

VEÍCULO TERRESTRE NÃO TRIPULADO COMO EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO NOS LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS EM ÁREAS DE RISCO

Raul Marques Pereira Friedmann¹, Leandra Ulbricht², Luis Augusto Köenig Veiga³

RESUMO

Este estudo analisou a possibilidade de adaptar um sistema de levantamentos semi-autônomo composto por uma estação total robotizada e um veículo terrestre não tripulado a fim de reduzir a presença humana sobre amontoados de rejeitos durante o processo de medição dos respectivos volumes. A área de levantamentos topográficos abrange uma ampla variedade de métodos que podem ser empregados em diversos ambientes, entre eles, o controle dos riscos ocupacionais e dos agentes de risco inerentes a cada situação. A indústria de mineração gera, usualmente, grandes quantidades de rejeitos que são amontoados em áreas específicas antes da medição de volume, remoção e transporte para áreas de disposição final. Em geral, a medição do volume exige ocupar uma grande quantidade de pontos na superfície dos amontoados e dependendo da composição do minério, é recomendável minimizar ou mesmo eliminar a presença de trabalhadores sobre eles. No caso específico da mineração de chumbo, o caráter neurotóxico dos compostos ainda presente nos rejeitos, mesmo que em quantidades de traços, reforça a necessidade de proteção.

Palavras-chave: Levantamentos topográficos; riscos ocupacionais; mineração; chumbo; estação total robotizada; veículo terrestre não tripulado.

ABSTRACT

This paper analyzes the possibility of adapting a semi-autonomous surveying system consisting of a robotic total station and an unmanned ground vehicle in order to reduce human presence on piles of tailings during the measurement process of the respective volumes. Surveying covers a wide variety of methods that can be employed in various environments and occupational hazards control must consider the risk agents inherent in each situation. Usually, the mining industry generates large amounts of tailings that are stacked in specific areas before volume measurement, removal and transportation to final disposal areas. In general, the volume measurement requires a large number of points on the mullock surfaces – and, depending on the composition of the ore, it is recommended to minimize or even eliminate the presence of workers over them. In the specific case of lead mining, the neurotoxic characteristic of lead compounds still present in the tailings, even in trace quantities, reinforces the need for protection.

Keywords: Surveying; occupational hazards; mining; lead; robotic total station; unmanned ground vehicle.

1. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas – Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor do Departamento Acadêmico de Eletrônica – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Câmpus Curitiba. E-mail: raul@utfpr.edu.br

2. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

3. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas – Universidade Federal do Paraná (UFPR).

INTRODUÇÃO

O controle dos riscos ocupacionais não é um problema somente técnico, abrangendo também a natureza ética e política, onde não se pode ignorar ou desprezar as características psicofisiológicas dos trabalhadores. Neste contexto, ao longo das últimas décadas (principalmente nos países da Europa e na América do Norte), tem ocorrido uma evolução quanto ao enfoque da atuação – que não se limita mais a aspectos compensatórios e de fim de linha e passa a enfatizar os aspectos preventivos. Com isto a ênfase acontece nos processos de controle e eliminação dos riscos na fonte, e não após a ocorrência de acidentes e/ou desenvolvimento de doenças. Com esta nova abordagem, a forma de organizar o trabalho passa a ser reconhecida como um importante foco na análise e prevenção dos acidentes¹.

Isso é de fundamental importância nos trabalhos de qualquer natureza e torna-se imprescindível quando se aborda a realização de trabalhos intrinsecamente arriscados. No Brasil nota-se uma crescente atenção às questões de segurança do trabalho e de saúde do trabalhador, mas, do ponto de vista macro e em vários outros aspectos, os resultados aparentam ser insatisfatórios. Segundo Lara², as mudanças nos sistemas de produção têm privilegiado a produtividade, intensificado o desgaste da saúde do trabalhador e poucos esforços estão sendo empreendidos no sentido de minimizar as condições de trabalho das nossas.

