



SISTEMAS DE PROTEÇÃO ATIVA: REVISÃO E ANÁLISE DE SEU EMPREGO NO EXÉRCITO BRASILEIRO

1º Ten Anderson Gomes de Jesus

INTRODUÇÃO

Sistemas de Proteção Ativa (*Active Protection Systems* – APS) são um novo capítulo da eterna disputa dos campos de batalha. Dada uma ameaça, o exército em desvantagem procura uma forma de se defender de maneira mais eficaz, o que, por sua vez, faz com que o exército agressor busque um armamento mais destrutivo e que rompa as defesas recém-desenvolvidas. Esse ciclo tem se repetido desde a inserção do carro de combate nos cam-

pos de batalha da Primeira Grande Guerra, porém, com o desenvolvimento e proliferação dos lançadores de foguetes portáteis (*Rocket Propelled Grenade Launchers* – RPG) e dos mísseis antcarro (*Anti-Tank Guided Missile* – ATGM) esse ciclo parece ter chegado ao fim.

Considerando-se que um carro de combate (CC) moderno chega a pesar 65 toneladas como é o caso do Merkava IV de Israel, a simples adição de blindagem mostra-se medida ineficaz e logicamente complexa. Afinal, um aumento de peso além dessas proporções

exige motores mais potentes e se mostra um desafio de engenharia na busca por manter a pressão sobre o solo em patamares aceitáveis.

A guerra moderna, assimétrica e urbana, exige que os CC sejam ágeis o suficiente para operar nesse tipo de cenário sobrevivendo às ameaças inerentes aos conflitos de Quarta Geração. Assim, esse trabalho tem por objetivo lançar um olhar sobre a viabilidade técnica do uso dos APS pela tropa blindada do Exército Brasileiro (EB).

DESENVOLVIMENTO

1 SISTEMAS DE PROTEÇÃO ATIVA

Os Sistemas de Proteção Ativa têm por finalidade interceptar, destruir ou confundir as munições inimigas, eliminando ou reduzindo grandemente o grau de letalidade das ameaças antes que estas atinjam o veículo.

Tal tarefa pode ser cumprida basicamente de três maneiras: o chamado *Hard Kill* ou com medidas de proteção consideradas *Soft Kill*. Ou até mesmo por meio da combinação de ambas.

Os Sistemas de Proteção Ativa *Hard Kill* são dispositivos que visam localizar, identificar e eliminar as ameaças, disparando munições na direção destas, antes que impactem o veículo (LINO, 2017). Trata-se de um sistema de defesa aproximada que cria uma zona de proteção a uma distância segura ao redor do veículo (MEYER, 1998).

Já os Sistemas de Proteção Ativa *Soft Kill* tem por função bloquear ou degradar a orientação de mísseis e foguetes, causando o desvio de sua trajetória ou sua detonação prévia. Tais contramedidas podem ser obtidas por meio do uso de fumígenos, bloqueadores, ou outras medidas que alterem a assinatura eletromagnética do veículo.

2 APS DE FABRICAÇÃO RUSSA

A União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) foi pioneira no desenvolvimento de APS. Apesar de vários países terem desenvolvido sistemas do tipo *Soft Kill*, apenas a URSS foi capaz de desenvolver, ainda na década de 70 do século XX, um sistema

verdadeiramente *Hard Kill*. O sistema hoje obsoleto *Drozd* foi o primeiro APS *Hard Kill* experimentado em combate (Meyer, 1998).

O *Drozd* utilizava um radar Doppler de 24,5 GHz para detectar projéteis incidentes viajando entre 70 e 700 m/s. Seu computador determinava quando disparar um projétil de 107 mm. Quando o projétil incidente estava a 7 m de alcance, a ogiva de fragmentação detonava, espalhando fragmentos de aproximadamente três gramas. O sistema *Drozd* era relativamente complexo, exigindo um arranjo de radar e tubos de lançamento em cada lado da torre do carro de combate conforme pode ser visto na figura 1, e um grande pacote eletrônico na traseira (ZALOGA, 1999).



