eventos desportivos ou trabalho de campo sob condições atmosféricas adversas —, a ergonomia, os periféricos de áudio e as funcionalidades de telemetria e segurança assumem um papel determinante na fiabilidade do operador.

CAPÍTULO 7: ACESSÓRIOS, ERGONOMIA E FUNCIONALIDADES AVANÇADAS

ERGONOMIA:
Acesso Rápido a Controles

ERGONOMIA:
Acesso Rápido a Controles.
Fixação Segura para Movimentação.

PTT

PERIFÉRICOS DE ÁUDIO:
Headset de Comunicação Clara.
Melhoria em Ambientes Ruidosos.

TELEMETRIA:
• GPS Localização
• Status de Bateria & Sensores

Man Down
Alerta

Lone Worker
Proteção

OPERADOR FIÁVEL EM CENÁRIOS REAIS: BUSCA E SALVAMENTO, TODO-O-TERRENO, EVENTOS DESPORTIVOS, TRABALHO DE CAMPO.



CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

7.1. Acessórios de Áudio: Microfones de colo, *headsets* e auriculares tubulares

A utilização direta do rádio seguro na mão nem sempre é viável ou taticamente recomendável. A integração de periféricos de áudio permite manter o equipamento protegido no vestuário ou na mochila, melhorando a percetibilidade da mensagem em ambientes ruidosos e garantindo a discrição da operação.

- **Microfones de Coluna/Lapela (RSM - *Remote Speaker Microphone*):** Vulgarmente designados por "micros de ombro", estes dispositivos integram um altifalante, um microfone e um botão PTT (*Push-To-Talk*) num Chassis compacto que se fixa na farda, alça da mochila ou cinto. São o padrão no trabalho tático e de emergência. A maioria dos RSM profissionais possui um conector de áudio adicional de 3,5 mm (*Listen-Only*), que permite acoplar um auricular secundário para impedir que o som transmitido seja ouvido por terceiros no exterior.
- **Auriculares Tubulares e Kits de Segurança (*Acoustic Tube Earphones*):** Compostos por um microfone com PTT de lapela e um tubo transparente de silicone macio que conduz o som mecanicamente por pressão de ar até ao canal auditivo. A sua principal vantagem reside no isolamento acústico e na discrição visual. Contudo, exigem manutenção regular: a humidade provocada pela transpiração pode acumular-se no interior do tubo de silicone, atenuando drasticamente o som recebido.
- **Sistemas de Cabeça (*Headsets*) e Proteção Auditiva:** Utilizados em ambientes de ruído extremo (como o interior de veículos de competição, helicópteros ou estaleiros industriais). Dividem-se em sistemas de atenuação passiva e sistemas de atenuação ativa (eletrónicos). Estes últimos utilizam microfones exteriores para amplificar os sons ambientais de baixa intensidade (fala humana), mas cortam eletronicamente em milissegundos qualquer ruído impulsivo acima dos 82 dB (como explosões ou ruído de motores), injetando o sinal do rádio diretamente no ouvido do operador.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752



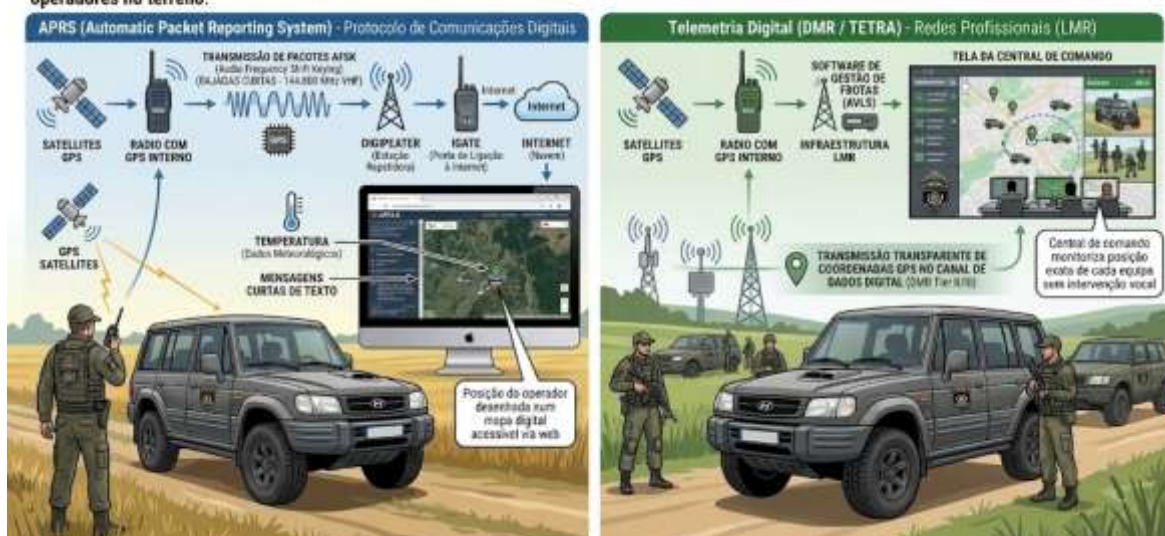
7.2. Telemática e Localização: GPS integrado e sistema APRS

A convergência entre as radiocomunicações e a telemática trouxe avanços significativos na consciência situacional (*situational awareness*) dos operadores no terreno.

