

## CONTAMINAÇÃO DO SOLO DOS ESTANDES DE TIRO POR METAIS TÓXICOS<sup>1</sup>

Valmir de Souza<sup>2</sup>, Odorico Konrad<sup>2</sup>, Affonso Celso Gonçalves Jr.<sup>3</sup>, Ricardo Felipe Braga de Sousa<sup>3</sup> e Alisson Junior Miola<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Este trabalho é parte integrante da tese de doutorado do primeiro autor.

<sup>2</sup>Centro Universitário UNIVATES, Rua Avelino Tallini, 171, CEP: 95.900-000, Bairro Universitário, Lajeado/RS. E-mail: soumcal@hotmail.com, okonrad@univates.br,

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Centro de Ciências Agrárias, Campus de Marechal Cândido Rondon, Rua Pernambuco nº 1777, CEP: 85960-000, Bairro Universitário, Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: affonso133@hotmail.com, r\_felipe\_b@hotmail.com

*RESUMO: O trabalho em questão aborda a utilização dos estandes de tiro no que concerne a possível contaminação por metais pesados provenientes da queima da pólvora bem como da deposição dos projéteis de chumbo no solo dos respectivos locais. Os estandes de tiro são locais abertos, geralmente cercados por muros de alvenaria, onde são levantados barrancos de terra, que servem de anteparo para os tiros disparados pelas armas de fogo. Estes espaços, no interior do Estado do Paraná, geralmente ficam localizados em áreas rurais. Já nas regiões metropolitanas, estão localizados em áreas urbanas próximos até mesmo de residências. Os níveis de contaminação dos estandes são desconhecidos da literatura brasileira. Por meio de uma revisão bibliográfica, incluindo estudos estadunidenses e de outros países, é demonstrada a preocupação com contaminação dos solos, águas e plantas englobados pelos estandes de tiros ou que ficam nas suas imediações. As considerações do trabalho deixam claro que a prática do tiro expõe ao risco não só seus praticantes, como todos aqueles que por ventura sejam expostos à contaminação do solo ou da água desses locais.*

*PALAVRAS-CHAVE: Contaminação do solo, estandes de tiro, arma de fogo.*

### SOIL CONTAMINATION OF TOXIC METALS IN SHOOTING STAND

*ABSTRACT: The work in question covers the use of firing ranges with respect to possible contamination by heavy metals from the burning gunpowder and the deposition of lead projectiles in the soil of their locations. The shooting ranges are open places, usually surrounded by brick walls, which are raised bounds of land that serve as cover for the shots fired by firearms. These spaces inside the State of Parana, are usually located in rural areas. Already in metropolitan areas, they are located in urban areas close even residences. Contamination levels of the stands are unknown in Brazilian literature. Through a literature review, including US and other countries studies, it is shown concern about contamination of soil, water and plants encompassed by shots from stands or that are in their vicinity. Job considerations make it clear that the shooting practice exposes the risk not only its practitioners, like all those that perhaps are exposed to soil and water contamination of these sites.*

*KEY WORDS: Soil contamination, toxic metals, shooting ranges, firearm*

## INTRODUÇÃO

As armas de fogo exercem certo fascínio nos praticantes de tiro. O tema muitas vezes está afeto às revistas especializadas e está estritamente ligado à segurança pública.

Instrumento utilizado principalmente no cotidiano dos policiais, a arma de fogo se constitui em um objeto que pode resguardar a segurança pessoal, pode ainda ferir ou mesmo matar. Ações desencadeadas pelos agentes do Estado ou mesmo pelos cidadãos comuns, quando do emprego de arma de fogo, podem ter consequências desastrosas diante do mau uso do armamento. Diante disso o assunto relacionado à segurança pública tem relevante importância nas sociedades contemporâneas tendo a polícia um papel de destaque (Passos, 2011).

Diante do exposto o escopo desta pesquisa com caráter bibliográfico é apresentar a dinâmica do uso de estandes de tiro e seus possíveis efeitos contaminantes no solo vislumbrando uma readaptação do uso desses locais.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### *Polícia Militar e legislação sobre estandes de tiro*

Em 10 de agosto de 1854, foi criada na então província do Paraná a instituição hoje conhecida como Polícia Militar. Desde essa data, até os dias de hoje, a Polícia Militar do Paraná (PMPR) passou por diversas denominações.

Sendo uma instituição com 160 anos de existência, a Polícia Militar, conforme o artigo 144, § 5º da Constituição Federal (CF), ocupa-se em realizar o policiamento ostensivo fardado, caracterizado pelo uso de uniforme e armamento, bem como da preservação da ordem pública. Não raras vezes, os policiais fazem uso de suas armas para garantir o cumprimento da manutenção da ordem pública.

A Polícia Militar se constitui no “braço armado” do Estado que detém, por questões legais, o monopólio do uso legítimo da força quando exista um descumprimento da ordem legal vigente. Assim, o uso de arma de fogo é um requisito inerente ao policial militar, que muitas vezes, se vê diante de situações limites que requerem decisões acertadas em frações de segundo.

Por atuarem numa atividade de risco para a vida alheia, e para a própria, pois, a utilização de uma arma de fogo requer uma qualificação profissional adequada, os policiais

militares necessitam de um treinamento que exige muito conhecimento técnico. Os treinamentos se dão pela execução de disparos com as armas utilizadas pela corporação, como meio de se qualificar o profissional de segurança pública. Esses treinamentos são parte da formação dos militares, e se prolongam ao longo da carreira como ferramenta contínua de qualificação profissional.