Figura 1: T-55AD equipado com o APS *Drozd*
Fonte: Vitaly V. Kuzmin

Uma das deficiências do *Drozd* era um arco de 60 graus em torno da parte dianteira da torre. O sistema se mostrou bem sucedido contra RPGs durante a Guerra do Afeganistão, de 1979 a 1989, em 80% dos casos. Mas, também se mostrou perigoso para a tropa a pé, com um elevado número de danos colaterais. O *Drozd-2* chegou a ser desenvolvido cobrindo agora um arco de 120 graus em torno da parte dianteira da torre por meio da adição de mais tubos de lançamento, mas com o colapso da URSS este não chegou a ser implantado e o APS *Drozd* foi substituído pelo sistema de blindagem reativa explosiva (*Explosive Reactive Armour – ERA*) *Kontakt-5*, mais barato e simples de operar (ZALOGA, 1999).

2.1 Shtora-1

O *Shtora-1* é um sistema de contramedidas *Soft Kill* baseado em um bloqueador eletro-óptico que interfe-

re no comando semiautomático para a linha de visada (*Semi-Automatic Command to Line of Sight – SACLOS*) de mísseis guiados antitanque, telêmetros a laser e designadores de alvos.

O sistema é composto por quatro componentes-chave: a interface eletro-óptica, que inclui um bloqueador, um modulador e um painel de controle; um conjunto de lançadores de granadas montados em ambos os lados da torre e que são capazes de disparar granadas dispersando uma cortina de fumaça; um sistema de alerta laser de precisão; e um sistema de controle que inclui painel de controle, microprocessador e tela. Esse último processa as informações dos sensores e ativa o sistema de cortina de fumaça (MEYER, 1998).

Shtora-1 tem uma cobertura de 360 graus horizontalmente e - 5 a + 25 graus em elevação, com uma resolução de 3,75 graus. Contém 12 lançadores de granada e pesa 400 kg. A cortina de fumaça leva menos de 3 segundos para se formar e dura cerca de 20 segundos. O alcance da cortina de fumaça é de 50-80 metros e chega a medir 20 metros de largura por 15 metros de altura, bloqueando os comprimentos de onda no visível, infravermelho (IV) e laser de 0,4 a 14 μm (MEYER, 1998).

As contramedidas são ativadas quando o Sistema de Alerta Laser, que opera nos comprimentos de onda de 0,6 a 1,65 μm, detecta o pulso laser da ameaça. O comandante do carro de combate pressiona um botão que automaticamente orienta a torre na direção da ameaça. Na sequência, os lançadores de granadas são acionados. A composição dessa nuvem é suficiente para proteger o veículo contra telêmetros e designadores laser e, também, é suficientemente quente para desviar o direcionamento IV de armas inimigas para longe do blindado. Os bloqueadores eletro-ópticos (TShU1-7) introduzem um sinal espúrio no circuito de orientação de ATGMs por meio de um pulso codificado de IV. Os bloqueadores fornecem cobertura de 20 graus em azimute para cada lado do armamento principal e de 4 graus de elevação, sendo eficaz em 2 segundos após a identificação do alvo (MEYER, 1998).

O *Shtora-1* está atualmente instalado nos T-80UK, T-80U, T-84 e T-90, como pode ser visto na figura 2, e é oferecido para instalação em outros veículos blindados de fabricação russa durante o *retrofit*.



Figura 2: T-90 equipado com o APS Soft Kill Shtora-1. Os dois “olhos” vermelhos são os bloqueadores eletro-ópticos

Fonte: Army Technology

2.2 Arena

O APS *Arena* começou a ser desenvolvido pela Rússia em 1993 e destina-se a proteger os CC de RPGs e ATGMs, incluindo aqueles lançados a partir de plataformas aéreas. Quando essas armas ameaçam o veículo, o sistema é ativado automaticamente com um tempo de reação de 0,07 segundos. O funcionamento do *Arena* é totalmente automático e fornece um alto grau de proteção com um ângulo de 270 graus com uma área morta para a parte traseira da torre (KBM, 2019).

O radar multidirecional montado no alto da torre busca constantemente por ameaças e localiza qualquer alvo aproximando-se a 50 metros do CC dentro da faixa de velocidade de 70-700 m/s. O radar, em seguida, opera no modo de rastreamento, travando o alvo entre 7,8-10,06 metros do veículo, inserindo dados do alvo no computador. Depois de processar esses dados, o computador seleciona a munição defensiva a ser utilizada, uma das que estão alojadas em 22 silos ao redor da torre, como pode ser visto na figura 3, e dispara um pequeno projétil (semelhante a uma mina *Claymore*) na trajetória de aproximação do ATGM. Em um determinado momento, o computador gera o sinal de comando através de uma unidade conversora para a munição selecionada. A munição detona a 1,3-3,9 metros do alvo, gerando um campo direcionado de fragmentos, que destroem ou tornam o alvo inofensivo. Depois de 0,2-0,4 segundos, o sistema está pronto para repelir o próximo alvo (MEYER, 1998).