A Organização Internacional do Trabalho, em seu último relatório sobre o Trabalho Decente no Brasil³, mostra uma situação preocupante e descreve que foram registrados 701 mil acidentes de trabalho em 2010. A Taxa de Incidência de Acidentes do Trabalho apresentava uma expressiva variabilidade, sendo bastante elevada em algumas Unidades da Federação, pois enquanto Alagoas registrou a taxa mais alta do país (30,2 para cada mil vínculos), a menor taxa de incidência em 2010 foi verificada em Roraima (9,3 por mil vínculos). Quanto à mortalidade no trabalho, foram registrados 2712 óbitos em 2010 e a taxa de mortalidade registrada foi de 17,7 óbitos por 100 mil vínculos. Contudo, deve-se destacar a subnotificação existente no Brasil devido à grande informalidade do vínculo trabalhista em alguns setores.

Além do ponto de vista da saúde dos trabalhadores afetados pelos acidentes ou doenças ocupacionais, este quadro ainda representa um custo para o país que

foi estimado em 2009 em R\$14,2 bilhões por ano somente se forem considerados os benefícios devidos a acidentes e doenças do trabalho, somados ao pagamento das aposentadorias especiais decorrentes das condições ambientais do trabalho. Se forem acrescentadas as despesas na área da saúde e afins, além do custo operacional do INSS, este valor sobe para R\$56,8 bilhões, valor superior à soma do Produto Interno Bruto (PIB) de cinco estados brasileiros em 2009: Acre, Amapá, Roraima, Piauí e Tocantins³.

O controle dos riscos ocupacionais em Topografia tem de considerar que as atividades de levantamentos topográficos abrangem uma ampla variedade de métodos que podem ser empregados em diversos ambientes. Por exemplo, a topografia industrial (cujo principal objetivo é o registro *as built* das instalações), acontece tipicamente em ambientes estruturados de alta complexidade. Enquanto que o georreferenciamento de imóveis rurais (que objetiva um registro detalhado do perímetro da propriedade e de sua relação com os confrontantes) mescla ambientes com alguma estruturação e ambientes naturais amplamente variados e inadequados à presença humana contínua ou mesmo esporádica e momentânea.

O trabalho nestes ambientes naturais possui riscos físicos (como calor ou frio excessivo e radiação solar, entre outros); ergonômicos (como posturas constrangedoras), transporte manual de pesos (para o carregamento de materiais), jornadas de trabalho prolongadas; risco de acidentes por quedas, picaduras de animais peçonhentos, ataques de animais selvagens, entre outros⁴.

As atividades de levantamentos na indústria de mineração constituem exemplos específicos de levantamentos topográficos e incluem também serviços em ambientes típicos de minas subterrâneas (túneis, galerias, poços de elevadores, shafts etc.) e em áreas a céu aberto como a medição do volume dos rejeitos de mineração para efeitos de transporte ou de controle de sua deposição em áreas de destinação final. Dependendo do tipo de rejeito, existe também o envolvimento de riscos químicos para o trabalhador, como por exemplo, a exposição ocupacional por chumbo^{5,6}.

Com base no exposto, esta pesquisa analisa a possibilidade de adaptar um sistema de levantamentos semi-autônomo composto por uma estação total robotizada e um veículo terrestre não tripulado a fim de reduzir a presença humana

sobre amontoados de rejeitos de mineração durante o processo de medição dos respectivos volumes que antecede sua destinação final.

METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa experimental para a concepção e o desenvolvimento de um sistema de levantamento topográfico semi-autônomo com estação total robotizada (ETR) e um veículo terrestre não tripulado⁷. O protótipo do veículo, desenvolvido especificamente para esta aplicação, foi denominado de Veículo terrestre não tripulado para Levantamentos Topográficos Cinemáticos (VLTC). A concepção do sistema encontra-se apresentada na Figura 1.