No momento da prática do treinamento, os policiais utilizam em suas armas munição real, sendo geralmente composta de projéteis de chumbo (Pb) que ao serem disparos se depositam nos barrancos levantados para servirem de anteparo localizados nos estandes de tiro, sejam eles particulares ou pertencentes à PMPR. Nos Estados Unidos (EUA) existem mais de 3.000 armas pequenas de uso militar ativas em estandes de tiro, e estima-se que aproximadamente 70.000t de Pb são adicionados aos solos dos estandes de tiro por ano (Mariussen et al., 2012).

A necessidade de treinamento constante com a aplicação de técnicas que exigem a repetição quase que exaustiva do disparo real de arma de fogo, acarreta na produção de um grande volume de resíduo de Pb acumulado nos barrancos dos estandes de tiro. O que se aduz *a priori* é que estes resíduos produzam um impacto ambiental. E como Pb se trata de um metal pesado que pode apresentar consequências danosas aos seres vivos, há que existir um controle de suas fontes de emissão, como é o caso dos treinamentos de tiro da PMPR. Um estudo sobre a utilização de armas de pequeno porte em estandes de tiro das forças militares no Canadá, demonstrou a contaminação elevada com cobre (Cu), chumbo (Pb), antimônio (Sb) e zinco (Zn) (Lafond et al., 2013).

No levantamento prévio feito nesta pesquisa não se encontrou normatização que regulamente o tratamento ambiental de tais resíduos de Pb, ou ainda um monitoramento sobre os níveis de concentração do referido metal no solo dos estandes de tiro. Acontece que estes treinamentos reais de tiro são feitos em estandes de tiro, pelo que tudo indica, não primam pela preservação do meio ambiente, pois, os locais são de certa forma adaptados para o fim a que se destinam, menosprezando a possibilidade de contaminação do solo por substâncias tóxicas, em especial metais pesados (Bvenura e Afolayan, 2012).

A atual legislação sobre a matéria não contempla os aspectos ambientais. Tão somente abarca a formalidade junto ao cadastro do Exército Brasileiro (órgão fiscalizador dos estandes de tiro no Brasil), sem que exista uma preocupação com questões de contaminação das áreas

utilizadas. A PMPR, conforme a Lei 16575 - 28 de Setembro de 2010, é “instituição permanente, força auxiliar e reserva do Exército, organizada com base na hierarquia e na disciplina, destina-se à preservação da ordem pública, à polícia ostensiva, à execução de atividades de defesa civil”.

A instituição está presente em toda a extensão do território paranaense e seus integrantes eventualmente desenvolvem ações junto à Força Nacional de Segurança em todo território brasileiro. E também compõem algumas missões de paz da Organização das Nações Unidas (ONU).

A PMPR sendo responsável pelo policiamento ostensivo fardado e os integrantes da PMPR estão autorizados a utilizar da força física quando se deparam com situações que assim o exijam. Neste contexto, há que se observar, que o emprego de arma de fogo para a manutenção da ordem pública exige habilidade que somente se adquire por meio de treinamento.

Os treinamentos para emprego das armas de fogo se dão nos estandes de tiro da corporação e estandes de tiro particulares localizados em diversos municípios do Estado do Paraná. Para o treinamento são utilizadas munições reais cujos projéteis são compostos de Pb, sendo lançados contra os “barrancos” dos estandes de tiro, ficando depositados no solo sendo em tese uma fonte de contaminação, o que desperta o interesse de estudo do presente trabalho.

#### *Armas de fogo, treinamento e estandes de tiro*

O tema da segurança pública conquista cada vez mais a atenção de pesquisadores, que mostram, em grande parte, estarem voltados tanto para o estudo do funcionamento desarmonioso da sociedade como para a falta de condições para a preservação da ordem pública, tudo com ênfase na concentração da criminalidade nos grandes centros urbanos. Assunto de relevante importância nas sociedades contemporâneas tendo a polícia um papel de destaque (Passos, 2011).

A temática da Segurança Pública encontra-se entre os direitos e garantias fundamentais descritos no artigo 5º caput CF (Marchi, 2010). A concretização dos direitos fundamentais numa sociedade democrática tem relação direta com a aplicação da lei no cotidiano social. Inferindo que aplicação desta lei só é possível ser feita de forma justa quando da existência de organismos policiais cientes do seu papel de protetor da ordem constitucional. Desta feita houve um aperfeiçoamento constitucional, e os direitos humanos evoluíram juntamente com a polícia,

exigindo uma adequação à nova realidade gerando transformações que beneficiem a sociedade (Marchi, 2010).

A consciência policial é representada pela formação cidadã do agente estatal. E esse processo de formação se dá pelo treinamento. Basílio (2008) destaca que a função do treinamento policial é capacitar o policial para o trabalho diário. Se o treinamento estiver em desacordo com os ditames constitucionais de respeito aos direitos fundamentais teremos uma organização policial repressora. E as consequências da existência de uma Polícia repressora e descumpridora de seus deveres constitucionais são perniciosas para a democracia. Assim a formação do policial é fundamental para a construção e efetivação dos direitos fundamentais do cidadão. O exercício de segurança nas condições de cidadania plena foi, e ainda é muito discutido por diversos autores na contemporaneidade (Costa, 2005).

A percepção que se tem é de que uma mudança está em curso no que tange a aplicação de novos modelos de policiamento, com uma vertente mais dedicada aos anseios das comunidades locais. 'A mudança de foco na atuação dos organismos policiais depende, em boa medida, de um treinamento eficaz. O processo de formação também é importante, pois visa a transmitir informação, desenvolver habilidades, atitudes e conceitos' (Basílio, 2008).