- **APRS (Automatic Packet Reporting System):** É um protocolo de comunicações digitais amplamente difundido no Serviço de Amador, desenvolvido para a transmissão em tempo real de coordenadas geográficas, dados de estações meteorológicas e mensagens de texto curtas através de radiofrequência. O rádio obtém a posição precisa através do seu recetor GPS interno e converte as coordenadas num pacote de dados AFSK (*Audio Frequency Shift Keying*) transmitido em rajadas curtas (tipicamente na frequência VHF fixa de 144.800 MHz na Europa). Estes pacotes são captados por estações repetidoras (*Digipeaters*) ou portas de ligação à Internet (*IGates*), permitindo que a posição do operador seja desenhada num mapa digital acessível via web (como a plataforma *APRS.fi*).
- **Telemetria Digital (DMR / TETRA):** Em redes profissionais (LMR), a transmissão de coordenadas GPS é efetuada de forma transparente nos canais de dados da norma digital (DMR Tier II/III). Isto permite que uma central de comando e controlo monitorize, num software de Gestão de Frotas (AVLS - *Automatic Vehicle Location System*), a posição exata de cada equipa no terreno sem necessidade de intervenção vocal dos operadores.

7.2 Telemática e Localização: GPS integrado e sistema APRS

Convergência entre as radiocomunicações e a telemática trouxe avanços significativos na consciência situacional (*situational awareness*) dos operadores no terreno.





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

7.3. Segurança nas comunicações: Encriptação (AES) e Secrafonía analógica (Scrambler)

A privacidade e a integridade das comunicações são requisitos críticos em operações comerciais sensíveis e forças de segurança. É necessário distinguir as tecnologias analógicas de mascaramento das tecnologias digitais de cifragem matemática:

- **Secrafonía Analógica (Scrambler por Inversão de Frequência):** Tecnologia básica utilizada em rádios analógicos (incluindo alguns modelos de amador e PMR446 avançados). Funciona invertendo o Espectro de frequências da voz humana transmitida (as frequências agudas são convertidas em graves e vice-versa). Qualquer pessoa a escutar no mesmo canal sem um decodificador ouvirá apenas um som incompreensível (frequentemente comparado ao som de um pato). Contudo, **não oferece segurança real**: qualquer software básico de computador ou rádio recetor moderno consegue desinverter o sinal em tempo real.
- **Encriptação Digital (ARC4 e AES-256):** Disponível exclusivamente em sistemas digitais (DMR, TETRA, P25). O sinal de voz é digitalizado (vocoder) e encriptado utilizando algoritmos matemáticos complexos.
 - **ARC4 (40 bits):** Oferece uma proteção básica contra escutas casuais, mas é vulnerável a ataques de força bruta modernos.
 - **AES-256 (Advanced Encryption Standard - 256 bits):** É o padrão militar e de segurança governamental. Utiliza uma chave simétrica de 256 bits. Matematicamente, quebrar uma cifra AES-256 por força bruta exigiria recursos computacionais inalcançáveis com a tecnologia atual.

Nota Legal Crítica sobre Encriptação: Nos termos da legislação portuguesa e europeia, o uso de encriptação ou qualquer forma de mascaramento de voz é **estritamente proibido no Serviço de Amador**, uma vez que todas as emissões de radioamadores têm de ser de livre acesso e identificáveis na comunidade. A encriptação (AES/ARC4) é um privilégio legal reservado apenas a redes profissionais (LMR) com frequências licenciadas para o efeito ou forças de segurança pública.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