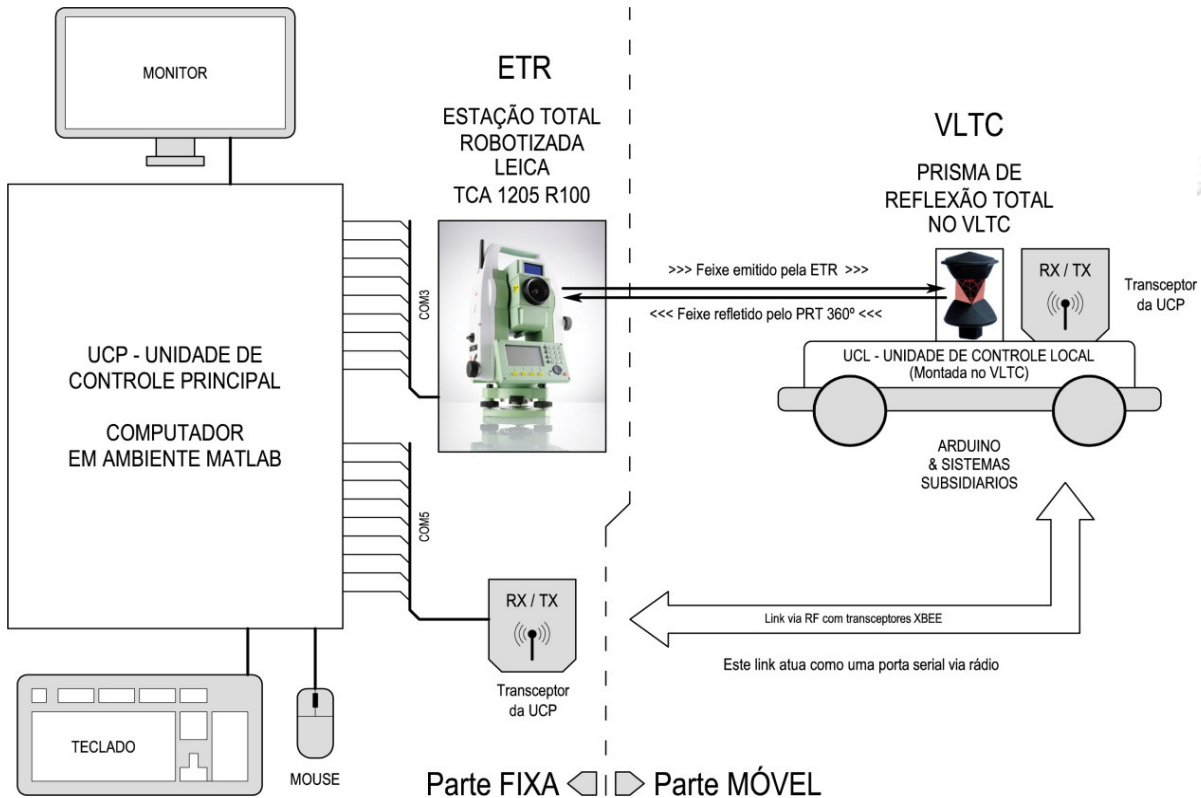


Figura 1. Composição do sistema de levantamento semi-autônomo⁷.

O veículo desenvolvido (Figura2) combinou soluções de auto modelos off-road de competição em escala 1/8, motores de passo de uso industrial e quatro servo motores numa disposição que, ao controlar a direção de cada roda de forma independente, proporciona uma versatilidade de movimentos impossível de ser obtida em veículos baseados na tradicional – ehegômica – geometria de

Ackermann⁸. Por exemplo, a primeira das fotografias da Figura 2 mostra as rodas posicionadas para a execução de funções de movimento que giram o veículo horizontalmente sobre o próprio centro geométrico.