Dessa vez, a preocupação com a tropa a pé foi considerada. Com uma zona de segurança de 30 metros ao

redor do carro de combate o APS *Arena* é um sistema capaz de operar em qualquer terreno, condição meteorológica e de luminosidade.

O *Arena* é oferecido para instalação em veículos blindados de fabricação russa, a partir do T-72 inclusive, durante o *retrofit*.



Figura 3: T-72B3 equipado com o APS Arena-E
Fonte: Techsob

2.3 Afganit

O *Afganit* é o APS desenvolvido para instalação na família T-14 *Armata* do Exército Russo. Os radares e sensores ultravioleta (UV) da antena de fase ativa permitem identificar RPGs e ATGMs de qualquer direção. Os detectores rastreiam os fótons UV no rastro do ar ionizado deixado pelo míssil ou projétil, avaliando sua velocidade e trajetória. Essa informação crítica é empregada pelo *Afganit* para interceptar com sucesso a ameaça. Esse sistema APS é baseado em quatro pequenos radares instalados nas laterais do veículo. Os detectores UV são muito mais eficientes e podem suportar ambientes com intensa interferência (KBM, 2019).

O sistema *Afganit* é composto pelos seguintes componentes: dez lançadores voltados para frente dispostos na torre (*Hard Kill*); dois lançadores giratórios, cada um com 12 tubos à esquerda e à direita na área frontal da torre (*Soft Kill*); dois lançadores fixos, virados para cima, com 12 tubos cada na área traseira da torre (*Soft Kill*); dois módulos de alerta laser no lado esquerdo e direito da frente da torre; dois painéis de radar no lado esquerdo e direito da torre, como pode ser visto na figura 4 (BÜHLER, 2018).

Em setembro de 2016, a empresa *Конструкторское Бюро Машиностроения* (KBP) introduziu uma nova

modificação do *Afganit*, permitindo a proteção contra munição perfurante de calço descartável estabilizada por aletas (*Armor Piercing Fin Stabilized Discarding Sabot* – APFSDS). O *Afganit* alega ser capaz de interceptar munições APFSDS o que antes era considerado quase impossível. Um sistema de mini morteiros usando munições de fragmentação é responsável por interceptar as ameaças recebidas no meio do voo. Os primeiros testes dessa modificação foram realizados em 2016, com algoritmos de computador sendo a chave para esta nova capacidade (KBM, 2019). Evidentemente, a flecha não será destruída na interceptação, mas receberá energia suficiente para levar o penetrador a adotar um movimento pendular com significativa redução de potência (30-50 %) atingindo o carro de combate de maneira ineficaz (BÜHLER, 2018).



Figura 4: T-14 Armata equipado com seu APS nativo Afganit
Fonte: Sputnik News

Atualmente, é muito difícil fazer uma declaração confiável sobre o desempenho do *Afganit* devido à escassez de dados disponíveis. Assume-se que ele conteña tanto um sistema *Hard Kill* como um sistema *Soft Kill*. Isso parece plausível, especialmente porque os russos têm a experiência operacional apropriada em ambas as áreas, com o sistema *Arena* e o sistema *Shtora-1*.

3 APS DE FABRICAÇÃO ISRAELENSE

O Merkava III entrou em serviço na Força de Defesa de Israel (*Israeli Defense Forces* – IDF) no início de 1990. As principais características do Merkava mkIII são um novo sistema de suspensão, um motor de 1.200 HP e nova transmissão, uma arma principal de alta potência e, particularmente, uma nova proteção balística

baseada em uma combinação de blindagem adicional, blindagem espaçada e o APS *POMALS* (BELOW THE TURRET RING, 2017).

O Merkava IV entrou em plena produção em 2001 e iniciou treinamento operacional com a IDF em julho de 2003. O primeiro regimento de carros de combate Merkava IV entrou em serviço com a IDF em 2004. O APS *Trophy* implantado em um Merkava IV o defendeu contra um míssil antitanque disparado por um homem armado perto da cerca de segurança da Faixa de Gaza em março de 2011 sendo considerado, então, o primeiro APS ocidental experimentado em combate (BELOW THE TURRET RING, 2017).