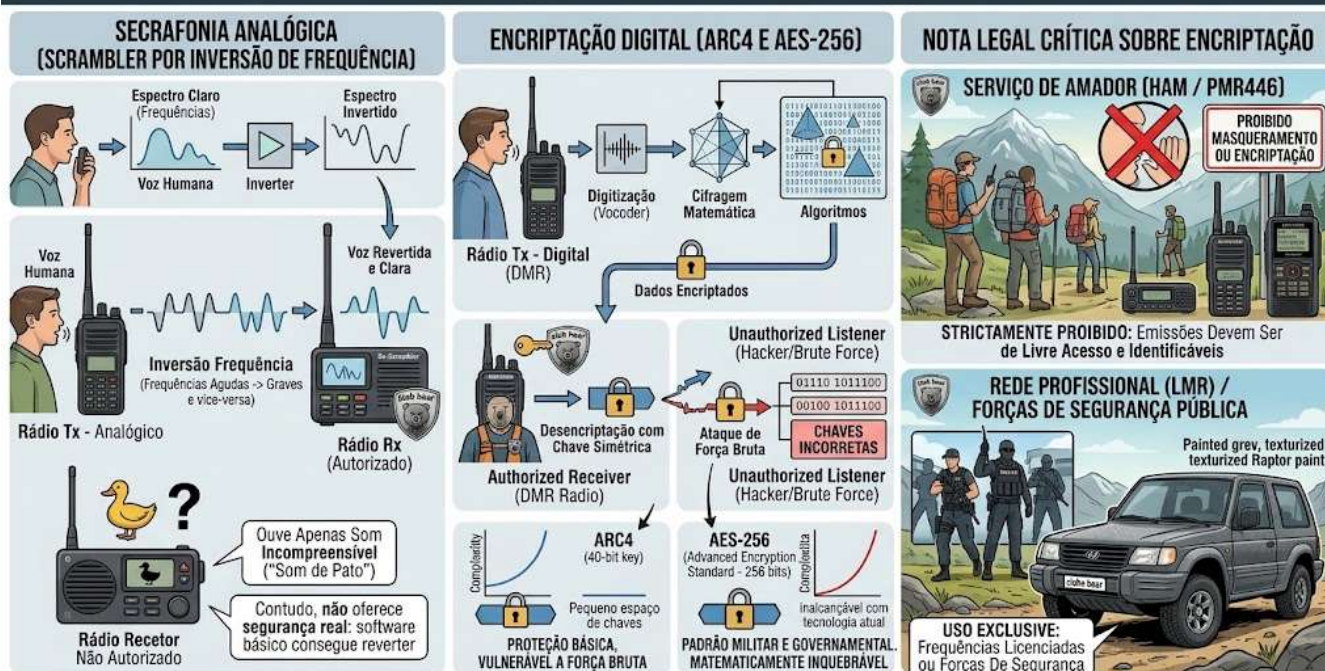
💡 EXPLICAÇÃO PRÁTICA

Scrambler vs. Encriptação: A Carta vs. O Cofre É muito comum confundir estas duas formas de fechar a comunicação no rádio.

O **Scrambler (Inversão)** é como escrever uma mensagem secreta num papel, mas **escrevendo as palavras de trás para a frente**. Se alguém apanhar a carta, no primeiro segundo não percebe nada. Mas, se pensar um bocadinho ou olhar ao espelho, descobre imediatamente o que lá está escrito. É uma segurança muito fraca.

A **Encriptação Digital (AES-256)** é como pegar na mensagem, fechá-la dentro de um **cofre de titânio indestrutível** e enviar o cofre. Apenas a pessoa que tem a "chave matemática" correta consegue abrir o cofre e ler a mensagem. Mesmo que um estranho apanhe o sinal no ar com um rádio muito potente, só vai ouvir ruído digital sem qualquer sentido, sendo impossível descobrir a conversa.

7.3. SEGURANÇA NAS COMUNICAÇÕES: MASCARAMENTO VS. CIFRAGEM MATEMÁTICA



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

Capítulo 8: Operação, Boas Práticas e Protocolos de Comunicação

A eficiência de uma rede de radiocomunicações não depende unicamente do *hardware* utilizado. Em cenários reais, a **disciplina de rede** e a padronização das mensagens de voz são fundamentais para evitar o congestionamento do canal e garantir que as informações críticas chegam de forma clara e sem ambiguidade.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

8.1. Estabelecimento e disciplina de rede rádio

O Espectro radioelétrico é um meio de transmissão partilhado e *Half-Duplex* (apenas um operador pode falar de cada vez num determinado canal). A utilização de um rádio exige etiqueta e rigor operacional:

1. **Escuta Prévia:** Antes de pressionar o PTT (*Push-To-Talk*), o operador deve escutar o canal durante alguns segundos para garantir que não está a interromper uma comunicação em curso.
2. **A Regra dos 2 Segundos:** Após pressionar o PTT, o operador deve aguardar cerca de 1 a 2 segundos antes de começar a falar. Este hiato é necessário para que os circuitos de sintetizador do rádio estabilizem, para que os subtons (CTCSS/DCS) abram o *squelch* do recetor e, em redes digitais, para que os pacotes de sincronização do grupo de chamada (*Talkgroup*) sejam estabelecidos. Falar imediatamente ao premir o botão resulta na perda da primeira palavra da frase (*clipping*).
3. **Brevidade e Concisão:** As mensagens devem ser curtas, diretas e pensadas antes de transmitidas. A estrutura padrão de uma chamada é:

"[Indicativo/Nome do Destinatário], de [Indicativo/Nome do Emissor], escuto."