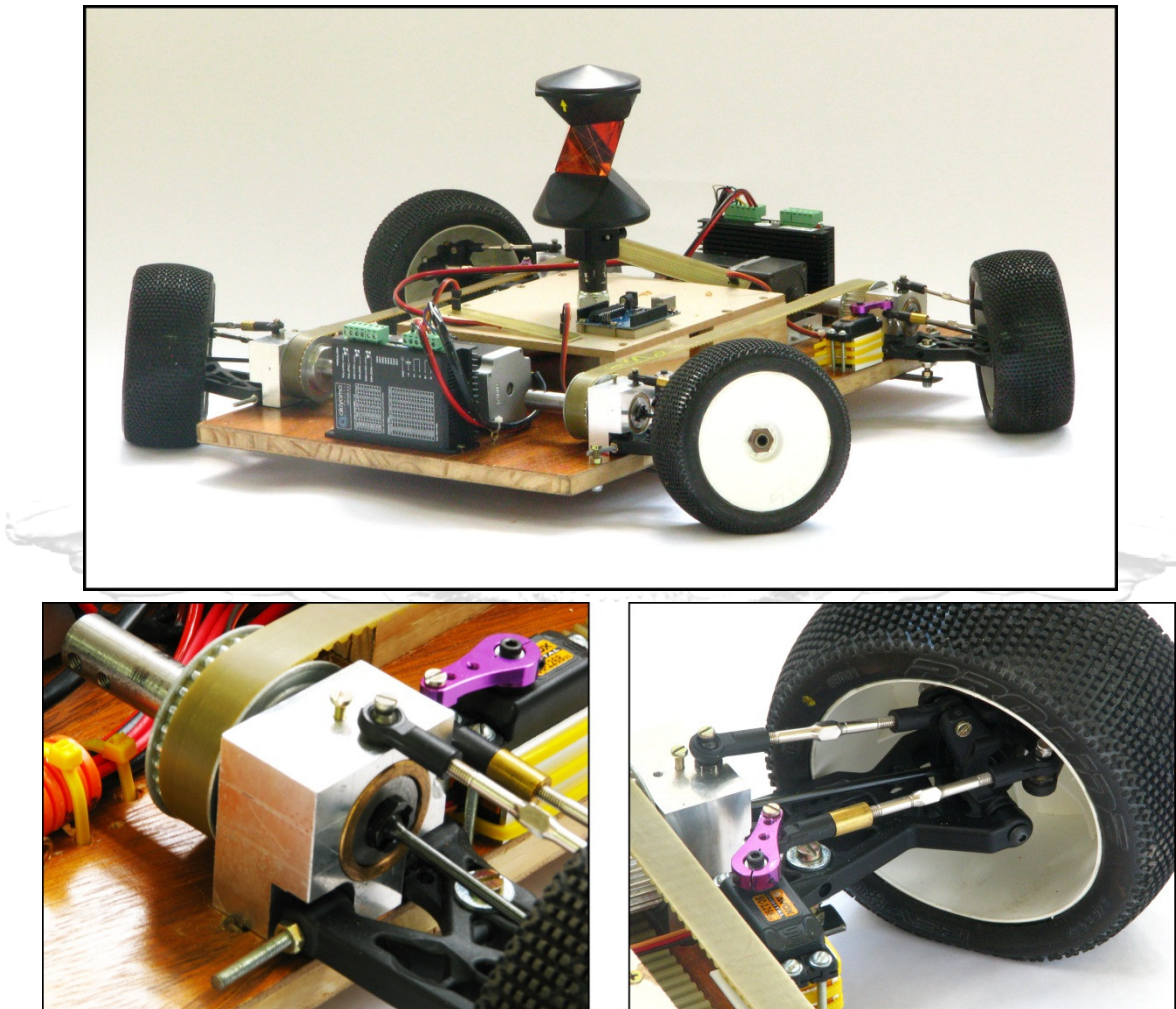


Figura 2. Fotografias do VLTC implementado⁷.

A partir de uma área de limites definidos por uma linha poligonal planimétrica fechada e de um parâmetro denominado Medidada Célula de Referência (MCR), o VLTC, efetua uma varredura da área e, a intervalos tão regulares quanto possível, o sistema determina as coordenadas X, Y e Z do alvo (um prisma retro-refletor Leica GTZ4) posicionado sobre o Centro Geométrico do Veículo (CGV). As coordenadas do conjunto de pontos assim coletados permitem então que seja gerado um Modelo Digital do Terreno (MDT) representativo da área levantada.

