
REFRAÇÃO NA LINHA DE VISADA: UMA ANÁLISE

Augusto Cezar Mattos Gonçalves de Abreu Pimentel – Cap

RESUMO

O presente artigo versa sobre a técnica de tiro e procedimentos de combate empregados pelas guarnições blindadas em caso de ocorrência de refração na linha de visada. Visa apresentar sua complexidade e relevância para o processo de engajamento, destacando os procedimentos adotados para minimizar sua influência negativa na expectativa de impacto, assim como a importância deste tópico em discussões no cenário mundial.

Palavras-chave: Técnica de tiro, procedimentos de combate, refração na linha de visada.

ABSTRACT

This article has as a topic the shooting techniques and combat procedures applied by armored garrisons in the case of refraction in the line of sight. It aims at presenting its complexity and relevance to the process of engagement, highlighting procedures adopted to minimize its negative influence in impact expectations, as well as stressing the importance of the topic to discussions taken place worldwide.

Key-words: Shooting techniques, combat procedures, refraction in the line of sight.

INTRODUÇÃO

O estudo aprofundado do sistema de controle de tiro da Viatura Blindada de Combate Carro de Combate (VBCCC) Leopard 1 A5 BR e do emprego adequado das técnicas de tiro adotadas por este sistema de armas visa fazer com que o instrutor avançado de tiro consiga identificar, avaliar e agir sobre os principais fatores que influenciam a expectativa de impacto, aumentando a probabilidade de acerto no primeiro disparo.

Desta forma, por ser um dos fatores de influência no tiro, é de fundamental importância que o instrutor avançado de tiro tenha conhecimento dos efeitos negativos da refração na linha de visada em relação à expectativa de impacto, assim como, os procedimentos que podem ser adotados para minimizar seus efeitos sobre o disparo.



Referencial teórico

Apesar da importância do assunto em tela, verifica-se uma grande dificuldade em encontrar documentos oficiais ou de procedência confiável de produção nacional que abordem a temática com a ênfase necessária para seu emprego pela tropa blindada. Neste contexto, ao consultar o referencial teórico disponível sobre o assunto nos deparamos com algumas lacunas.

A Lista de Procedimentos do Instrutor Avançado de Tiro da VBCCC Leopard 1 A5 BR, versões 2013 e 2014, em processo de elaboração, destaca a ocorrência de refração como um dos fatores variáveis que podem influenciar na expectativa de impacto. O referencial supracitado enfatiza ainda que o comportamento esperado pela guarnição blindada diante deste fenômeno deve ser a alteração do ponto de pontaria. Em contrapartida, a maneira adequada de fazer esta modificação do ponto de pontaria, e, principalmente, as medidas adotadas pela guarnição blindada para minimizar

os efeitos da refração sobre a expectativa de impacto não são abordadas.

Visando encontrar referencial teórico de credibilidade comprovada que possa subsidiar a confecção do presente artigo, manuais estrangeiros necessitam ser consultados. O manual de campanha FM 3-20.21 (*Heavy Brigade Combat Team - Gunnery*), do Exército dos Estados Unidos da América, edição 2009, versando sobre o tiro da brigada blindada, aborda aspectos técnicos, táticos e procedimentos (TTP) de combate empregados pelas tropas blindadas durante as diversas fases de engajamento, visando aumentar a eficiência e eficácia do tiro e diminuir a probabilidade de erro de impacto durante o combate pelo fogo. Neste contexto, destacam-se os fatores que influenciam a expectativa de impacto no primeiro disparo, entre os quais especial atenção é dada à incidência de refração na linha de visada.

Refração x Reverberação

Ao consultarmos o referencial



teórico disponível, nos deparamos com uma falta de padronização na denominação deste fenômeno. Um equívoco bastante comum é assemelhar a refração com outro fenômeno físico, a reverberação. A refração é um fenômeno ótico, causado pela incidência de raios de luz, ondas de calor e sinais sonoros. Por sua vez, a reverberação é um fenômeno sonoro caracterizado pela propagação do som em efeito de eco.

Segundo o dicionário Michaelis (2001, p.246), a reverberação é definida como: “Prolongamento de um som por efeito do eco nas paredes de um recinto fechado”.

Desta forma, consideramos a denominação de refração na linha de visada ser mais adequada para designar

o fenômeno estudado. Salienta-se ainda que os Exércitos Norte Americano e Chileno, em suas bibliografias sobre o assunto, utilizam o termo refração ao dissertarem sobre o fenômeno em questão.