4. Palavras Provisórias de Controlo (Pro-words):

- **"Câmbio" (Over):** Indica que o emissor terminou a sua fala e aguarda resposta do interlocutor.
- **"Terminado" (Out):** Indica que a conversa foi concluída e o canal está livre. *Nota:* Nunca se deve dizer "Câmbio e Terminado", pois são conceitos mutuamente exclusivos.
- **"Compreendido" (Roger):** Confirma a receção e compreensão integral da última mensagem.
- **"Repita" (Say Again):** Solicita a retransmissão da última mensagem.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

8.2. O Alfabeto Fonético Internacional

Em radiocomunicações analógicas, o ruído de fundo, a estática e a distorção podem tornar difícil a compreensão de nomes próprios, matrículas de veículos, coordenadas geográficas ou códigos de programação. Para eliminar o erro humano, utiliza-se o **Alfabeto Fonético da OACI/OTAN (ICAO Phonetic Alphabet)**, reconhecido globalmente:

Letra	Palavra-chave	Pronúncia Padrão	Letra	Palavra-chave	Pronúncia Padrão
A	Alpha	AL-FA	N	November	NO-VEM-BER
B	Bravo	BRAH-VOH	O	Oscar	OSS-CAH
C	Charlie	CHAR-LEE	P	Papa	PAH-PAH
D	Delta	DELL-TAH	Q	Quebec	KEH-BECK
E	Echo	ECK-OH	R	Romeo	ROW-ME-OH
F	Foxtrot	FOKS-TROT	S	Sierra	SEE-AIR-RAH
G	Golf	GOLF	T	Tango	TANG-GO
H	Hotel	HOH-TELL	U	Uniform	YOU-NEE-FORM
I	India	IN-DEE-AH	V	Victor	VIC-TAH
J	Juliett	JEW-LEE-ETT	W	Whiskey	WISS-KEY
K	Kilo	KEY-LOH	X	X-ray	ECKS-RAY
L	Lima	LEE-MAH	Y	Yankee	YANG-KEY
M	Mike	MIKE	Z	Zulu	ZOO-LOO

Numeração Fonética: Os números devem ser soletrados dígito a dígito (ex.: a frequência 145.500 MHz lê-se "Um, Quatro, Cinco, Ponto, Cinco, Zero, Zero" e não "Cento e quarenta e cinco...").



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

8.3. Procedimentos de emergência e canalização de socorro

A comunicação de emergência tem prioridade absoluta sobre qualquer outra transmissão na rede rádio. Quando uma vida humana ou propriedade está em risco iminente, devem ser utilizados os protocolos internacionais standardizados:

1. Chamada de Socorro Grave - MAYDAY:

- Reservado exclusivamente a situações de risco de vida iminente ou perigo de catástrofe.
- *Protocolo*: Repetir a palavra "**MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY**" no canal em uso. Todas as outras estações na rede têm de cessar imediatamente qualquer transmissão e passar a escuta ativa.
- *Estrutura do Relatório (METHANE)*:
 - **M** (*Major Incident*): Declaração de incidente grave.
 - **E** (*Exact Location*): Localização exata (coordenadas GPS ou pontos de referência).
 - **T** (*Type of Incident*): Tipo de incidente (acidente automóvel, colapso de estrutura, incêndio).
 - **H** (*Hazards*): Perigos presentes no local (cabos elétricos, derramamento de combustível).
 - **A** (*Access*): Melhores vias de acesso para os meios de socorro.
 - **N** (*Number of Casualties*): Número e gravidade das vítimas.
 - **E** (*Emergency Services*): Meios de emergência já presentes ou necessários (INEM, Bombeiros, GNR/PSP).



CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

8.4. Aprofundamento de Competências Operacionais

Para o leitor que pretenda aprofundar de forma exaustiva as técnicas avançadas de modulação de voz, fraseologia standardizada, disciplina rigorosa de tráfego de mensagens e protocolos específicos de operação *Push-To-Talk* em ambiente de grupo, recomenda-se a consulta do manual dedicado da Academia BEAR:

- Manual de Referência: [Manual Comunicar Corretamente num Rádio Push-To-Talk](#)

💡 EXPLICAÇÃO PRÁTICA

A Regra de Ouro da Rádio-Etiqueta: Pense primeiro, aperte depois!

Falar ao rádio não é como falar ao telemóvel. No telemóvel, as duas pessoas podem falar ao mesmo tempo. No rádio, se duas pessoas carregarem no botão PTT ao mesmo tempo, os sinais chocam e ninguém ouve nada (ouve-se apenas um ruído ensurdecedor).

Antes de falar: Prima o botão, conte "um, dois" na sua cabeça e só depois começa a falar. Se começar a falar no exato milissegundo em que carrega no botão, a primeira palavra fica cortada no rádio dos seus amigos.

Se ouvir MAYDAY: Se estiver a conversar com os seus amigos sobre o caminho a seguir e alguém gritar "MAYDAY" no rádio, **pare imediatamente de falar**. Alguém está em perigo de vida e precisa do canal limpo para pedir ajuda aos bombeiros ou às autoridades.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752



Capítulo 9: Manutenção, Acondicionamento e Resolução de Anomalias

A fiabilidade operativa de um equipamento de radiocomunicação no terreno é diretamente proporcional aos cuidados de manutenção preventiva, à correta gestão das suas fontes de energia e à capacidade do operador em diagnosticar e resolver falhas técnicas (*troubleshooting*).