A comunicação entre a Unidade de Controle Principal (UCP) e Unidade de

Controle Local (UCL) foi organizada em duas mensagens. A mensagem de comando, formada por um bloco de 15 variáveis, transmite a função a ser executada pelo veículo e seus parâmetros (por exemplo: FRENTE, 50 cm), sendo parte destas variáveis uma reserva técnica para uso futuro (por exemplo, controle de câmaras ou dispositivos atuadores). Na mensagem de retorno a maior parte das variáveis é de reserva técnica, onde, conforme a necessidade de aplicações futuras pode ser embutida indicações obtidas por sensores de uso específico.

RESULTADOS

O sistema revelou-se eficaz na realização de levantamentos topográficos semi-autônomos em três áreas de teste, localizadas no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Os testes realizados incluíram (1) levantamentos planimétricos no interior do Laboratório de Instrumentação Geodésica (LAIG), (2) levantamentos planialtimétricos em ambientes estruturados entre os blocos V e VI e (3) levantamentos planialtimétricos em uma área externa mista (ambientes estruturados e não estruturados) com relevo parcialmente plano e parcialmente ondulado.



Figura 3. Visão geral da área de testes (3) e arredores ⁷.

Por exemplo, na área de testes 2, de forma retangular e medidas 2,0 x 8,5 m, parâmetro MCR = 50 cm (que no sistema resulta em 68 células de 50 x 50 cm), o valor RMS da diferença planimétrica entre o posicionamento esperado para o veículo

(o centro geométrico da célula) e a posição efetivamente ocupada foi de 12,3 mm. O valor RMS (*Root Mean Square/ Raiz da Média dos Quadrados*) é uma forma conveniente de analisar diversas grandezas físicas na Engenharia Elétrica, em Topografia e em outras áreas do conhecimento. No caso, ela também atua como um indicador estatístico da eficiência do sistema em posicionar o VLTC.

A disponibilidade dos dados coletados na forma de tabelas ou matrizes é conveniente para propósitos de análise da qualidade do posicionamento do veículo e de geração de um Modelo Digital do Terreno (MDT). Além disto, o armazenamento dos dados durante o processo de levantamento semi-autônomo permite o seu uso em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e na geração de apresentações mais adequadas a outros contextos. Por exemplo: é possível gerar mapas topográficos com curvas de nível a partir do processamento destes dados; se, junto com dados coletados para a representação do relevo forem coletados os correspondentes índices de contaminação por um agente específico, este índice poderia ser representado através de uma escala de cores ou de tons de cinza e combinado com o mapa anterior.

O VTNT desenvolvido para o sistema de levantamento semi-autônomo considerou as seguintes observações e recomendações⁹ referentes a veículos autônomos: a partir da literatura de pesquisa e dos programas prévios de ALVs (*Autonomous Land Vehicles*) existe a necessidade de haver uma definição precisa e finita dos requisitos da missão para que um sistema seja desenvolvido. É essencialmente impossível desenvolver uma “máquina autônoma” genérica para todas as missões possíveis com ALVs. Em contraste, um objetivo final bem definido, com tipos específicos de missão e condições específicas de terreno, imediatamente torna tratável o problema de desenvolvimento de autonomia.

Assim, ao longo da pesquisa realizada, o desenvolvimento do VLTC priorizou a versatilidade de movimentos e a exatidão em ocupar posições definidas antecipadamente.

A adaptação do sistema para a medição dos amontoados de rejeitos de mineração citados anteriormente necessita o uso de um VTNT com maior velocidade e capacidade de transposição de obstáculos, mas os demais componentes do sistema se mantêm, assim com sua concepção geral. A questão da adaptação do VLTC pode, a princípio, ser baseada em auto modelos *off-road* de competição em

escala 1/8 ou 1/5 pelos seguintes motivos: a granulação dos rejeitos envolvidos é compatível com as dimensões e a capacidade de transposição de obstáculos destes auto-modelos; a inclinação máxima dos amontoados de rejeitos e suas dimensões são compatíveis com o desempenho e com a autonomia (energética) típica dos modelos com motor a combustão; a disposição geométrica do amontoado de rejeitos e dos pontos elevados usados para posicionamento das estações totais usadas na medição permite visualizar toda a superfície do amontoado e, por conseqüência, a coleta de pontos que viabilizam sua descrição geométrica e o correspondente cálculo do volume.

