

A SOLUÇÃO DO PROBLEMA DO TIRO ANTI-AÉREO

Cap. JOSÉ CAMPOS DE ARAGÃO

1/2.º R.A.A.Aé.

Trecho de uma conferência feita para os oficiais da 2.^a R. M. no curso "Instrução de Oficiais" dirigido pelo Exmo. Snr. General Maurício José Cardoso

Se a guerra de 1914 deixara ainda subsistir alguma dúvida quanto à eficiência e necessidade da D. C. A., por outro lado, a guerra da Espanha veio clarear, pelo irrefutável valor das experiências melhores orientadas, que não se pode pensar, em absoluto, em prescindir do concurso deste poderoso órgão da contextura de defesa anti-aérea de um país.

E, o atual conflito vem de confirmar esta verdade. Só pelo concurso judicioso da Aviação de defesa (Aviação de Caça) e da D. C. A. agindo como armas complementares, poder-se-á assegurar uma defesa anti-aérea eficiente.

O avião manobra no espaço, a capacidade de seus reservatórios é limitada e o desgaste de suas equipagens considerável; em consequência: a sua ação não é suscetível de durar muito; assim, o avião sulca o espaço sem ocupá-lo.

Se se desejassem guarnecer em permanência um tão vasto domínio, do mesmo modo que a infantaria mobilia o terreno, seria preciso meios que nenhum beligerante possuiria.

A noção de permanência e de continuidade de frente não tem aqui nenhuma significação.

O avião de caça vai de encontro ao inimigo, procurando surpreendê-lo em qualquer parte, por uma busca ardente e tenaz; dominar pelo vigor e habilidade de ataques; causar-lhe perdas severas que quebrem o moral de suas equipagens.

O canhão, instalado em posição de defesa de um ponto sensível, ou na cobertura de tropas, está normalmente pronto

para intervir a qualquer momento, principalmente às altas altitudes a que domina com mais eficiência.

A metralhadora anti-aérea, mais apta para o tiro a baixa altura, completa a defesa, levando o efeito dos seus projetis aos pontos que escapam à intervenção do canhão.

Como já é do conhecimento dos senhores, a defesa contra aeronaves, ou comumente D. C. A., é o conjunto de meios ligados ao solo apto à luta contra o inimigo aéreo.

Desdobrada em toda a profundidade do país, ela tem como característica fundamental a **permanência**, podendo assim, no **tempo** e no **espaço** reforçar e prolongar a ação da aviação amiga.

Se fossemos levados a estabelecer uma classificação da importância dos meios ativos de defesa anti-aéreos, pelo valor do potencial, seria:

- 1.º lugar — Aviação leve de Defesa (Caça)
- 2.º lugar — A Artilharia Anti-Aérea
- 3.º lugar — Mets. Anti-Aérea
- 4.º lugar — Os projetores.

Muito comumente ouvimos comentários pouco autorizados estabelecendo comparações entre o número de aviões abatidos pela Caça e a D. C. A., e, como consequência muita gente deslocar a D. C. A. para um plano muitas vezes inferior, julgando-a mesmo, um elemento de insignificante rendimento material.

Ignoram, entretanto, estes comentaristas a verdadeira missão da D. C. A..

A sua missão não é a de abater aeronaves e sim de entrar a ação da aviação inimiga, não sómente na zona dos exércitos como ainda em toda a profundidade do territorio nacional. Entravar a ação das aeronaves, outra coisa não significa, senão impedir que as mesmas atinjam os objetivos de planos prefixados.

Assim, pois, a destruição que a D. C. A. procura infligir ao inimigo é o meio de que lança mão para o cumprimento de sua missão.

Multiplas são as vezes em que a D. C. A. cumprirá sua missão sem, entretanto, apresentar resultado material traduzido na queda de um avião pelo menos.

Certo é que o bombardeiro não tem a simplicidade que à primeira vista parece.

As condições de execução proveem de estudos dos objetivos e de um preparo técnico, que traz em consequência uma tática de bombardeio a ser adotada.