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

9.1. Acondicionamento, normas de proteção (IP) e proteção ambiental

Os rádios portáteis e veiculares operam frequentemente em cenários hostis (pó, chuva, lama, variações extremas de temperatura). Para avaliar a resistência mecânica de um equipamento, a indústria utiliza o padrão internacional **IEC 60529** (Graus de Proteção Proporcionados por Involucros - **Código IP**).

O código IP é composto por dois dígitos característicos:

- **Primeiro Dígito (Proteção contra Corpos Sólidos/Pó):** Varia de 0 (sem proteção) a 6 (totalmente estanque ao pó).
- **Segundo Dígito (Proteção contra Líquidos/Água):** Varia de 0 (sem proteção) a 9K (resistente a jatos de água a alta pressão e temperatura).

Compreensão das Classificações Comuns em Radiocomunicações:

- **IPX4 (ex.: Midland G9 Pro):** Proteção contra salpicos de água de qualquer direção. Adequado para chuva fraca, mas vulnerável à imersão ou jatos diretos.
- **IP54 / IP55:** Resistência moderada ao pó (sem acumulação nociva) e à projeção de água/chuva forte.
- **IP67 (ex.: Midland CT990 EBR):** Totalmente estanque ao pó (nível 6) e protegido contra a imersão temporária em água até 1 metro de profundidade durante 30 minutos (nível 7).
- **IP68:** Equipamento submersível em condições mais severas definidas pelo fabricante (frequentemente até 2 ou 3 metros de profundidade por tempo prolongado).

9.1. Acondicionamento, normas de proteção (IP) e proteção ambiental

Padrão Internacional IEC 60529 (Código IP) para Radiocomunicações

Código IP: Dois Dígitos Característicos		Compreensão das Classificações Comuns em Radiocomunicações	
Primeiro Dígito (Proteção contra Corpos Sólidos/Pó)	Segundo Dígito (Proteção contra Líquidos/Água)	IPX4 (ex.: Midland G9 Pro): Chuva Fraca / Salpicos Salpicos de água de qualquer direção Adequado para chuva fraca, mas vulnerável à imersão ou jatos	IP54 / IP55: Pó Moderado / Chuva Forte Resistência moderada ao pó (sem acumulação nociva) Resistência moderada ao pó (sem acumulação nociva) Resistência a projeção de água/chuva forte
0: sem proteção	0: sem proteção	IP67 (ex.: Midland CT990 EBR): Estanque ao Pó (6) / Imersão Temporária (7) Totalmente estanque ao pó Protegido contra imersão temporária até 1m / 30 min	IP68: Submersível em Condições Mais Severas Equipamento submersível em condições mais severas definidas pelo fabricante Frequentemente até 2 ou 3m por tempo prolongado
1: proteção contra corpos sólidos maiores que 0,5mm	4: salpicos		
2: proteção contra corpos sólidos maiores que 1mm	5: jatos de água		
3: proteção contra corpos sólidos maiores que 2,5mm	6: imersão temporária: 1m, 30 min		
4: proteção contra corpos sólidos maiores que 4mm	7: imersão temporária: 1m, 30 min		
5: proteção contra corpos sólidos maiores que 5mm	8: submersível severas condições		
6: totalmente estanque ao pó, rádio vedado com ícone de pó	9K: jatos de alta pressão e temperatura		



CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

Boas Práticas de Acondicionamento:

1. **Proteção dos Conectores:** A tomada de acessórios (microfone/auricular) e o conector da antena são os pontos mais vulneráveis à entrada de humidade. Quando não estiverem a ser utilizados acessórios de áudio, a tampa de borracha de vedação do conector lateral (frequentemente de 2 Pinos Kenwood ou Motorola) tem de estar firmemente fechada.
2. **Secagem Pós-Operação:** Após utilização sob chuva ou ambiente salino (marítimo), o rádio deve ser limpo com um pano húmido com água doce (para remover sal e lama) e totalmente seco à temperatura ambiente antes de ser colocado na base de carregamento. Nunca utilize secadores de ar quente ou fontes térmicas diretas, pois podem deformar os vedantes de silicone internos.

BOAS PRÁTICAS DE ACONDICIONAMENTO DE RÁDIOS PORTÁTEIS

1. PROTEÇÃO DOS CONECTORES E VEDAÇÃO

Antena: Ponto Vulnerável

Conector Lateral

VEDAÇÃO NECESSÁRIA

Tomada de Acessórios

Tampa de Vedação de Borracha (KENWOOD/MOTOROLA 2-Pinos)

CORRETO: Tampa Fechada Firme

INCORRETO: Tampa Aberta

2. SECAGEM PÓS-OPERAÇÃO (PÓS-CHUVA/AMBIENTE SALINO)

A CHUVA / AMBIENTE SALINO

B Limpar com Água Doce Húmida (Remover Sal e Lama)

C CORRETO: SECAGEM TOTAL À TEMPERATURA AMBIENTE

Rádio Totalmente Seco

Carregamento Seguro

INCORRETO (WARNING): NUNCA utilize secadores de ar quente ou fontes térmicas diretas