Novas iniciativas de formação, como por exemplo, o ensino a distância, inovações que tem o potencial de beneficiar o policiamento comunitário e melhorar a segurança pública (Mugford, et al., 2013). Porém, a tônica apresentada nos modelos atuais de policiamento realizados pelas Polícias Militares Brasileiras ainda possui uma enorme força repressiva. 'Em uma política de segurança repressiva, os policiais são formados para atuarem de forma reativa' (Basílio, 2008).

A melhoria da qualidade dos serviços prestados pela PMPR ao que tudo indica, e pelo discurso empírico, depende de ações que facilitem uma formação sociocultural e profissional de maior nível, aliada a políticas que respeitem e concretizem o direito de todos à educação, coadunada com os ditames de um estado democrático de direito. Deste modo, possuir em seus quadros policiais com uma formação qualificada fará com que uma instituição de segurança pública possa fornecer ao cidadão um serviço de boa qualidade. Com agentes bem preparados, a função primordial de guardar os mandamentos constitucionais se completará pela formação qualificada.

Em um país onde o senso comum vislumbra uma formação do policial precária e corrompida, o fortalecimento de iniciativas ou mesmo de políticas públicas voltadas ao resgate da imagem da polícia é fundamental para a reestruturação do modelo de formação e qualificação profissional. Para quem faz parte da instituição ter tranquilidade de que o ensino policial garanta uma boa formação, para que o agente policial possa exercer suas funções com excelência é essencial para o fortalecimento da estrutura educacional da própria instituição.

Diante do cenário acima apresentado algumas discussões acerca da formação do profissional de segurança pública afloram. Um qualificado agente público de segurança passa por treinamentos teóricos e práticos. Deve existir um equilíbrio entre o intelecto e o físico. No que concerne à parte física do treinamento além de habilidades como correr e saltar, os policiais devem saber atirar com suas armas de fogo.

Para tanto o treinamento pode ser simulado ou real. No caso simulado o policial pode realizar diversos exercícios que não exigem o disparo da arma de fogo propriamente dito. Já no caso do treinamento real deve efetuar disparos com o armamento apropriado. Neste caso as instituições policiais utilizam-se dos chamados estandes de tiro (locais devidamente reservados para a prática do tiro real) onde os policiais realizam os treinamentos fazendo disparos com suas armas de fogo.

Em geral estes estandes de tiro são locais abertos, cercados por muros de alvenaria, onde são levantados barrancos de terra, que servem de anteparo para os tiros disparados pelas armas de fogo. Mas, mesmo sendo os estandes de tiro instalados em locais bucólicos a prática do tiro expõem ao risco seus praticantes por uma séria de aspectos como a exposição ao ruído causado pelas de armas de fogo que é um fator de risco estabelecido (Choi et al., 2012).

A pesquisa procura compreender os processos que geram resíduos de Pb provenientes dos disparos de armas de fogo de Policiais Militares em treinamento nos estandes de tiro da PMPR e particulares. Em se tratando de resíduos até mesmo os orgânicos, se convertem em um problema quando descartados de forma inadequada. O efeito desta desatenção trás o acúmulo de lixo em áreas impróprias, podendo gerar contaminação do solo e águas, bem como causar desconforto aos moradores, gerando e atraindo insetos e outros animais potenciais transmissores de doenças, entre outros processos de poluição ambiental (Hoehne et al., 2012).

Resíduos estes, que se convertem em um passivo ambiental que tende à contaminação do solo das áreas dos estandes de tiro. O acúmulo de Pb com a sua conseqüente deposição no

solo pode levar graves implicações ao ecossistema e aos seres humanos. Estudo realizado na Dinamarca, mostrou que uma grande parte (quase 60%) dos atiradores estudados de estandes de tiro fechados naquele país tinham concentrações de Pb no sangue potencialmente prejudiciais (Grandahl, et al., 2012). Os resultados encontrados sobre os teores dos metais analisados neste trabalho poderão contribuir para a formação de uma base de dados, que contribua para o estabelecimento de normas de controle e manejo ambiental dos estandes de tiro da PMPR, diminuindo o potencial de risco relativo à contaminação do solo por metais pesados, pois avaliar o risco representado pela contaminação do solo urbano para a saúde humana é uma questão crítica na pesquisa acadêmica e políticas públicas (Bi et al., 2013).

Ademais no que tange a legislação a PMPR, conforme a Lei 16575 - 28 de Setembro de 2010, é “instituição permanente, força auxiliar e reserva do Exército, organizada com base na hierarquia e na disciplina, destina-se à preservação da ordem pública, à polícia ostensiva, à execução de atividades de defesa civil”. As PMPR como todas as outras Polícias Militares brasileiras são reguladas pelo Art. 144, § 5º, da CF, sendo responsáveis pelo policiamento ostensivo e preventivo, cabendo a elas a função de polícia administrativa (Souza, 2006).

A estrutura da Polícia Militar Paranaense divide-se em órgãos de direção, órgãos de apoio e órgãos de execução. Os órgãos de direção compõem o Comando-Geral da Corporação que compreende: Comandante-Geral; Subcomandante-Geral; Estado-Maior; Corregedoria-Geral; Diretorias; Gabinete do Comandante-Geral; Comissões; Conselho Econômico e Financeiro; Assessorias Militares; Consultoria Jurídica.

Já os órgãos de apoio realizam as atividades-meio da Corporação, atendendo às necessidades de pessoal, de semoventes e de material de toda a Polícia Militar, atuando em cumprimento das diretrizes e ordens dos órgãos de direção.

Dentre os órgãos de apoio a Diretoria de Apoio Logístico tem dentro de sua subestrutura o Centro de Suprimento e Manutenção de Intendência (CSM-Int), o Centro de Suprimento e Manutenção de Material Bélico (CSM-MB) e o Centro de Suprimento e Manutenção de Obras (CSM-O), responsáveis pela aquisição, recebimento, armazenagem, distribuição e controle de suprimentos, veículos, armamentos e munições, bem como pela execução, fiscalização, manutenção e controle das edificações e obras da Corporação.