Afim de que possa ser eficaz o tiro, é indispensavel que o avião efetue com precisão sua pontaria, empregando para tal visores especiais destinados ao tiro à bomba. O emprego de tais instrumentos exige disposições de vôo que vem facilitar a execução do tiro anti-aéreo, caso dos bombardeiros em vôo horizontal. Mesmo no caso de aviões de bombardeio em mergulho, precisamos não esquecer que alem de ser possível a determinação da lei segundo a qual se efetua o mergulho, o que permite aos modernos canhões anti-aéreos a realização do tiro, que, após o mergulho um momento crítico, extremamente crítico, se apresenta ao avião, é quando de novo o mesmo procura ganhar altura.

A velocidade ascencional é neste momento reduzidissima expondo, assim, a aeronave ao fogo denso das metralhadoras, muito preciso, contra objetivos a pequena altura.

Quando a despeito da existência de D. C. A. num ponto sensível, a aviação de bombardeio tem por missão o ataque do mesmo, logo como primeiro impecilho entravado pela D. C. A. surge o fato de não poderem os aviões se apresentar em massa compacta sobre o objetivo, com o fim de desencadear uma chuva de bombas, porque não ignoram os atacantes que nesta formação constituem um excelente alvo para os canhões anti-aéreos; se se apresentam, mesmo isoladamente, em vôo horizontal e uniforme a uma altura resultante do estudo prévio do bombardeio (isto facilita e precisa o bombardeio), constituem tambem excelente alvo para os canhões anti-aéreos; finalmente, se tentam bombardeios especiais, em vôo picado ou semi-picado, obedecendo ainda a certas leis de vôo e velocidade, permitem aos modernos canhões anti-aéreos e

as metralhadoras tomá-los sob o seu fogo, também, com apreciável precisão.

Como acabamos de ver, justifica-se, perfeitamente, a abundância de telegramas na guerra dos nossos dias, em que sem acusarem registro de aeronaves abatidas, confirmam, entretanto, que certos bombardeios foram repelidos pelos canhões anti-aéreos de defesa.

Antes de analisarmos o problema com a feição primitiva com que sempre foi encarado, cumpre frizar, que, o tiro hoje em dia comporta modificações profundamente evolutivas.

Mantendo a Alemanha, como atrás já nos referimos, um núcleo acrescido de oficiais de D.C.A., e o material conveniente na luta da Espanha, encontrou ali um campo experimental fecundo, onde autentico manancial de ensinamentos, impoz os traços desconcertantes dos seus canhões de Artilharia Anti-Aérea, que surpreenderam os aliados na batalha de Flandres.

Mas é preciso salientar que foi ainda partindo da clássica análise do problema e das considerações da hipótese em certos casos, e assim, apresentar os famosos 88 m/m, aptos não só ao tiro contra aeronaves a grandes alturas, mas ainda apto contra aeronaves em vôo baixo (aviões porta torpedo) e mesmo contra aviões em vôo piquê (mergulho), desenvolvendo velocidades variáveis.

Conseguiram, ainda, estes operosos especialistas, conjugar um telemetro esteroscópico a um preciso calculador mecânico, que se pode dizer uma verdadeira maravilha da engenharia mecânica, e, por meio de ligações elétricas, imprimir uma simplicidade infantil às operações de pontaria, que devem executar os serventes da guarnição da peça, no momento do tiro.

Tudo mecanicamente resolvido, de modo a ser reduzido ao mínimo o tempo morto do preparo e de manobra para desencadeamento do fogo.

ANALISE DO PROBLEMA

Quando abordamos a questão do tiro anti-aéreo, precisavamos antes de pensar no entrelaçamento dos fatores e parametros que vão resolver a equação do problema, analisar a delicadeza e grau de dificuldade que as extraordinárias características dos objetivos aéreos oferecem.

Sem estas considerações primordiais não se poderá mesmo compreender a solução que iremos expor.

Os objetivos normais dos meios anti-aéreos são as aeronaves e dentre elas as mais comuns são "as mais pesadas do que o ar", isto é, o avião, hidro-aviões e anfíbios.