Entre as diversas abordagens viáveis no projeto de veículos autônomos, a adaptação de uma plataforma existente permite aproveitar um conhecimento substancial previamente incorporado a um veículo⁹. No caso, esta abordagem é favorável ao contexto da aplicação pretendida, que combina um objetivo final bem definido, com tipos específicos de missão e condições específicas de terreno.

DISCUSSÃO

A execução de levantamentos topográficos e a obtenção de informações associadas ao terreno necessita, em graus variados, a ocupação física das posições envolvidas, seja para a coleta direta das informações de interesse ou como apoio de campo aos métodos que realizam levantamentos à distância – caso da fotogrametria, sensoriamento remoto e sistemas laser scanner aerotransportados ou terrestres^{10,11,12}. De modo geral e comparativo (a) métodos locais são mais adequados a levantamentos de pequeno porte e (b) métodos à distância são superiores em área extensas.

Porém, independentemente do tamanho da área a ser levantada, de sua natureza e da exatidão envolvida, os métodos de levantamento topográfico à distância possuem as seguintes limitações: eles exigem janelas de tempo com condições de tempo atmosférico adequado e, na maioria das situações, não operam em tempo real; eles simplesmente não podem coletar informações do terreno que exijam a ocupação física dos locais envolvidos – por exemplo, a medição do índice de contaminação por um agente químico específico ou a presença de gases inflamáveis.

O comportamento dinâmico da informação topográfica coletada é outro fator na escolha do método de levantamento e, conforme sua natureza, o conteúdo pode ser relativamente duradouro ou apresentar significativas variações temporais. Por exemplo, o relevo de uma área de proteção ambiental (APA) se enquadra no primeiro exemplo enquanto que as montanhas de rejeitos de um processo de mineração podem crescer de forma intermitente ou praticamente contínua até o momento de sua medição, remoção e transporte para áreas de disposição final – geralmente aterros.

A variedade de métodos de levantamento topográfico, a diversidade de lugares onde podem ser aplicados – desde ambientes naturais adversos até plantas industriais de alta complexidade – e a necessidade de movimentação do pessoal e dos equipamentos ao longo da maioria dos procedimentos impõem desafios à normatização e à segurança deste tipo de atividade.

Não existe uma norma brasileira específica sobre a segurança do trabalho em Topografia. A NBR 131333 – Execução de levantamento topográfico¹³ versa sobre aspectos técnicos, mas não de segurança. Entre as 36 Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e Emprego¹⁴, nenhuma delas trata especificamente de levantamentos topográficos – embora a NR1 (Disposições Gerais) e a NR6 (Equipamentos de Proteção Individual – EPI) se apliquem a todas as atividades, sem exceção. Granemann^{15,16} cita a ausência de regulamentação específica e comentam que, em linhas gerais, os procedimentos de segurança aplicados são, em grande parte, os da NR18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) e que são freqüentes as readequações e adaptações de outros aspectos das NRs aplicáveis a cada situação.

Na análise dos agentes de risco físicos, químicos, biológicos e ergonômicos em diferentes serviços topográficos, animais peçonhentos e o trabalhado considerado moroso e tedioso são citados como presentes em todas as etapas¹⁵. As lesões e ferimentos devido a quedas também são citados entre os riscos mais freqüentes¹⁶. O sistema semi-autônomo desenvolvido possui potencial para reduzir parcialmente estes riscos em algumas situações.