Vedante de Silicone (Deformação térmica) **NO**

9.2. Gestão e conservação de baterias de Lítio (Li-ion)

A degradação prematura dos acumuladores de Iões de Lítio (Li-ion) é uma das causas primárias de falha de comunicação no terreno. Para otimizar o ciclo de vida da bateria (tipicamente entre 300 a 500 ciclos completos de carga/descarga):

- **Evitar a Descarga Profunda:** As baterias de Li-ion não possuem "efeito de memória" (ao contrário das antigas NiCd/NiMH). Deixar um rádio ligado até que a bateria se esgote por completo (0% de carga) provoca stresse químico nas células, podendo ativar o circuito de proteção interno (BMS - *Battery Management System*) e inviabilizar recargas futuras.
- **Armazenamento de Longo Prazo:** Se o equipamento não for utilizado durante meses, a bateria **não deve** ser guardada totalmente carregada (100%) nem totalmente descarregada (0%). O estado de armazenamento ótimo é entre **40% e 60% de capacidade** (voltagem nominal por célula de aprox. 3,8V), num local fresco (entre 15°C e 20°C).
- **Cuidados no Carregamento:** Utilize exclusivamente os carregadores de secretária inteligentes (*desktop chargers*) fornecidos pelo fabricante. Retire o rádio do carregador assim que o LED indicador passar para a cor verde (carga completa). Evite carregar baterias a temperaturas abaixo de 0°C ou acima de 40°C.

MANUAL RÁDIO: CAPÍTULO 9.2 GESTÃO & CONSERVAÇÃO DE BATERIAS DE LÍTIO (Li-ion)

OTIMIZAR CICLO DE VIDA (300-500 ciclos) • PREVENIR FALHAS DE COMUNICAÇÃO NO TERRENO

1. EVITAR A DESCARGA PROFUNDA

DEIXAR O RÁDIO LIGADO ATÉ ESGOTAR (0% CARGA)

BMS STRESSE & INVIABILIZA RECARGAS



DEIXAR O RÁDIO LIGADO ATÉ ESGOTAR (0% CARGA)

ERRADO

LI-ION: SEM EFEITO MEMÓRIA

NiCd/NiMH: COM EFEITO MEMÓRIA

VS

RECUPERÁVEL

MEMÓRIA TRAP

2. ARMAZENAMENTO DE LONGO PRAZO

Voltagem Nominal ~3,8V/Célula



ERRADO **ERRADO** **CORRETO**

BMS STRESS & INVIABILIZA STRESSE

ESTADO ÓTIMO DE ARMAZENAMENTO

15°C - 20°C LOCAL FRESCO

3. CUIDADOS NO CARREGAMENTO

A USO DE CARREGADORES INTELIGENTES

Desktop Chargers OEM do Fabricante

B REMOÇÃO PÓS-CARGA COMPLETA

C LIMITES DE TEMPERATURA



LED VERDE → Desligar da Tomada → EVITAR SOBRECARGA

Evitar carregar < 0°C ou > 40°C



CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

9.3. Diagnóstico de falhas comuns (*Troubleshooting*)

Perante uma anomalia operacional no terreno, o operador deve aplicar uma metodologia de diagnóstico por eliminação antes de considerar o rádio avariado:

Sintoma de Falha	Causa Provável	Ação Corretiva / Verificação
O rádio liga mas não recebe nem emite som (silêncio total).	1. <i>Squelch</i> configurado num nível demasiado elevado. 2. Subtons CTCSS/DCS ativados na receção.	1. Reduzir o nível do <i>Squelch</i> no menu ou potenciómetro. 2. Desativar os subtons de receção (definir CTCSS/DCS em <i>OFF</i>) para abrir o canal.
Outras estações recebem a emissão mas com áudio muito baixo ou distorcido.	1. Microfone obstruído por lama ou água. 2. Desvio de frequência (<i>Deviation</i>) incorreto.	1. Soprar suavemente a grelha do microfone para libertar água retida na membrana hidropelente. 2. Verificar se o rádio está configurado para <i>Wide</i> (25 kHz) em vez de <i>Narrow</i> (12,5 kHz) de acordo com a rede.
O rádio desliga-se instantaneamente quando se prime o PTT.	1. Bateria descarregada ou com elevada resistência interna. 2. Curto-circuito no conector da antena.	1. Recarregar ou substituir a bateria (a emissão exige o pico máximo de corrente). 2. Verificar se o pino central da antena não está dobrado ou em curto-circuito com a massa.
Efeito de "Corte" no início de cada frase emitida (<i>Clipping</i>).	1. Inexistência da pausa de 2 segundos pós-PTT. 2. Função VOX (ativação por voz) ativada com sensibilidade incorreta.	1. Aguardar 1 a 2 segundos após premir o PTT antes de falar. 2. Desativar a função VOX caso esteja a operar com botão PTT manual.
Luz vermelha de emissão acende, mas o sinal não chega aos colegas.	1. Antena desapertada, danificada ou incompatível. 2. Frequência de emissão diferente da de receção (Offset de repetidor ativo).	1. Verificar a rosca e o estado físico do elemento radiante. 2. Verificar no ecrã se o rádio está em modo <i>Simplex</i> (frequência de TX igual à de RX) e sem desvio ativo.



CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

💡 EXPLICAÇÃO PRÁTICA

O que significam as letras "IP" na caixa do rádio e como salvar um rádio que caiu à água?

As letras **IP** significam *Ingress Protection* (Proteção contra Entrada). São a "nota de resistência" do rádio:

O **primeiro número** é contra o **pó e terra** (vai de 0 a 6). Se for 6, o pó não entra de todo.

O **segundo número** é contra a **água** (vai de 0 a 8).

IPX4: Aguenta salpicos e chuva fraca. Não o mergulhe na água!

IP67: Aguenta pó e pode cair dentro de um charco até 1 metro de profundidade durante 30 minutos sem se estragar.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

O que fazer se um rádio não impermeável cair à água?

1. **NÃO TENTE LIGÁ-LO** e não prima nenhum botão (a eletricidade com água queima os chips instantaneamente).
2. Remova a bateria imediatamente.
3. Se foi água do mar (salgada), passe o rádio rapidamente por água doce (a água salgada corrói o circuito em poucas horas).
4. Seque o exterior com um pano e deixe-o num local seco e arejado durante 48 horas antes de voltar a encaixar a bateria.

O QUE FAZER SE UM RÁDIO NÃO IMPERMEÁVEL CAIR À ÁGUA

NÃO LIGUE! NÃO APERTE BOTÕES!

● NÃO TENTE LIGÁ-LO e não prima nenhum botão (a eletricidade com água queima os chips instantaneamente)

REMOVA A BATERIA IMEDIATAMENTE!

● Remova a bateria imediatamente. Corte a energia para evitar curto-circuitos.

ÁGUA SALGADA? ENXAGUE COM ÁGUA DOCE!

● Se foi água do mar (salgada), passe o rádio rapidamente por água doce (a água salgada corrói o circuito em poucas horas)

SEQUE E DEIXE VENTILAR!

● Seque o exterior com um pano e deixe-o num local seco e arejado durante 48 horas antes de voltar a encaixar a bateria!



CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

Conclusão

A radiocomunicação bidirecional nas bandas de VHF e UHF permanece como um dos pilares mais fiáveis e resilientes para a troca de informação no terreno. Num mundo crescentemente dependente de redes celulares complexas e suscetíveis a falhas energéticas ou de infraestrutura, a capacidade de estabelecer ligações diretas "ponto a ponto" via radiofrequência representa uma salvaguarda operacional insubstituível.

Ao longo deste manual, explorámos a progressão técnica necessária para a utilização consciente e eficaz de equipamentos de rádio. Compreendemos que a conformidade com o enquadramento legal definido pela ANACOM e pelo Quadro Nacional de Atribuição de Frequências (QNAF) não é uma mera formalidade burocrática, mas sim a garantia da preservação do Espectro radioelétrico como bem comum e da proteção de serviços de emergência e segurança pública.

Vimos também que o sucesso de uma emissão não depende do aumento simplista da potência em Watts, mas sim do dimensionamento correto do sistema irradiante, da qualidade da linha de transmissão e da escolha adequada entre a banda de VHF e UHF consoante a topografia e a densidade de obstáculos físicos. Finalmente, reforçámos que a disciplina de rede, o uso de periféricos ergonómicos e a aplicação rigorosa de protocolos standardizados — como o Alfabeto Fonético da OACI/OTAN e a fraseologia de emergência (MAYDAY/PAN PAN) — transformam um simples conjunto de Transceptores numa ferramenta de comunicação verdadeiramente eficiente.

A Academia BEAR incentiva todos os entusiastas, praticantes de atividades ao ar livre e operadores de campo a continuarem a aprofundar os seus conhecimentos, a realizarem a sua formação e licenciamento junto da autoridade competente e a praticarem uma operação responsável e solidária no Espectro radioelétrico.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