Neste aspecto é necessário dizer que para realizar os treinamentos dos milicianos a Polícia Militar se utiliza de munição real. Sendo estes em sua maioria composta por projéteis

de Pb. Assim o que se supõem é que este material fique depositado no solo dos estandes de tiro utilizados pela corporação pra treinamentos de seus integrantes.

Em se tratando do disparo de arma de fogo propriamente dito grande parte dos resíduos é proveniente do cano de uma arma resultado de partículas queimadas e não queimadas da pólvora, consistindo em compostos orgânicos e de metal, tal como Pb, Cu, latão, níquel ou de material de encamisamento (Trimpe, 2011).

Estes elementos ficam depositados nas áreas dos estandes, exigindo assim uma nova postura que conceba a preservação do meio ambiente é uma tendência nas corporação privadas e também no âmbito público. Num exemplo recente o governador da Flórida emitiu decreto exigindo que todos os órgãos estaduais devam realizar as suas reuniões em hotéis com certificação ambiental, determinando aos servidores do Estado que utilizem-se hotéis com “certificados-verdes” para atividades oficiais (Parsa et al., 2014).

#### *A proteção ambiental – breve relato da evolução no tempo*

A preocupação com a qualidade do meio ambiente ao longo do tempo vem se tornando tema principal em debates no cenário mundial. Na história luso-brasileira já no reinado português de D. Afonso IV havia previsão de sanções aos que interferissem no meio ambiente sem autorização, em 1393, as Ordenações Afonsinas (conjunto legislações do período colonial português) proibiam o corte deliberado de árvores frutíferas. (Wainer, 1999).

As Ordenações Filipinas de 1603, (outro conjunto legislações do período colonial português), demonstravam evidentes preocupações com o meio ambiente, determinando dentre outras providências: a proibição de caça de determinadas espécies animais, a proibição de pesca com rede em determinadas épocas, menções expressas à poluição das águas, normativas sobre a ictiofauna, águas, animais domésticos e regulava a pesca: (locais, período e instrumentos) (Costa et al., 2012).

No período da república, com a vigência da Constituição de 1891, avanços foram constatados refletindo no Código Civil de 1916 que previa o uso nocivo da propriedade; sendo que na década de 30 aparecem as primeiras legislações que trataram especificamente da proteção ao meio ambiente, dentre os quais: proteção aos animais, código das águas, exploração da caça e pesca (Bertoli, 2004).



Hodiernamente, no cenário mundial, a questão ambiental passa a ganhar corpo no século XX, tendo como marco, na década de 60, o lançamento do livro ‘Silent Spring’ (Primavera Silenciosa) de Raquel Carlson, no qual a autora descreve os perigos do uso de pesticidas químicos, e apresenta a nocividade destes produtos aos seres vivos e para o meio ambiente (Silva, 2005).

Em 1972 um grupo, denominado Clube de Roma, constituído por intelectuais e empresários preocupados com as consequências que uma crise ecológica poderia acarretar (Grün, 2000) publicou um relatório chamado *The Limits of Growth* (Os Limites do Crescimento), apontando que o consumo mundial estava crescendo de tal forma que levaria a humanidade a um colapso. Também em 1972 em Estocolmo, na Suécia, a ONU realizou uma conferência sobre o Ambiente Humano resultando na Declaração de Estocolmo, reconhecendo que os Estados necessitavam de uma resolução universal sobre a proteção e a melhoria do meio ambiente humano (Passos, 2009).

Assim se inicia a construção de mecanismos de proteção do meio ambiente, com um viés de universalidade para 20 anos depois a ONU realizar outra Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, em 1992, que teve como escopo discutir problemas urgentes referentes à proteção ambiental e ao desenvolvimento sócio-econômico (Passos, 2009).

Seguindo a evolução mundial no Brasil o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado se tornou um direito fundamental do cidadão brasileiro (Brasil, 1988), decorre assim a obrigação dos órgãos fiscalizadores inspecionarem as atividades poluidoras. Mesmo antes dos ditames constitucionais a lei 6.938/81 que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, estabeleceu padrões de qualidade ambiental, o zoneamento ambiental, a avaliação de impactos ambientais, bem como o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras (Brasil, 1981).

A Política Nacional do meio Ambiente define a competência e orienta os órgãos governamentais, nos três níveis de poder no que concerne a definição de áreas, critérios e normas de ação, com vista a garantir o crescimento e desenvolvimento econômico, tentando preservar o meio ambiente, de maneira sustentável, por meio da conscientização, fiscalização e da aplicação das penalidades (Vianna et al., 2005).

Mesmo com a edição da Lei 6.938/81 somente em 2009 foi aprovada a resolução nº 420 do CONAMA no dia 28 de dezembro de 2009, que dispõe sobre os critérios e valores orientadores da qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas, estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas (Conama, 2009).

A resolução define etapas de gerenciamento do solo, orientadas pelos órgãos ambientais competentes (federal, estaduais e municipais) tendo como princípios básicos a geração e a disponibilização de informações; a gradualidade na fixação de metas ambientais, como subsídio à definição de ações a serem cumpridas; a racionalidade e otimização de ações e custos; a responsabilização do causador pelo dano e suas consequências; e, a comunicação de risco (Conama, 2009).

Os órgãos governamentais ao realizarem especificamente o monitoramento e controle ambiental, necessitam de técnicas analíticas capazes de determinar vários elementos, principalmente os metais pesados, pois estes têm efeitos tóxicos nos seres vivos (Vieira, 2004).