3.1 POMALS

O sistema israelense POMALS (*Pedestal Operated Multi Ammunition*) é um *Soft Kill* que opera similarmente ao *Shtora-1* tendo sido projetado para implementar contramedidas com alta precisão direcional. Dois pedestais, um de cada lado do veículo, fornecem proteção de 360 graus usando apenas duas “colmeias de granadas” que podem armazenar várias cargas, como granadas fumígenas que atuam no espectro visível ou IV, iscas de *chaff/flare*, granadas alto explosivas e antipessoal, e munições especiais. O POMALS possui uma capacidade de múltiplas salvas para permitir a ativação de contramedidas de vários níveis, fornecendo proteção contra RPGs e ATGMs por até 100 segundos. O POMALS pode ser ativado pelo sistema de alerta laser (*Laser Warning System - LWS*) que identifica a radiação recebida emitida por designadores de laser, telêmetros ou fontes de infravermelho, fornecendo triangulação imediata e automática para que os lançadores apontem na direção da ameaça. O sistema ainda é complementado pelo bloqueador *Violin Mk-1 IR* (MEYER, 1998).

3.2 Iron Fist

O Sistema *Iron Fist* foi projetado para aumentar as capacidades de autodefesa contra as ameaças, como RPGs, ATGMs e munições cinéticas APFSDS. O conjunto de sensores *Iron Fist* da *IMI Systems* fornece ao veículo e tripulação uma consciência situacio-

nal de 360 graus dia/noite, e seu APS incorpora duas camadas de proteção: *Soft Kill*, usando um bloqueador eletro-óptico, e *Hard Kill*, baseado na interceptação da ameaça a uma distância segura da plataforma defendida (IMI, 2019).

O sistema detecta e rastreia a ameaça usando seu radar e sensores infravermelhos. Em uma sequência criteriosamente otimizada, executa interferência direcional ou utiliza-se de sua contramedida *Hard Kill*, disparando um explosivo interceptador que detona a ameaça dentro de seu raio de segurança, neutralizando-a antes que atinja o veículo protegido (IMI, 2019).

A operação do sistema é totalmente automatizada para manter os recursos de proteção em cenários de engajamento próximo. Todo o processo, desde a detecção de ameaças até a interceptação, é concluído em uma fração de segundo (IMI, 2019).

O conceito *Hard Kill* do *Iron Fist* é baseado na interceptação da ameaça usando uma pequena ogiva, iniciada a uma distância segura da plataforma defendida, o que destrói a ameaça e produz um efeito de onda de choque, em um momento precisamente calculado. Isso resulta na desintegração ou deflexão da ameaça. A camada *Soft Kill* consiste em um bloqueador eletro-óptico, que desvia ATGMs de seu curso (IMI, 2019).

Atualmente, o *Iron Fist* não equipa nenhum carro de combate, no entanto, seu design modular e adaptabilidade a várias plataformas o tornam uma opção interessante em veículos de combate blindados leves ou médios como os M2 Bradley do exército americano, como pode ser visto na figura 5 (IMI, 2019).



Figura 5: M2 Bradley equipado com o APS *Iron Fist*
Fonte: Breaking Defense

3.3 Trophy

O *Trophy* é um *Hard Kill* que oferece cobertura de 360 graus e grandes ângulos de elevação contra foguetes, mísseis antitanque e munições antitanque alto explosivas. Uma vez que o sistema detecta uma ameaça, ela é rastreada e classificada e o ponto de interceptação ótimo é calculado antes de serem lançadas múltiplas contramedidas explosivas (*Multiple Explosively Formed Projectile* – MEFP).

Sensores incluem radar com quatro antenas colocadas ao redor do veículo. O desenvolvimento do sistema foi concluído em abril de 2007 e a IDF aprovou a produção para instalação em novos carros de combate *Merkava* IV a partir de agosto de 2009.

Recentemente, o Exército dos Estados Unidos da América anunciou a assinatura de contrato para fornecimento do sistema *Trophy* a fim de atender requisitos operacionais urgentes em quatro brigadas dotadas do carro de combate M-1A2 SEP2 *Abrams* como pode ser visto na figura 6. Já a *Bundeswehr* deu início ao programa de integração e testes no Leopard 2 cujo cronograma prevê equipar um esquadrão do Exército da Alemanha até 2022 (Defense Update, 2019).



Figura 6: T-14 M1A2 SEP2 Abrams equipado com o APS *Trophy*.