O fenômeno ótico da refração na linha de visada

O fenômeno ótico da refração pode ser definido como o desvio sofrido por raios de luz ao passarem de um determinado ambiente para outro. Nos teatros de operações, este fenômeno é particularmente comum em dias quentes e sem vento, em virtude da constante troca de calor entre o ar e o solo, fazendo com que a temperatura do ar próximo à superfície do solo não



Figura 1 - À esquerda, representação de um terreno sem efeitos da refração; à direita, representação de um terreno sofrendo os efeitos da refração na linha de visada.

seja constante. Desta forma, essa contínua troca de calor irá causar distorções na imagem obtida, criando uma aparente ilusão de movimentação do alvo. Esta distorção denomina-se refração na linha de visada, sendo este fenômeno um dos fatores variáveis que influenciam a expectativa de impacto, provocando erros de impacto constantes na mesma série de tiro.

Refração na linha de visada e expectativa de impacto

Em virtude da ocorrência deste fenômeno nos campos de batalha e sua influência negativa no combate pelo fogo, alguns países têm realizado testes e estudos buscando identificar suas principais características, influências sobre o disparo, assim como estabelecer procedimentos a serem adotados pelas guarnições blindadas, na tentativa de amenizar os efeitos da refração sobre a expectativa de impacto. Através de testes em campos de prova e constante emprego em operações militares, algumas considerações relativas a características e efeitos deste fenômeno sobre os

meios blindados podem ser encontradas em manuais técnicos do Exército Norte Americano. Em consulta a estes manuais, foi possível constatar as principais características da refração que influenciam as operações militares. Assim, terrenos planos proporcionam maior probabilidade de ocorrência de refração. Além disso, o fenômeno de refração na linha de visada causa maiores distorções da imagem, quanto maior for a distância do alvo visado, comprometendo sensivelmente engajamentos realizados a distâncias superiores a 1500 metros. Ressalta-se também, que as condições atmosféricas (luminosidade, temperatura do ar e vento) têm grande influência sobre os efeitos da refração. Assim, em dias quentes, de céu claro, com ventos inferiores a 4,5 m/s e em noites quentes, de céu claro, com ventos inferiores a 1,8 m/s teremos maior probabilidade de ocorrência de refração.

Durante o dia, a refração na linha de visada faz com que o alvo pareça estar mais abaixo de onde realmente está localizado. Assim, ao realizar a pontaria no centro de massa





Figura 2 – As fotos acima representam um alvo visado pelo EMES15 da VBCCC Leopard 2 A4 a uma distância de 1650m. À esquerda, o alvo sendo visualizado às 09:00 horas e à direita o mesmo alvo sendo visualizado às 15:00 horas.

da imagem visualizada, o atirador estará realizando a pontaria mais abaixo do centro de massa real do alvo.

Com isso, o resultado do disparo pode ser um tiro curto. Durante a noite, os efeitos são exatamente opostos, ou seja, a refração faz com que o alvo pareça estar acima de onde realmente está posicionado. Assim, ao realizar a pontaria no centro de massa da imagem visualizada, o atirador estará realizando a visada mais acima do centro de massa real do alvo, podendo resultar em um tiro longo.

Desta forma, inferimos que a refração na linha de visada influencia negativamente a expectativa de impacto, ao passo que as distorções sofridas pela imagem visada conduzirão o atirador a realizar a pontaria em um local diferente do centro de massa real do alvo,

ocasionando maior probabilidade de erro de impacto.

Comportamento tático e técnico esperado

Sob condições atmosféricas e peculiaridades do ambiente operacional que favoreçam a ocorrência de refração na linha de visada, as guarnições blindadas podem adotar procedimentos táticos e técnicos de combate visando minimizar seus efeitos sobre a expectativa de impacto.

Assim, sempre que a situação tática permitir, o engajamento de alvos não deve ser realizado em terrenos planos. A ocupação de posições mais elevadas minimiza os efeitos da refração na linha de visada. Ao realizar o disparo de posições ligeiramente mais altas, os efeitos da refração são

praticamente anulados, uma vez que a linha de visada do atirador não estará tão próxima à superfície do solo (constante troca de calor) quanto em posições planas.

Um procedimento técnico que deve ser comumente explorado pelos atiradores, sob condições favoráveis à refração, é o emprego de técnicas específicas de aferição da distância através do laser e do engajamento de alvos, através da modificação do ponto de pontaria.

Em períodos diurnos, a refração faz com que o alvo pareça estar mais abaixo do que realmente está localizado. Assim, durante a execução da pontaria, o atirador não deve realizar sua visada no centro de massa do alvo, mas na metade superior do mesmo. Da mesma forma, em períodos noturnos, a refração faz com que o alvo visado pareça estar mais acima do que realmente está posicionado, de modo que, durante a execução da pontaria o atirador não deve realizar sua visada no centro de massa do alvo, mas sim em sua metade inferior. Ressalta-se que esta modificação do ponto de pontaria deve ser realizada tanto na aferição de

distância através da telemetria laser quanto no engajamento de alvos. Assim, ao constatar a ocorrência de refração, o atirador deve realizar a modificação de seu ponto de pontaria, evitando realizar tiros curtos durante o dia ou tiros longos durante a noite. Neste contexto, um dos possíveis indícios apresentados pela refração é o retorno de ecos múltiplos durante a aferição de distância através da telemetria laser.