Consideraremos estas três últimas porque são as que possuem características especiais, dificultando o tiro e tornando-o bem diferente do executado contra objetivos moveis terrestres marítimos.

Características principais dos objetivos:

- 1.º) Grande velocidade; (500 km horários em média);
- 2.º) Faculdade de movimento nas três dimensões;
- 3.º) Possibilidade de mudanças de direção, altitude e velocidade rapidamente;
- 4.º) Pequena superfície de vulnerabilidade.

As características indicadas dependem muito do material e de seu aproveitamento pelo piloto, sendo necessário por parte da D. C. A. **uma ação de surpresa**, porque uma vez iniciado o fogo, o piloto se defende lançando mão das mesmas, tornando difícil qualquer previsão sobre sua posição futura.

A última característica exige que os arrebentamentos dos projéteis sejam o mais próximo possível do objetivo, para segurança do efeito de destruição. Tal fim, só pode ser conseguido com um grande número de tiros num mínimo tempo, para tornar maior a percentagem de probabilidade de atingir o alvo.

Estas considerações nos levam a estabelecer dois princípios básicos que nunca devem ser esquecidos pelos artilheiros anti-aéreos, pois neles repousam os sucessos das missões:

- é preciso agir pelo fogo, com surpresa;
- é necessário empregar o máximo volume de fogo, no mínimo tempo possível.

HIPÓTESE FUNDAMENTAL — ENUNCIADO DO PROBLEMA

Quando estudamos metodicamente o problema do tiro contra avião, observamos que as principais dificuldades provem da extrema mobilidade do objetivo.

Se a velocidade do projétil fosse infinitamente grande, essa mobilidade não teria evidentemente importância alguma; seria suficiente dirigir o tubo do canhão sobre o avião, que seria naturalmente alvejado, pois tudo se passaria como nos stands de tiro.

Se a velocidade do projétil, sem ser infinita, fosse entretanto, muito grande, seria suficiente apontar a peça ligeiramente à frente do avião para atingí-lo e tudo passar-se-ia semelhante ao tiro ao pombo, em que o caçador faz a sua pontaria cerca de quatro metros na frente da ave, no caso de se encontrar a uma distância média de 60 m.

Infelizmente, a velocidade do projétil está bastante longe dessas duas hipóteses; comparada com a do avião ela não é tão considerável como parece à primeira vista. Os aviões atuais têm velocidade de ordem de 500 km horários, ou sejam 140 m/m, e os projéteis de 88 m/m, por exemplo, gastam para percorrer 10,5 km uma média de 30 segundos, o que corresponde à velocidade média na linha de sítio de 350 m/s.

A relação entre as duas velocidades é por conseguinte da ordem de 1 para 2,5 ou aproximadamente de 1 para 3.

Quais as consequências dessa fraca proporção ?

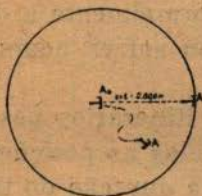
Suponhamos que atiramos sobre um objetivo situado a 7 quilômetros da peça, o projétil levará 20 segundos para encontrá-lo e durante este tempo a aeronave terá percorrido: $140 \times 20 = 2.800$ metros.

Para atingir o objetivo, será necessário dirigir a peça, não sobre a posição que a aeronave ocupa no momento da vi-

sada (posição atual — A_0), mas, sobre uma posição futura A , situada a 2.800 m na sua frente, a qual será atingida 20 segundos depois.

Se quisermos atingí-lo não é, portanto, sobre um ponto particular que devemos atirar, mas, sobre uma série de pontos correspondentes às suas possíveis posições no fim de 20 segundos.

Qualquer que seja a evolução do avião, não lhe será possível, nesse espaço de tempo sair do volume que se pode sumariamente assimilar a uma esfera tendo o ponto A_0 para centro e um raio de 2.800 metros, correspondente em média. O percurso efetuado pelo avião a partir do ponto A_0 será superior a 2.800 metros se o avião desce, inferior se sobe, assim, pois, podemos tomar 2.800 como raio médio, fig. 1.