Fonte: The Drive

4 OUTROS APS

Atualmente, há uma quantidade significativa de APS tanto *Hard Kill* quanto *Soft Kill*. A maioria deles, no entanto, não está madura o suficiente para proteger um CC de todo o espectro de ameaças existentes no campo de batalha moderno. O quadro 1 abaixo mostra os APS que estão em desenvolvimento ou que já operam em outros países.

5 APS no EB

Os CC Leopard 1A5 compõem a espinha dorsal das tropas blindadas do Exército Brasileiro e são o resultado de um estudo originado no início dos anos 80 com a finalidade de manter o poder de combate e a capacidade de sobrevivência do Leopard 1 para além do ano 2000. Assim sendo, o CC, originalmente desenhado para combater os T-55 e T-62 soviéticos, teve que ser redesenhadado para fazer frente aos novos T-64B, T-72B, T-72M1 e T-80B.

Para atingir essa meta, foram melhorados diversos sistemas com o objetivo de aumentar sua letalidade, no entanto, pouco se fez para aprimorar as capacidades defensivas do blindado.

Cientes dessa fragilidade, os veículos Leopard C2 do Exército do Canadá, enviados para o Afeganistão em 2006, receberam a blindagem adicional MEXAS da empresa alemã *IBD Deisenroth Engineering*. Menos de um ano depois de desembarcados, foram perdidos três carros de combate e outros quinze sofreram algum tipo de dano após serem atingidos por RPGs ou explosivos improvisados, forçando o Departamento de Defesa do Canadá a realizar um leasing emergencial de vinte carros de combate Leopard 2 para dar prosseguimento à missão (TREVITHICK, 2018).

Se na época os APS estivessem suficientemente desenvolvidos para se somar à blindagem adicional, sem dúvida o número de perdas materiais e humanas teria sido menor. No entanto, não há relatos de que o Leopard 1A5 tenha sido objeto de estudos de integração de APS, seja *Hard Kill* ou *Soft Kill*, provavelmente em razão do seu grau de obsolescência. Assim, dotar os Leopard do EB de tais equipamentos demanda um estudo de viabilidade econômica mais aprofundado já que, do ponto de vista técnico, as soluções disponíveis são facilmente adaptáveis.

Por outro lado, a repotencialização do M-60 A3 TTS é um produto *off-the-shelf* disponibilizado por diversas empresas sendo a mais completa aquela fornecida pela *IMI Systems* de Israel que disponibiliza em seu M-60 *Sabra* MK3 o *Soft Kill POMALS* e o *Hard Kill Iron Fist*.

Por se tratar de uma tecnologia que já foi integrada e experimentada, com o emprego da versão MK2 nos carros de combate do Exército da Turquia no norte da Síria, a repotencialização dos M-60 A3 TTS do EB ao padrão *Sabra* parece ser o passo mais adequado. Tanto do

APS	FABRICANTE	PAÍS DE ORIGEM	TIPO	CONDICÃO
Quick Kill	Raytheon	EUA	Hard Kill	Em teste
Iron Curtain	Artis	EUA	Hard kill	Em teste
RAVEN	BAE	Reino Unido	Soft Kill	Em teste
AMAP-ADS	Rheinmetall	Alemanha	Hard Kill	Operacional (1)
MUSS	EADS	França/Alemanha	Soft Kill	Operacional (2)
AKKOR	Aselsan	Turquia	Hard Kill	Em teste
KAPS	ADD	Coreia do Sul	Hard Kill	Operacional (3)
-	Norinco	China	Soft Kill	Operacional (4)
LEDS-50 MK2	SAAB	Suécia	Soft Kill	Operacional (5)
Galix	Lacroix Company	França	Soft Kill	Operacional (6)
Zaslon	Microtek	Ucrânia	Hard Kill	Operacional (7)
EFA	VOP	República Checa	Hard Kill	Em teste

(1) Carro de Combate Leopard 2SG do Exército de Singapura.

(2) Viatura Blindada de Combate de Fuzileiros (VBC Fuz) Puma do Exército da Alemanha.

(3) Carro de combate K2 Black Panther do Exército da Coreia do Sul.

(4) Carro de combate Type 99 do Exército da China.

(5) VBC Fuz CV9035 do Exército da Holanda.

(6) Carro de combate Leclerc do Exército da França; carro de combate Stridsvagn 122 e VBC Fuz CV90 do Exército da Suécia; veículos blindados LAV VI do Exército do Canadá; carro de combate Ariete e veículo blindado Centauro do Exército da Itália; carro de combate Leclerc, VBTP BMP3 e M113, obuseiros autopropulsados G6 Rhino e M109 e os veículos blindados RG-31 Nyala e NIMR Dcan do Exército dos Emirados Árabes Unidos (EAU).