A mineração de chumbo gera uma quantidade proporcionalmente grande de rejeitos devido ao baixo teor de metal contido. Conforme o Anuário Mineral Brasileiro 2006, publicado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral¹⁷, as reservas

aprovadas (medidas e indicadas) do Brasil alcançavam 52 milhões de toneladas em 2005, com um teor de 2,7% e a edição 2012 de anuário registra a evolução das reservas aprovadas para 86 milhões de toneladas (mas sem menção específica ao teor). Os rejeitos finais do processo – que, devido ao baixo teor de metal contido, são proporcionalmente grandes (97,2% do material contido, segundo os dados indicados, sendo que durante o processo, seu volume aumenta devido à desagregação do material) – são usualmente amontoados em áreas estrategicamente selecionadas, mais baixas que seu entorno e de modo a permitir sua medição a partir de pontos-estação elevados distribuídos ao redor da área.

Nas áreas de lavra em questão, cada área de armazenamento temporário dos rejeitos contava com três pontos fixos, com pilares de concreto de coordenadas conhecidas. A medição do volume dos rejeitos é usualmente feita em séries de medições onde a estação total é posicionada sobre um dos pilares e o alvo (um prisma retro-refletor montado sobre uma haste) é posicionado manualmente por um auxiliar de topógrafo que se movimenta sobre o amontoado de rejeitos (sob orientação do operador da estação). O conjunto de pontos coletados a partir de cada estação, devidamente reunidos, permite, dentro de certa exatidão, determinar o volume do amontoado de rejeitos que, na seqüência, é removido e transportado para as áreas de sua disposição final.

Diferentemente de outros metais como zinco, ferro e magnésio, o chumbo não faz parte de nosso metabolismo natural e seu acúmulo está relacionado a diversos danos à saúde e a intoxicação crônica por chumbo (saturnismo). O Saturnismo é um importante problema de saúde pública, não só devido ao grande número de trabalhadores intoxicados, mas também pelo aumento dos níveis ambientais do metal causado pela poluição¹⁸.

Assim, realizar os trabalhos de medição e remoção dos rejeitos de mineração de forma a não precisar expor trabalhadores aos resíduos do chumbo é fundamental, pois o tratamento disponível mais eficaz é a quelação. Contudo, ela nem sempre se encontra disponível e possui pouca eficiência na redução das seqüelas⁶.

Independente da rota de entrada (por inalação ou ingestão), os efeitos biológicos do chumbo são os mesmos, interferindo no funcionamento celular e em inúmeros processos fisiológicos. O impacto ocorre principalmente na medula óssea,

no sistema nervoso e nos rins^{5,18,19}. Minozzo et al.⁶ descrevem também uma toxicidade reprodutiva e uma ação carcinogênica.

Quanto aos efeitos neurológicos, a neuropatia (neurogênica e periférica) pode ocorrer por concentrações relativamente baixas (PbS em torno de 40µg/dL) e em adultos os danos se concentram no sistema nervoso periférico causando uma paralisia que pode ser classificada pelo envolvimento seletivo dos nervos motores e músculos extensores unilateralmente, sendo muito citada a queda do pulso do braço direito⁵.

Nos rins, a exposição crônica ao chumbo pode causar nefropatia intersticial irreversível e gotas aturínica devido à redução da função tubular (pois o chumbo interfere na excreção dos sais de ácido úrico)⁵.

A anemia encontrada no envenenamento por chumbo se deve à ação tóxica sobre as células vermelhas e eritropoiéticas na medula óssea, que inibem a síntese da hemoglobina (Hb) e diminuem o tempo de vida dos eritrócitos circulantes¹⁵.

O chumbo inorgânico e os compostos de chumbo foram classificados como possivelmente carcinogênicos para humanos (grupo 2B) sendo que em uma lista das 20 substâncias mais perigosas, o chumbo era descrito em segundo lugar, ficando atrás somente do arsênio⁵. Esta situação mostra a importância de se proteger os trabalhadores da exposição a este metal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de adaptação do sistema de levantamentos semi-autônomos com estação total robotizada e veículo terrestre não tripulado para uso na medição do volume de rejeitos de mineração de chumbo nas áreas de lavra citadas é uma possibilidade real, compatível com as características do sistema e com as áreas consideradas.