Com a finalidade de otimizar o processo de engajamento, estipulou-se que a distâncias inferiores a 1500 metros, o fenômeno da refração, apesar de perceptível ao olho humano, pode ser desconsiderado para correção da pontaria e aferição laser, em virtude da reduzida influência que este acarretará sobre a expectativa de impacto a curtas distâncias.

No contexto das operações militares, o instrutor avançado de tiro deve estudar os principais aspectos do terreno e as condições meteorológicas, visando se antecipar às possíveis influências da refração sobre a expectativa de impacto no primeiro disparo. Com isso, este poderá



assessorar o comandante tático quanto à ocupação de determinadas posições de engajamento, minimizando os efeitos negativos da refração, e antecipar as frações blindadas da ocorrência de determinado fenômeno, alertando-as quanto à necessidade de se realizar as modificações do ponto de pontaria durante a aferição de distância e engajamento de alvos.

Controle dos valores da frota

Visando a manutenção de uma elevada expectativa de impacto, os procedimentos de colimação dos equipamentos de pontaria não devem ser realizados em condições favoráveis à influência de refração.

A realização de colimações nestas condições irá gerar valores de

colimação incorretos, em virtude das distorções sofridas pela imagem visualizada. Desta forma, a realização de engajamentos de alvos em condições normais (sem refração) será extremamente prejudicada, uma vez que o computador de tiro, durante a determinação do ângulo de elevação e direção, realizará os cálculos utilizando uma variável absoluta incorreta. Ressalta-se que, este valor incorreto causará erros constantes e contínuos, não detectáveis na realização de disparos, não podendo assim ser identificados e tampouco corrigidos pelo instrutor avançado de tiro da subunidade, uma vez que os valores de colimação são dados adquiridos em procedimentos anteriores à realização do disparo.



Figura 3 – Alvos de colimação e correção em zero em período do dia favorável à ocorrência de refração

Processo ensino-aprendizagem

Visando alcançar uma maior eficiência nas operações militares, as características e os procedimentos adotados para minimizar os efeitos da refração devem ser disseminados e constantemente treinados pelas guarnições blindadas. Neste contexto, é de fundamental importância que instruções sobre a temática sejam ministradas, permitindo que o conhecimento referente à identificação das características do fenômeno, assim como a realização dos comportamentos táticos e técnicos esperados frente aos efeitos da refração sejam amplamente divulgados no âmbito da tropa blindada.

Um exercício amplamente empregado na formação das guarnições blindadas, de fácil reprodução, é a projeção de fotografias em intervalos curtos de tempo. Este método permite que a guarnição blindada identifique o fenômeno ocorrido, adotando, ainda, os procedimentos técnicos esperados para correção do ponto de pontaria. O processo de projeção de fotografias, além de verificar o conhecimento

acerca do assunto e a utilização correta da técnica de tiro, permite que as guarnições blindadas travem contato com possíveis hesitações e ansiedades a serem encontradas em combate.

O emprego dos meios de simulação, particularmente o dispositivo de simulação e engajamento tático (DSET), pode ser útil na realização de testes e exercícios de instrução. Estes exercícios permitirão a visualização prática dos efeitos da refração na linha de visada, através dos valores obtidos na emissão laser. Os dados concretos adquiridos pelo próprio dispositivo de simulação propiciam maior credibilidade ao processo ensino-aprendizagem.

O *Live Firing Monitoring Equipment* (LFME), equipamento recém-adquirido pela Força Terrestre para ampliar a capacidade de monitoramento e controle em exercícios de tiro real, pode ser empregado no monitoramento dos procedimentos técnicos adotados pela guarnição blindada para minimizar seus efeitos. Ao empregar o LFME na realização de análises pós-ação, as guarnições blindadas poderão



visualizar os efeitos da refração sobre a técnica de tiro empregada.

Ressalta-se que a criação de cenários específicos nos simuladores virtuais, Treinador Sintético Portátil (TSP) e Treinador Sintético de Blindados (TSB), seria uma importante ferramenta na realização de treinamentos das técnicas de tiro com refração. Entretanto, o software cedido pela empresa Krauss Maffei Wegmann (KMW) para emprego dos simuladores virtuais não possui este recurso.