Nesta perspectiva, a resolução determina que a proteção do solo deve ser realizada de maneira preventiva, a fim de garantir a manutenção da sua funcionalidade, ou de maneira corretiva, visando restaurar sua qualidade, ou recuperá-la de forma compatível com os usos previstos. Assim define que são funções principais do solo, dentre outras: servir como meio básico para a sustentação da vida e de habitat para pessoas, animais, plantas e outros organismos vivos; manter o ciclo da água e dos nutrientes; agir como filtro natural, tampão e meio de adsorção, degradação e transformação de substâncias químicas e organismos (Conama, 2009).

A resolução constitui-se numa fonte de informações sobre os conceitos a serem empregados na proteção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, para tanto define um conceito para o que seja contaminação:

[...] presença de substância(s) química(s) no ar, água ou solo, decorrentes de atividades antrópicas, em concentrações tais que restrinjam a utilização desse recurso ambiental para os usos atual ou pretendido, definidas com base em avaliação de risco à saúde humana, assim como aos bens a proteger, em cenário de exposição padronizado ou específico (Conama, 2009).

Com vista à prevenção e controle da qualidade do solo, a determinação legal da resolução implica que os empreendimentos que desenvolvem atividades com potencial de contaminação dos solos e águas subterrâneas deverão, a critério do órgão ambiental competente, por exemplo, implantar programa de monitoramento de qualidade do solo e das águas subterrâneas na área do empreendimento e, quando necessário, na sua área de influência direta e nas águas superficiais. Além, desta determinação os responsáveis pelo empreendimento devem apresentar relatório técnico conclusivo sobre a qualidade do solo e das águas subterrâneas (Conama, 2009).

Atualmente a potencialidade de contaminação do solo e águas nos estandes de tiro é premente, tendo em vista as condições em que se encontram, sendo necessária a realização de levantamento e monitoramento da qualidade do solo em suas áreas de abrangência.

#### *Polícia, arma de fogo e contaminação*

Conforme o Decreto-Lei nº 667, de 2 de julho de 1969, compete às Polícias Militares, executar com exclusividade, o policiamento ostensivo fardado, planejado pela autoridade competente, a fim de assegurar o cumprimento da lei, a manutenção da ordem pública e o exercício dos poderes constituídos. No estado do Paraná a PMPR é o órgão responsável pelo policiamento ostensivo fardado no território paranaense. Policiamento ostensivo é aquele em que o policial, isoladamente ou em grupo, pode ser reconhecido de relance, quer pelo fardamento utilizado, quer pelo armamento ou pela própria viatura (Rocha, 2009).

Para tanto, além de utilizar um fardamento que os identifica imediatamente, seus agentes fazem uso de armas de fogo. E o uso desta ferramenta de trabalho pode até mesmo poluir o meio ambiente. Pois, conforme a Lei 6.938/81 poluição, é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem saúde, a segurança e o bem-estar da população ou lancem matérias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. Já contaminação é parte dentro de um processo de poluição, refere-se à transmissão de substâncias ou microorganismos nocivos à saúde, sua constatação não implica necessariamente um desequilíbrio ecológico (Braga, et al. 2002)

Podemos entender arma de fogo como uma máquina térmica, cuja utilização independe da força física (excetuando a força relacionada com o pressionamento do gatilho) e, como não

poderia deixar de ser, baseia-se nos princípios da termodinâmica (Chemello, 2007). As armas de fogo utilizadas pelos policiais militares podem ainda ser definida como “artefatos de arremesso que utilizam, para expelir seus projeteis, a força expansiva dos gases resultantes da combustão da pólvora” (Georg; Kelner e Silvino Jr, 2011).

Os integrantes da Polícia Militar utilizam diversos equipamentos como cassetetes e algemas que não se constituem em arma de fogo. Todavia, concomitantemente com as armas de fogo é utilizada munição que se trata de um artefato completo, pronto para carregamento e disparo de uma arma, ou seja, são corpos carregados com explosivos ou agentes químicos destinados a produzir danos (Brum, 2010).

O conceito de munição ainda considera ‘os tiros de exercício, que não possuem carga de explosão, mas apenas de lançamento, tiros de salva, utilizados em cerimônias militares’ mesmo que só produzam ruído e a ainda ‘munição de festim utilizada nos treinamentos da tropa’ (Brum, 2010).

Assim quatro elementos básicos compõe a estrutura da munição: estojo, mistura iniciadora, pólvora e projétil (ou conjunto bucha + bagos de Pb, nos cartuchos de caça). Passemos a uma descrição sucinta destes componentes (Andrade, 2005)

Ao ser disparada uma arma de fogo são produzidas dentro do cartucho partículas provenientes de resíduos da espoleta, do propelente e metais dos projéteis e da própria arma, sendo que no ato do disparo, o detonador golpeia a espoleta e o calor da combustão (carga de inflamação) derrete a mistura iniciadora ou *primer* (Freitas, 2010; Romao, et al., 2011).

As munições letais em seus cartuchos, possuem ‘misturas iniciadoras à base de estifinato de chumbo [PbOH(NO)], nitrato de bário, trissulfeto de antimônio, tetrazeno e Al.’ (Chemello, 2007). As composições de pólvora e mistura iniciadora, nas munições podem se apresentar diferentes, seja pela simples desigualdade na proporção entre ingredientes ou na própria composição das mesmas (Salles, 2011).

Essa mistura iniciadora é responsável por deflagrar a combustão da pólvora (carga de projeção) contida no estojo em função de uma deformação da cápsula de espoletamento que quebra os cristais de estifinato de Pb (composto explosivo), um oxidante (nitrato de bário, dióxido de Pb ou nitrato de Pb), um combustível (trissulfeto de antimônio ou siliceto de cálcio), sensibilizantes (trinitrotolueno, tetraceno) e aglutinantes (goma-arábica, resinas celofane e goma-laca) (Freitas, 2010; Romao, et al., 2011).