Esta adaptação contribui para a segurança dos trabalhos envolvidos no processo porque, ao eliminar a maior parte da movimentação humana sobre os amontoados de rejeitos, reduz o risco de lesões e de exposição aos resíduos de chumbo ainda existentes nos rejeitos ao final do processo. Além destes benefícios, o processo de automação, mesmo que parcial, contribui para tornar o processo menos moroso e tedioso.

A eliminação de alguns dos fatores de risco e a diminuição de outros pode contribuir diretamente para a segurança dos trabalhadores envolvidos nestes levantamentos e justifica a possível adaptação do sistema.

REFERÊNCIAS

1. Souza Porto MF. Análise de riscos nos locais de trabalho: conhecer para transformar. São Paulo: Instituto Nacional de Saúde no Trabalho; 2000.
2. Lara R. Saúde do trabalhador: considerações a partir da crítica da economia política. Revista Katálysis. 2011;14(1):78-85.
3. OIT. Organização Internacional do Trabalho. Perfil do Trabalho Decente no Brasil. Brasília, 2012.
4. Silva CE. Riscos ocupacionais que estão expostos profissionais de agrimensura na verificação de levantamentos topográficos em sistema de abastecimento de água e interceptor de esgoto [Relatório técnico]. Programa de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho. Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
5. Moreira FR, Moreira JC. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. Rev Panam Salud Publica. 2004;15(2):119–29.
6. Minozzo R, et al. Plumbemia em trabalhadores da indústria de reciclagem de baterias automotivas da Grande Porto Alegre, RS. J Bras Patol Med Lab. 2008;44(6):407-412.
7. Friedmann RMP. Sistema de levantamentos semi-autônomo empregando estação total robotizada e veículo terrestre não tripulado [Tese]. Setor de Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
8. Hodzic M. Day in History: Carl Benz and his double-pivot steering. Disponível em: <<http://www.benzinsider.com/2008/02/day-in-history-carl-benz-and-his-double-pivot-steering/>>. Acesso em: 25-abr-2013.
9. Durrant-Whyte H. A critica review of the state-of-the-art in autonomous land vehicles systems and technology. Albuquerque, California, 2001. Disponível em: <<http://prod.sandia.gov/techlib/access-control.cgi/2001/013685.pdf>>. Acesso em: 01-out-2010.
10. Friedmann RMP. Fundamentos de Orientação, Cartografia e Navegação Terrestre. 3ª ed. Curitiba: UTFPR, 2009.
11. Veiga LAK. Topografia Automatizada [Monografia]. Universidade Federal do Paraná. Curso de Especialização em Geotecnologias, 2006.

12. Wolf PR, Dewitt BA. Elements of photogrammetry with applications in GIS. 3ª ed. New York: Mc Graw Hill, 2000.
13. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13133: execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro, 1994.
14. MTE. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho. Brasil, 2013. Disponível em:<<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>>. Acesso em: 09-jun-2013.
15. Granemann DN. Nivelando a segurança: programa possibilita identificação antecipada de riscos em levantamentos topográficos. Revista Proteção, 2009: 76-79,
16. Granemann DN. Identificação e análise de riscos em levantamentos topográficos de barragens de usinas hidrelétricas: estudo de caso na UHE Salto Caxias. Boletim de Ciências Geodésicas, Curitiba, 2010: 16(4):609-22.
17. Ribas WK. Segurança do Trabalho nas atividades de topografia. Esteio Engenharia e Aerolevantamentos, 2007. Disponível em:<<http://www.esteio.com.br/downloads/2007/dds.pdf>>. Acesso em: 09-jun-2013.
18. DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. Anuário Mineral Brasileiro 2006. Ministério de Minas e Energia, 2006.
19. Moreira MFR, Neves EB. Uso do chumbo em urina como indicador de exposição e sua relação com chumbo no sangue. Cadernos de Saúde Pública 2008;24:2151-2159.