O volume de tal esfera é de cerca de nove trilhões, cento e noventa bilhões, quinhentos e setenta milhões, seiscentos e sessenta e seis mil e seiscentos e sessenta e seis metros cúbicos.

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi 2.800^3$$

Suponhamos que usamos a granada explosiva, o volume perigoso de um desses projetis no momento do arrebrandamento é em média de 20.000 metros cúbicos.

Para atingir seguramente o avião será preciso encher a esfera de arrebrandamentos; supondo que somos capazes de justapor exatamente os volumes perigosos de cada arrebrandamento, serão precisos, no mesmo instante, cerca de quatrocentos e cinquenta milhões de tiro. Número esse verdadeiramente astronômico.

Topamos assim ante uma impossibilidade !

Diante disso devemos dizer que é impraticavel o tiro contra aviões ? — Felizmente não !

Um avião pilotado por um az tendo a escolha dos itinerários, mesmo nos mais inatingiveis, poderá, com rigor, dispor como campo de ação de um volume comparavel àquele que acabamos de considerar; mas na realidade, um aviador cuja saída responde a um fim bem fixado: fotografia, observação, bombardeio, etc. . . . estará sempre sujeito às regras de vôo; não terá motivo algum para se entregar a acobracias permanentemente, e entre todas as rotas que pode escolher adotará algumas delas de preferência às outras.

As missões normais da aviação (observação, bombardeio, etc.), exigem geralmente do avião que as deve cumprir uma marcha horizontal, em linha réta e de velocidade uniforme. A experiência da guerra e a lógica provam, alem disso, que uma tal marcha será normalmente a de um avião que independente da missão não sofrer nenhum contra-tempo particular.

Portanto, entre os itinerários possíveis do avião, um é privilegiado, e, entre todas as posições futuras que o avião poderá ocupar no fim da duração do trajeto, uma delas, isto é, sobre o prolongamento de sua rota, é que se está no dever de considerar como posição futura mais provavel. E é aí que atiraremos.

A hipótese em que se baseia o tiro anti-aéreo é então a seguinte: a marcha do avião é **horizontal, retilínea e uniforme.**

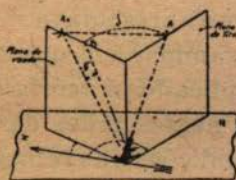
Sendo conhecida a rota do avião é suficiente definir o ponto dessa rota e escolher para objetivo.

O tempo gasto pelo avião para ir de sua posição no momento da partida do tiro: A_0 a sua posição futura A é evidentemente igual ao tempo gasto pelo projétil para ir da peça a esse mesmo ponto A . Essa conclusão nos vai permitir dar ao problema que propusemos resolver o enunciado seguinte: **um avião se desloca em linha reta, a uma altitude constante e com velocidade uniforme; ele se acha a a_0 cair do tiro em um ponto A_0 ; determinar um ponto A situado sobre o prolonga-**

mento da rota seguida pelo avião e tal que o tempo gasto por ele para ir de A_0 a A seja igual ao tempo gasto pelo projétil para ir da peça ao ponto A .



Não percamos de vista que o fim dessa determinação do ponto A é menos a resolução de um problema de geometria que de um problema de tiro.



Desse modo, não é suficiente somente determinar as coordenadas do ponto A , é preciso ainda achar os elementos que permitam atirar nesse ponto.

O ponto de pontaria mais simples e mais visível que poderemos escolher na região do tiro é evidentemente o próprio avião.

Em consequência, a tradução prática do problema que atrás enunciamos será a seguinte: **uma luneta de pontaria ligada a uma peça de artilharia segue um avião de movimento contínuo. Decalar a cada instante a boca de fogo em relação à luneta de modo a pontá-la sobre a posição futura do avião, isto é, sobre a posição a escolher como objetivo se se atira no instante considerado.**

A posição da luneta é fixada pelo avião, a posição da peça resulta do conhecimento dos elementos de pontaria em direção e em altura, isto é, as decalagens angulares do sítio e deriva a introduzir entre a luneta e o berço do canhão. Essas decalagens correspondem respectivamente à diferença dos sítios e à diferença dos azimutes dos pontos A_0 e A e são chamados em D. C. A. a **correção do sítio** e a **correção de direção**.