Conforme Martiny e Pinto (2008) uma grande quantidade de vapor contendo material particulado é gerada quando do disparo por uma arma de fogo, que é expelido pelas aberturas e folgas presentes na arma, sendo que em pistolas, o escape dos gases ocorre principalmente pela boca do cano, janela de ejeção e eventos de exaustão (quando presentes). Já em armas como os revólveres, esse material é expelido pelo cano e folgas do tambor. Em armas longas, como fuzis e carabinas, os gases podem ser expelidos pelo cano, janela de ejeção, eventos de exaustão e quebra-chama (Martiny e Pinto, 2008)

De todo o processo ‘os elementos Pb, Sb e Ba são os principais marcadores químicos presentes nos resíduos inorgânicos produzidos por disparos de armas de fogo’ (Romao, et al., 2011). A composição das partículas do material expelido nos gases contém elementos metálicos advindos do cano (Fe), estojo (Cu, Zn, Ni), projétil (Pb, Sb) e principalmente do iniciador (normalmente Pb, Ba e Sb;), além de componentes da pólvora (orgânicos) (Martiny e Pinto, 2008).

Esses elementos e as partículas e gases são expelidos a partir do cano da arma são considerados como "resíduo de disparo ou pólvora" (em inglês, *gunshot residues* ou GSR); este material, após o disparo acaba depositado na roupa ou corpo de uma vítima ou na roupa e mãos de um atirador (Alvarez e Arco, 2012).

Não só o disparo gera contaminação, representando riscos ao ambiente, mas também “o manuseio de grânulos de Pb, quando da montagem dos cartuchos e a reciclagem da sucata de Pb de projéteis já utilizados” (Santos, 2006).

Além de toda a composição química descrita na mistura iniciadora do cartucho de munição, pode ser encontrada no projétil liga de Pb (contendo Pb, estanho e antimônio), outro tipo encontrado é o projétil encamisado e semi-encamisado, sendo que o núcleo deste último é frequentemente de Pb puro (Andrade, 2005).

Destaca-se que a presença de determinadas substâncias no meio ambiente em quantidades que causem desequilíbrio modificando a estrutura original do local, acarreta a contaminação da área. Ao realizar estudo na região de Flandres, na Bélgica, Van Dyck (1995) definiu que “em geral, um local contaminado é definido como um local onde, com resultado das atividades humanas, resíduos estão presentes ou a poluição dos solos e águas subterrâneas ocorrem ou podem ocorrer”.

*Estandes de tiro – prováveis fontes de contaminação do solo e seres humanos*

Como já mencionado os estandes de tiro são áreas abertas onde os disparos de arma de fogo são realizados contra “barrancos” de terra, ou armações de pneus preenchidos com areia ou a própria terra do local. A deposição de resíduos de munições em estande de tiro pode representar uma ameaça para o meio ambiente e fauna, tendo em vista que, animais domésticos ou selvagens podem beber de córregos ou lagos contaminados, ou podem pastar no pasto contaminado na área do campo de tiro (Mariussen et al., 2012).

Os estandes de tiro estão expostos ao contato com o Pb, quer seja pelo manuseio do armamento e munição, ou mesmo pelo Pb no solo resultado dos disparos nos barrancos. Assim a existência dos estandes de tiro demanda um cuidado ambiental.

Peddicord e Lakind (2000) ao pesquisarem o estande de tiro ao ar livre do Centro Blue Mountain Sportsman operado por Westchester Country que fica a aproximadamente 40 km ao norte de Nova York, EUA, trataram dos riscos para a saúde humana e ecológica em um campo de tiro ao ar livre, fizeram avaliações dos perigos aos seres vivos decorrentes do uso de munições e armas de fogo. Os autores destacaram que o Pb se converte numa exceção ao risco mínimo à saúde humana. As análises indicaram níveis elevados de Pb no sangue (acima de 10 µg / dL) para os clientes do centro de tiro e funcionários, decorrentes do uso de armas de pequeno calibre e da ingestão de sedimentos e águas superficiais. (Peddicord e Lakind, 2000).

Os resultados da análise indicam níveis elevados de Pb no sangue (acima de 10 µg / dL) também para as crianças que convivem nos estandes de tiro pesquisados. Cerca de 30% das crianças que ingerem solo, sedimentos e águas superficiais e aprox. 25% das crianças que ingerem solo e das águas superficiais, apresentaram alterações significativas nas amostras de sangue. Os autores concluem que sedimentos e águas superficiais parecem ter maior contribuição para os níveis elevados de Pb no sangue das crianças que adentram de forma irregular nos estandes de tiro (Peddicord e Lakind, 2000).

Para ilustrar o cenário somente no ano de 2013, no estande de tiro da Polícia Militar do Paraná, na cidade de Cascavel, a corporação utilizou para treinamento dos soldados ingressantes na corporação pistolas Taurus calibre .40. Foram formados 250 policiais militares. Estes por sua vez utilizaram munição de treinamento cujo projétil de Pb pesa 160 Grain [gr] ou 10,3678256 gramas. Cada policial realizou 250 disparos durante num total de 62500 tiros. Assim, foram

depositados no barranco do estande de tiro 647,989 kilos de Pb somente no ano de 2013. A esse número não está somado o treinamento dos demais policiais militares do 6º Batalhão que é algo em torno de 350 policiais. Todo o Pb fica depositado no solo do local.