Glossário Alfabético

- **ANACOM (Autoridade Nacional de Comunicações):** Entidade reguladora do setor das comunicações em Portugal, responsável pela gestão e fiscalização do Espectro eletromagnético.
- **APRS (Automatic Packet Reporting System):** Protocolo de comunicação digital utilizado para a transmissão de coordenadas GPS, dados meteorológicos e mensagens de texto via rádio.
- **Attenuation (Atenuação):** Perda de intensidade e potência do sinal de radiofrequência à medida que este se propaga através do meio ou de uma linha de transmissão.
- **CTCSS (Continuous Tone-Coded Squelch System):** Sistema de subtons analógicos de baixa frequência injetados no sinal para selecionar a receção e eliminar interferências indesejadas no *squelch*.
- **DCS (Digital-Coded Squelch):** Sistema de silenciamento codificado digitalmente que cumpre a mesma função de seleção do CTCSS utilizando pacotes digitais contínuos.
- **DMR (Digital Mobile Radio):** Padrão aberto de radiocomunicação digital que utiliza a tecnologia TDMA (*Time Division Multiple Access*) para otimizar a eficiência espectral.
- **EIRP (Equivalent Isotropically Radiated Power):** Potência Isotrópica Radiada Equivalente. A quantidade teórica de potência que uma antena isotrópica teria de emitir para produzir a mesma densidade de fluxo de potência.
- **ERP (Effective Radiated Power):** Potência Aparente Radiada. A potência real irradiada por uma antena em comparação com o rendimento de um dipolo de meia onda.
- **FSPL (Free Space Path Loss):** Perda de Percurso em Espaço Livre. A atenuação teórica do sinal de rádio decorrente da sua expansão geométrica no espaço, sem obstáculos físicos.
- **Line of Sight / LOS (Linha de Vista):** Trajetória direta e desobstruída em linha reta entre a antena emissora e a antena recetora.
- **LMR (Land Mobile Radio):** Designação para sistemas e redes de comunicações rádio terrestres de uso comercial, empresarial ou profissional.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

- **OACI / ICAO:** Organização de Aviação Civil Internacional, responsável pela padronização do Alfabeto Fonético Internacional.
- **PMR446 (*Private Mobile Radio 446 MHz*):** Padrão europeu de radiocomunicação pessoal de uso livre e isento de licença, restrito à faixa dos 446 MHz, potência de 0,5W ERP e antena inamovível.
- **PTT (*Push-To-Talk*):** Mecanismo de comutação por botão que altera o estado do Transceptor do modo de receção para o modo de emissão.
- **QNAF (*Quadro Nacional de Atribuição de Frequências*):** Documento oficial regulatório publicado pela ANACOM que estabelece a alocação de faixas de frequência a cada serviço de radiocomunicações em Portugal.
- **RF (*Radiofrequência*):** Faixa do Espectro eletromagnético compreendida sensivelmente entre os 3 kHz e os 300 GHz utilizada para transmissão de sinais.
- **RSM (*Remote Speaker Microphone*):** Microfone de coluna/lapela exterior remoto com altifalante e botão PTT integrado.
- **SWR / ROE (*Standing Wave Ratio / Relação de Ondas Estacionárias*):** Medida da eficiência da transferência de energia entre a linha de transmissão e a antena. Mede a proporção de potência refletida de volta ao rádio.
- **UHF (*Ultra High Frequency*):** Faixa do Espectro radioelétrico compreendida entre os 300 MHz e os 3000 MHz (3 GHz).
- **VFO (*Variable Frequency Oscillator*):** Modo de operação de um rádio que permite ao utilizador introduzir e seleccionar manualmente qualquer frequência dentro da banda de operação.
- **VHF (*Very High Frequency*):** Faixa do Espectro radioelétrico compreendida entre os 30 MHz e os 300 MHz.



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752





CLUBE BRIGADA ESPECIAL DE AIRSOFT RADICAL ACADEMIA DE FORMAÇÃO



Fundado a 23 de março de 2016

Bibliografia

1. **ANACOM - Autoridade Nacional de Comunicações.** *Quadro Nacional de Atribuição de Frequências (QNAF).* Lisboa: ANACOM. Disponível online em:
<https://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=343582>
2. **ARRL - American Radio Relay League.** *The ARRL Handbook for Radio Communications.* 100th Edition. Newington: ARRL, 2023.
3. **CEPT / ECC.** *ECC Decision (15)05: The harmonised range 446.0-446.2 MHz, technical characteristics, exemption from individual licensing and free carriage and use of PMR 446 applications.* Helsinki: Electronic Communications Committee, 2015 (alterada em 2018).
4. **ETSI - European Telecommunications Standards Institute.** *ETSI EN 300 296 V2.1.1: Land Mobile Service; Radio equipment using an integral antenna intended primarily for analogue speech.* Sophia Antipolis: ETSI, 2016.
5. **ICAO - International Civil Aviation Organization.** *Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation: Aeronautical Telecommunications, Volume II (Communication Procedures).* 7th Edition. Montreal: ICAO, 2016.
6. **IEC - International Electrotechnical Commission.** *IEC 60529: Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).* Geneva: IEC, 2013.
7. **ITU - International Telecommunication Union.** *Radio Regulations, Edition of 2020.* Geneva: ITU Secretariat, 2020. Disponível online em: <https://www.itu.int/pub/R-REG-RR>
8. **Academia BEAR.** *Manual Comunicar Corretamente num Rádio Push-To-Talk.* Clube BEAR. Disponível online em: <https://www.clubebear.pt/academia-bear/manual-comunicar-corretamente-num-radio-push-to-talk>



Associação Clube BEAR - NIPC: 514 614 552
Email geral: geral@clubebear.pt | www.clubebear.pt
Tel.: 910 855 752