Assim em última análise para ser efetuado um tiro anti-aéreo contra uma aeronave torna-se indispensável determinar as correções principais (o que hoje é realizado por calculadores mecânicos) e a duração de trajeto a ser registrada na espoleta do projétil.

O MECANISMO DO TIRO CONTRA AVIÃO

Estudamos em seu conjunto o problema do tiro, vimos quais as dificuldades que apresentava e como era possível resolvê-las. Falta-nos examinar em que condições os métodos achados poderão ser aplicados à teoria anterior para ser utilizada e se adaptar às necessidades de realização.

O estudo destas condições de realização nos permitirá definir o mecanismo do tiro contra avião.

Qual será à primeira vista a fisionomia deste tiro ?

Uma bateria de Artilharia Anti-Aérea está em repouso, só os espreitadores vigiam o céu.

De repente, um objetivo aparece; este é no começo um ponto apenas visível, mas rapidamente um avião se desenha, o vigia descobre em sua luneta um aparelho inimigo; sem esperar ele dá o sinal de alerta.

Os serventes guarnecem logo os seus postos, a manobra começa. As peças são postas em direção; os apontadores procuram descobrir o avião em suas lunetas e desde que isso tenham conseguido o seguem como um movimento contínuo.

Os aparelhos de medida funcionam. Os dados iniciais chegam logo aos registradores, os municionadores guarnecem o regulador de cartuchos e esperam o comando de abertura de fogo; a bateria está pronta.

Emediatamente uma pergunta se apresenta:

A enumeração deste conjunto de operações é relativamente rápida, mas sua execução não necessitará um tempo mais considerável ?

Durante todas estas manobras o avião continua a se deslocar. Será ele sempre representado por um ponto apenas visível ? Não seria capaz de desaparecer no horizonte, após cruzar a zona de ação da bateria ?

Analisemos, portanto, qual a demora permitida à bateria para proceder a manobra preparatoria, isto é, a colocação em direção das peças e dos aparelhos de medida e a determinação e registro dos elementos de tiro.

Os aviões não passam todos nas proximidades da bateria, não se acham conseqüentemente na sua zona de ação senão num percurso de tempo muito pequeno. Admitamos que em geral a bateria possa agir sobre um percurso da ordem de 10,5 km. Dissemos que o avião moderno marchava com uma velocidade de 140 metros por segundo. Para percorrer 10,5 serão necessários 75 segundos. Se subtrairmos deste total o tempo empregado pelo projétil para atingir o avião que é da ordem de 30 segundos, vemos que a bateria disporá de mais ou menos quarenta e cinco segundos para preparar e executar seu tiro.

Recapitemos as diversas operações que se tem de efetuar:

- determinação dos elementos em função dos quais se determinam as correções principais, (velocidade do avião, altura, etc.) ;
- resolução das formulas dando as correções principais ;
- determinação da duração de trajeto ;
- manobra dos serventes da peça ;
- execução do tiro que não pode, evidentemente, se limitar a um único disparo.

Objetar-se-á que a manobra pode ser começada antes que o avião se ache na zona de ação dos canhões, e que os elementos iniciais pelo menos a velocidade e altitude, podem igualmente ser medidos com antecedência. Sem dúvida, mas

é necessário não perder de vista que a hipótese da marcha horizontal, retilínea e uniforme não se pode aplicar senão a casos muito restritos; se as medidas são efetuadas, é preciso que não sejam muito anteriores ao desencadeamento do fogo, sem o que não corresponderiam mais à situação do momento.

A título de comparação consideremos um tiro de artilharia de campanha sobre um objetivo terrestre; as operações a efetuar são as seguintes:

- locação do objetivo na carta;
- medida de uma distância horizontal;
- medida de um ângulo de sítio e de transporte de tiro;
- manobra das peças;
- execução de fogo.