A probabilidade da existência da contaminação do solo por Pb é alta. Conforme Hardison Jr. et al. (2003) ‘a contaminação de solos pela a utilização de disparos com projéteis de Pb está crescendo’ a pesquisa realizada pelos autores procurou apurar a existência de contaminação de campos de tiro e as reações de intemperismo de projéteis de Pb no solo além do significado da abrasão dos projéteis de Pb em contribuir para a contaminação do solo. Segundo os autores ‘a abrasão de balas de Pb e seu posterior intemperismo pode ser uma fonte significativa de contaminação por Pb em solos de um estande de tiro recém-inaugurado’ (Hardison Jr. et al., 2003).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas sobre a contaminação do solo dos estandes de tiro no Brasil são praticamente inexistentes. Principalmente em se tratando de estandes dos órgãos policiais e das forças armadas. A carência de estudos nesta área aponta para um problema que pode estar escondido e que pode trazer consequências nefastas à saúde dos praticantes de tiro, bem como da população circunvizinha das áreas possivelmente contaminadas.

Os níveis de contaminação dos solos dos estandes são desconhecidos até mesmo pelos próprios órgãos que os administram, sejam eles públicos ou particulares. As pesquisas neste campo necessitam avançar rapidamente, pois, os solos contaminados são uma fonte de problemas para a saúde da flora e da fauna onde os estandes estão instalados.

Ao se detectar os níveis de contaminação será possível agir de forma contundente para a minimização do problema conforme a legislação em vigor. E mais, poderão os administradores dos estandes readaptar os locais visando impedir a contaminação que ora possa existir.

### REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ, Jorge Toro; ARCO, J. Núñez de. **La investigacion criminal y la tecnica criminalística**. On Line, 2012.

ANDRADE, Adeir Boida. **O cartucho de munição**. In: Prova Material - v. 2 - n. 5 - setembro 2005 – Salvador: Departamento de Policia Técnica, 2005

BASILIO, Márcio Pereira. **O desafio da formação do policial militar do estado do Rio de Janeiro: entre o modelo reativo e o contingencial**. In: XIII Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, 2008, Buenos Aires, 4-7 NOV. XIII CLAD, 2008

BERTOLI, Vagner. **A evolução do município e do meio ambiente**. Revista Acadêmica de Ciências Jurídicas Vol.1 nº1 2004.

BI, XY ; LIANG, SY ; LI, XD. **A novel in situ method for sampling urban soil dust: Particle size distribution, trace metal concentrations, and stable lead isotopes**. Environmental pollution [0269-7491] Bi, XY vol:177 pág:48 -57, ano:2013

BRAGA, Benedito; HESPANHOL, Ivanildo; CONEJO, João. G. Lutufo; BARROS, Mario Tadeu; SPENCER, Milton; PORTO, Monica; NUCCI, Nelson; JULIANO, Neusa; EIGER, Sergio. **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hell, 2002.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 05 de outubro de 1988. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm). Acessado em 13 fev 2014

BRASIL, **Lei nº 6.938**, de 23 de agosto de 1981. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1981, 02/09/1981. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acessado em fev 2014.

BRUM, Tércio. **Remediação Ambiental de Áreas Contaminadas por Explosivos**, Rio de Janeiro : Instituto Militar de Engenharia, Dissertação de mestrado,123p. 2010.

BVENURA, Callistus and AFOLAYAN, Anthony Jide. **Heavy metal contamination of vegetables cultivated in home gardens in the Eastern Cape**. *S. Afr. j. sci.* [online], vol.108, n.9-10, pp. 1-6. ISSN 0038-2353, ano 2012.

CHEMELLO, Emiliano. **Ciência Forense: balística**. Química Virtual, fevereiro, pag 1-9, ano 2007

CHOI, Yoon-Hyeong ; HU, Howard ; MUKHERJEE, Bhramar ; MILLER, Josef ; PARK, Sung Kyun. **Environmental Cadmium and Lead Exposures and Hearing Loss in U.S. Adults**: The National Health and Nutrition Examination Survey, 1999 to 2004. Environmental health perspectives [0091-6765] Choi, Yoon-Hyeong, vol:120 fasc:11 pág:1544 -1550, ano:2012.

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 420**, de 28 de dezembro de 2009. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2009>>(Acessado em 12 Jan 2013

COSTA, Ervandil Correa; BOSCARDIN, Jardel; MAGISTRALI, Iris C. **A história evolutiva da tutela juridico-ambiental brasileira no período denominado “laissez-faire**



**ambiental**” In: Congreso de Medio Ambiente, 7., 2012, La Plata, Argentina. Atlas ... La Plata: UNLP, p. 1-14, ano 2012.

COSTA, Ivone Freire. **Polícia e Sociedade. Gestão de Segurança Pública, Violência e Controle Social**. Ed., Salvador: EDUFBA, 2005.

FREITAS, João Carlos Dias de. **Identificação de assinaturas químicas em resíduos de disparos de arma de fogo em diferentes alvos**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energeticas e Nucleares (IPEN) – USP, 62p. 2010.

GEORG, Juli; KELNER, Lenice; SILVINO JÚNIOR, João Bosco. **Armas de fogo: aspectos técnicos periciais**. Revista Jurídica – CCJ ISSN 1982-4858 v. 15, nº. 30, p. 137 - 156, ago./dez 2011.

GRANDAHN, K ; SUADICANI, P ; JACOBSEN, P. **Individual and environmental risk factors for high blood lead concentrations in Danish indoor shooters**. Danish medical journal [2245-1919] Grandahl, K , vol:59 fasc:8, ano:2012.

GRÜN, Mauro. **Ética e educação ambiental: a conexão necessária**. 2.ed. Campinas – SP: Ed. Papirus, 2000.