CONCLUSÃO

Apesar da relevância do tema, verifica-se uma grande dificuldade em encontrar documentos oficiais ou de procedência confiável que abordem o assunto com a ênfase necessária para o emprego em operações militares. Verifica-se, ainda, na literatura relativa à técnica de tiro, uma lacuna em relação à influência da refração na linha de visada sobre a expectativa de impacto, assim como, procedimentos empregados para mitigar seus efeitos, com nítido apelo quanto à necessidade da condução de análises mais

aprofundadas. Neste contexto, a atualização de documentos versando sobre a técnica de tiro da VBCCC Leopard 1 A5 BR cresce em importância.

Com base no conteúdo exposto, podemos inferir que a refração da linha de visada é um fenômeno ótico provocado pela constante troca de calor entre o solo e ambiente, causando distorções da imagem visada. A refração pode provocar erros constantes e não contínuos no disparo. Assim, por influenciar a expectativa de impacto, suas características e peculiaridades devem ser estudadas e exploradas no âmbito da tropa blindada.

Por ser um fenômeno ótico que causa distorções da imagem visada, salienta-se que os procedimentos de colimação dos equipamentos de pontaria não devem ser realizados em períodos do dia que favoreçam a ocorrência da refração, dias quentes e sem vento, sob pena de proporcionar valores de colimação incorretos. A realização da colimação em dias de refração diminuirá consideravelmente a expectativa de impacto em engajamentos futuros.



Pode-se inferir que a refração na linha de visada terá seus efeitos maximizados quanto maior for a distância de engajamento, comprometendo engajamentos a distâncias superiores a 1500 metros em terrenos planos. Ressalta-se que as características do terreno e as condições meteorológicas influenciarão sensivelmente a intensidade da refração, de forma que o instrutor avançado de tiro, através da análise destes aspectos, deve assessorar o comandante tático quanto à possibilidade de ocorrência de engajamentos nestas condições.

Infere-se que a modificação do ponto de pontaria para realização de aferições de distância e engajamentos em períodos diurnos e noturnos, sob condições de refração, deve ser constantemente treinada pelas frações blindadas. Tal procedimento visa otimizar o processo de engajamento, evitando erros de impacto provocados pela aplicação incorreta da técnica de tiro.

A divulgação desses conhecimentos no âmbito da tropa blindada permitirá às guarnições a

antecipação oportuna frente às influências deste fenômeno, seja através da correção das posições de tiro ou da modificação do ponto de pontaria, maximizando sobremaneira as possibilidades da VBCCC Leopard 1 A5 BR no combate pelo fogo. Neste contexto, o emprego de meios de simulação, DSET, e de monitoramento ao tiro, LFME, tornam-se bastante úteis ao processo ensino-aprendizagem, pois proporcionam a verificação, em valores concretos, da refração sobre a expectativa de impacto e a correção de possíveis erros na técnica de tiro empregada. Ressalta-se que a atualização do software dos simuladores virtuais criando os recursos óticos que possibilitem o treinamento das técnicas de tiro seria de grande valia para o processo ensino-aprendizagem.

Salienta-se que as evidências apresentadas, sem dúvida, demandam aprofundamento e sinalizam a necessidade de serem exploradas através de testes e estudos complementares, a partir da ampliação de análises futuras.



REFERÊNCIAS

ARMOR MAGAZINE. Tank Gun Accuracy. EUA, Jan-Fev 1993.

CENTRO DE INSTRUÇÃO DE BLINDADOS. Instrutor Avançado de Tiro da VBCCC Leopard 1 A5 BR – EXPERIMENTAL. Santa Maria, 2013.

_____. Sistema de Controle de Tiro. Instrução ministrada no Curso Avançado de Tiro do Sistema de Armas VBCCC Leopard 1 A5 BR. Santa Maria, 2014.

_____. Técnica de Tiro da VBCCC Leopard 1 A5 BR – EXPERIMENTAL. Santa Maria, 2011.

MICHAELIS. Dicionário escolar inglês. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2001.

PLANO DE VISITAS E OUTRAS ATIVIDADES EM NAÇÕES AMIGAS (PVANA). Relatório da Conferência Internacional de Master Gunner. Reino da Espanha, 2012.

_____. Relatório da Conferência Internacional de Master Gunner. República Helênica (Grécia), 2010.

PLANO DE CURSOS E ESTÁGIOS EM NAÇÕES AMIGAS (PCENA). Relatório do Curso de Master Gunner realizado no Chile. Escola de Cavalaria Blindada, Iquique, 2010.

SALVADOR, Ângelo Domingos. Métodos e Técnicas de Pesquisa Bibliográfica. Porto Alegre: Sulina, 1986.

U.S ARMY. Heavy Brigade Combat Team – Gunnery. EUA, FM 3-20.21, 2009.

_____. Tank Abrams. EUA, FM 3-20.12, 2001.