(7) Carro de combate T-84M Oplot do Exército da Tailândia.

Quadro 1: APS no mundo e suas condições atuais

Fonte: Autor

ponto de vista econômico, por se tratar de procedimento com prazo e custo definido, quanto do ponto de vista doutrinário, até a substituição dos Leopard 1A5 por uma nova família de blindados.

CONCLUSÃO

Definitivamente, os APS são equipamentos fundamentais para o campo de batalha, onde o poder de fogo

da tropa a pé contra o carro de combate tem se tornado cada vez maior. Os APS também se mostram fundamentais nos combates assimétricos, nos conflitos em área urbana, ou seja, na guerra de quarta geração.

Tendo em vista que o Brasil não possui inimigos militares há quase um século, dotar os M-60 A3 TTS de tais sistemas se mostraria de grande utilidade como forma de constituir uma força expedicionária capaz de atuar em operações de guerra convencional, tal como

missões de imposição da paz, e também como vetor de experimentação doutrinária para um futuro re-aparelhamento da tropa blindada. Outra possibilidade de seu uso, mais sombria e remota, é na hipótese de uma total ruptura do tecido social com a elevação da criminalidade urbana ao patamar de terrorismo narco-criminal, situação na qual os Agentes Pertubadores da Ordem Pública (APOP) estariam, agora, dotados de meios para destruir ou danificar seriamente outros veículos blindados munidos de proteção leve.

1º Ten JESUS: 1º Tenente Técnico Temporário (Magistério Química). Licenciado em Química pela UFRJ (2004). Bacharel em Química pela UNIGRANRIO (2006). Mestre em Ciência e Tecnologia Nucleares pelo Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) (2017). Atualmente é professor de química aplicada da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN).

REFERÊNCIAS

BELOW THE TURRET RING. Hardkill APS overview. JANUARY 7, 2017. Disponível em: <https://below-the-turret-ring.blogspot.com/2017/01/hardkill-aps-overview.html>

BÜHLER, STEFAN. The T-14 Armata from a technical point of view. APRIL 17, 2018. Disponível em: <https://www.offiziere.ch/?p=33534>

DEFESANET. US Army adota proteção ativa Trophy da Rafael para os CC M1 Abrams. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/tank/noticia/29699/-US-Army-adota-protecao-ativa-Trophy-da-Rafael-para-os-CC-M-1-Abrams/>

DEFENSE UPDATE. Germany to Field Trophy APS with Leopard II Tanks. Disponível em: https://defense-update.com/20190124_germany-to-field-trophy-aps-with-leopard-ii-tanks.html

GLOBAL FIREPOWER - 2019 World Military Strength Rankings. Disponível em: <https://www.globalfirepower.com/>

IMI SYSTEMS. Iron Fist Full Spectrum Active Protection System. Disponível em: <http://www.imisystems.com/mediacenter/iron-fist-full-spectrum-active-protection-system/>

KBM - JOINT STOCK COMPANY RESEARCH AND PRODUCTION CORPORATION. Apena. Disponível em: <https://www.kbm.ru/ru/production/saz/38.html>

LINO, JOSÉ. Sistemas de Proteção Ativa (APS). A FORJA / Nr 64 – Março 2017. Disponível em: <http://www.cibld.eb.mil.br/index.php/periodicos/a-forja/348-a-forja-64>

MEYER, TOM J. Active Protective Systems: Impregnable Armor or Simply Enhanced Survivability? ARMOR — May-June 1998

SOUTH FRONT. New Data Reveals How Much Military

Equipment Turkey Lost In Attempts To Capture Al-Bab. DECEMBER 23, 2016.. Disponível em: <https://southfront.org/new-data-reveals-how-many-military-equipment-turkey-lost-in-attempts-to-capture-al-bab/>

TREVITHICK, JOSEPH. Canada Has Given Up Trying To Find A Good Home For Its Retired Leopard Tanks. The Warzone. JULY 9, 2018. Disponível em: <https://www.the-drive.com/the-war-zone/22044/canada-has-given-up-trying-to-find-a-good-home-for-its-retired-leopard-tanks>

ZALOGA, ANDREW W. HULL, DAVID R. MARKOV [and] STEVEN J. Soviet/Russian armor and artillery design practices - 1945 to Present. Darlington, Md.: Darlington Productions (1999).