No mínimo três minutos serão necessários; e no entretanto o objetivo está fixo. No tiro contra avião, ao contrário, o objetivo não espera, está em movimento; a altitude e a sua velocidade só permanecem constantes um certo tempo, a medida dos outros elementos só é verdadeira durante um intervalo de alguns segundos.

Como resolver rapidamente um problema tão complicado?

Uma única solução era possível. Divisão judiciosa do trabalho e construção de aparelhos de mecanizar as operações a efetuar, tornando-as tão automáticas quanto possível. Hoje são mesmo apresentadas soluções elétricas para certos aparelhos:

Cada servente pratica manobra simples. Cada um deles é indispensável à marcha do conjunto e completa a obra do seu vizinho.

No momento em que o tiro deixa uma peça determinada, sua partida é a resultante das manobras efetuadas por vinte artilheiros, em média, repartidos ao meio aproximadamente, entre o posto do comando onde são medidos e calculados os elementos do tiro e a peça que os registra.

Tal é a fisionomia do tiro contra aviões. Do resumo acima resulta que o tiro contra aviões exige uma preparação mi-

nuciosa, instantânea e contínua, e que as características técnicas da artilharia anti-aérea são as seguintes:

1.º) Emprego de aparelhos automáticos comportando réguas de calculos, ábacos e de um modo geral tudo o que constitui a ferramenta da máquina de calcular.

2.º) Obrigação para o pessoal de ser submetido a um treinamento sério destinado a coordenar a manobra de conjunto.

A variação contínua dos elementos do tiro mantém a bateria um trabalho ininterrupto. Os aparelhos funcionam sem parar, o movimento do objetivo se traduz por uma atividade cujo fim é realizar uma adaptação permanente de bateria às condições sucessivas de tiro. Esta atividade é de algum modo a imagem do movimento do avião. Ao mesmo tempo que se deve exigir das equipes uma grande precisão de execução é preciso por outro lado obter-se o que não é necessário da artilharia de campanha, uma cadência de execução. As operações simultâneas executadas pelos serventes devem, com efeito, tender para um sincronismo que é absolutamente indispensável.

Um exemplo fará compreender a necessidade de uma disciplina de manobra.

Quando estudamos a análise do problema do tiro, supuzemos que a maior parte das medidas era feita quando o avião ocupava a posição atual A_0 , isto é, na partida do tiro. Ora, é bem evidente que na realidade não é possível operar assim, os elementos de tiro devem ser conhecidos um momento antes. Não poderíamos, por exemplo, regular o projétil se não conhecessemos a duração do trajeto antes de introduzir o cartucho na câmara. Ficamos obrigados a proceder às determinações necessárias um certo número de segundos antes da partida do tiro. As fórmulas tomam certa decalagem que existe entre o instante das medidas e o instante em que o tiro parte. Mas uma condição indispensável à utilização das fórmulas é que esta decalagem corresponda a um intervalo de tempo rigorosamente constante chamado tempo morto de manobra.

Assim, a manobra dos serventes deve ser rigorosamente cadenciada. As dificuldades do tiro se juntam às dificuldades de instrução pessoal. E' na perfeição desta instrução que reside o valor da unidade.

Como acabamos de ver, há motivos para que em exércitos bem organizados, este novo ramo de artilharia, pela especial contextura e feição, chegue a ser considerado uma arma.

* * *

Felizmente, o Exército Nacional pode também dizer hoje que possui uma D. C. A. Já deixou de ser uma promessa para se tornar uma realidade; e os três Grupos, simples oficinas de trabalho de hoje, serão certamente multiplicados por Regimentos que em dias bem próximos orgulharão o Exército.

♦♦

Livros à venda em A DEFESA NACIONAL:

GUERRA DE SECESSÃO (Ten.-Cel. Carnaúba) 5\$000
 INSTRUÇÃO NA CAVALARIA (Cap. José Horacio Garcia)..... 4\$000

A Bibliotéca de A DEFESA NACIONAL editou mais os seguintes livros:

Em Janeiro: A CARTILHA DA MOCIDADE (Cap. Micaldas Correia).

Em Fevereiro: MEMENTO DO ARTILHEIRO (Cap. Amir Borges Fortes).