HARDISON JR, Donald W.; MA, Lena Q.; LUONGO, Thomas; HARRIS, Willie G. **Lead contamination in shooting range soils from abrasion of lead bullets and subsequent weathering**. Soil and Water Science Department, University of Florida, P.O. Box 110290, Gainesville , FL 32611-0290, USA 2003.

HOEHNE, Lucélia ; STÜLP, Simone; ETHUR, Eduardo Miranda ; RIBEIRO, R. ; CARLESSO, W. M. . **Transformação do resíduo domiciliar em fertilizantes orgânicos por meio da compostagem e vermicompostagem** Radar, Lajeado - RS, 01 mar. 2012.

LAFOND, Stephanie ; BLAIS, Jean - Francois ; MARTEL, Richard ; MERCIER, Guy. **Chemical leaching of antimony and other metals from small arms shooting range soil**. Water, air and soil pollution [0049-6979] Lafond, Stephanie vol:224 fasc:1, ano:2013.

MARCHI, William Ricardo de Almeida. **A segurança pública como direito fundamental e a reorganização da Polícia Civil paulista**. Osasco, Dissertação Curso de Pós Graduação Stricto Sensu em Direito, do Centro Universitário FIEO-UNIFIEO, 2010.

MARIUSSEN, Espen; LJØNES, Marita; STRØMSENG, Arnljot Einride. **Use of sorbents for purification of lead, copper and antimony in runoff water from small arms shooting ranges**. Journal of hazardous materials [0304-3894] Mariussen, Espen vol:243 pág:95 -104, ano:2012.

MARTINY, Andrea; PINTO, André Luiz. **Aplicação da Microscopia Electronica de Varredura à Análise de Resíduos de Tiro**, C & T, 2005 – 2008.

MUGFORD, R. ; COREY, S. ; BENNELL, C. **Improving police training from a cognitive load perspective**. Policing: An International Journal of Police Strategies & Management [1363-951X] Mugford, R, vol:36 fasc:2 pág:312 -337, ano:2013.

PARSA, H.G.; LORD, Kenneth R.; PUTREVU, Sanjay; KREEGER, Jeff. **Corporate social and environmental responsibility in services: Will consumers pay for it?** Journal of retailing and consumer services [0969-6989] Parsa, H G ano:2014.

PASSOS, Gleise da Rocha. **“Segurança pública não é só polícia!”: demandas por segurança, participação social e atuação do policiamento comunitário na cidade de Aracaju**. Tese Doutorado Universidade Federal da Bahia. 236p., 2011.

PEDDICORD, Richard K; LAKIND Judy S. **Ecological and human health risks at an outdoor firing range**. Environmental. Toxicology & Chemistry., Vol. 19, n°.10. pp. 2602-2613 (1, INT) (2000).

ROCHA, Abelardo Julio da. **As Polícias Militares e a Preservação da Ordem Pública**. Jusmilitares. 2009. Disponível em <http://www.jusmilitaris.com.br/novo/uploads/docs/pmpreservacao.pdf>. Acessado em 10 jul. 2014.

ROMAO, Wanderso; SCHWAB, Nicolas V.; BUENO, Maria Izabel M. S.; SPARRAPAN, Regina; EBERLIN, Marcos N.; MARTINY, Andrea; SABINO, Bruno D.; MALDANER, Adriano O. **Química forense: perspectivas sobre novos métodos analíticos aplicados à documentoscopia, balística e drogas de abuso**. Quím. Nova [online], vol.34, n.10, pp. 1717-1728. Ano 2011.

SALLES, Maiara Oliveira. **Desenvolvimento de sensor eletroquímico para monitoramento de chumbo em resíduos de disparo de arma de fogo**. 136p. Tese de Doutorado – Programa de Pós-graduação em Ciências (Química). Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SANTOS, Francisca Fabiana dos. **Vigilância sanitária: medidas de biossegurança no manuseio de munições e arma de fogo**. Monografia submetida à Escola de Saúde Pública do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Especialista em Vigilância Sanitária. Fortaleza, 2006.

SILVA, Solange Teles da. **A ONU e a proteção do meio ambiente**. In: MERCADANTE, Araminta; MAGALHÃES, José Carlos de (orgs.). Reflexões sobre os 60 anos da ONU. p. 441-468. Ijuí: Unijuí, 2005.

SOUZA, Valmir de. **O planejamento da segurança pública na fronteira da região do Lago de Itaipu: uma análise da ação conjunta de agricultores de Guaíra-Pr na formação da Patrulha Rural da Polícia Militar: a efetivação do policiamento comunitário** / Valmir de Souza. – Toledo, PR : 160 f. [s. n.], 2006.

TRIMPE, Michael. **The current status of GSR examinations.(gunshot residue examinations)**. FBI law enforcement bulletin [0014-5688] Trimpe, Michael, vol:80 fasc:5 pág:24, ano:2011.

VAN DYCK, E. **The contaminated sites policy in Flanders (Belgium)**. In: CONTAMINATED SOIL '95, Maastricht, 1995. Proceedings. Dordrecht, The Research Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO, v. 1, p. 39-48, 1995.

VIANNA, Regina Cecere; VIANNA JUNIOR, Claudio Cecere; VIANNA, Rafael Marques. **Os recursos de água doce no mundo – situação, normatização e perspectiva**. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, VIII, n. 23, out 2005.

VIERA, Claudia Brasil; Moreira, Silvana. **Estudo da absorção de metais em cultura de milho irrigado com efluente de esgoto doméstico empregado na reflexão total com radiação síctron (SR-TXRF)**. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, 2004.

WAINER, Ann Helen. **Legislação Ambiental Brasileira: subsídios para a história do direito ambiental**. 2.ed. Rio de Janeiro: Revista Forense, 1999.