ANÁLISE DE VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE LASER SCANNER TERRESTRE EM MINERAÇÃO DE CALCÁRIO

Caio Cesar Vivian Guedes Oliveira [1]

Luis Eduardo de Souza [2]

Resumo:

Muitos avanços tecnológicos em equipamentos e processos vem ocorrendo atualmente, mas suas aplicações acabam sendo consideradas inviáveis financeiramente, pelo investimento necessário ou por falta de mão-de-obra capacitada, apesar das vantagens a médio e longo prazo que as empresas poderiam conseguir com sua implementação. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar o uso do Scanner a Laser Terrestre 3D, juntamente com suas ferramentas computacionais para interpretação de dados, em ambiente de mineração, analisando praças e taludes em bancadas de trabalho. O estudo foi realizado em mineração de calcário, localizada na região das caieiras, no município de Caçapava do Sul. Verificou-se e analisou-se a aplicabilidade do Scanner a Laser Terrestre 3D em praças e taludes em bancadas de trabalho, nos avanços de lavra em mineração de calcário, utilizando-se de coleta de dados, estudo bibliográfico e caracterização dos procedimentos realizados. Primeiramente foi realizado medidas utilizando uma trena de mão, para assim mapear metricamente as dimensões da praça, bancada de trabalho e altura de talude. Posteriormente realizou-se o mapeamento da área com o scanner 3D, assim possibilitando coletar as medidas, que anteriormente foram coletadas com trena e que demandaram muito mais tempo. Através da aplicação do equipamento em mina de calcário, foi possível observar que o uso do equipamento é valioso e incomparável. A obtenção de dados e informações da mina ocorreu de forma rápida e segura, sendo capaz de alcançar lugares inacessíveis, instáveis e de risco, onde extraiu-se uma alta densidade de pontos, sendo assim, adquirida e processada em um baixo tempo, trazendo assim, condições de analisar a situação atual e futura da área.

Palavras-chave: Scanner a laser; Mineração; Mapeamento tridimensional.

Modalidade de Participação: Pós-Graduação

ANÁLISE DE VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE LASER SCANNER TERRESTRE EM MINERAÇÃO DE CALCÁRIO

[1] Aluno de pós-graduação. cc_oliveira10@yahoo.com.br. Autor principal

[2] Docente. eduardosouza@unipampa.edu.br. Orientador

ANÁLISE DE VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE LASER SCANNER TERRESTRE EM MINERAÇÃO DE CALCÁRIO

1. INTRODUÇÃO

Enquanto o desenvolvimento tecnológico tanto de equipamentos quanto de processos avança muito rapidamente, a indústria de mineração como um todo, mas de maneira especial as operações de pequeno e médio porte, não parece conseguir acompanhar esse crescimento, no sentido de aplicar estas tecnologias para otimização do ciclo produtivo ou redução dos custos operacionais. Muitos avanços tecnológicos ocorrem, mas sua aplicação acaba sendo considerada inviável financeiramente, pelo investimento necessário ou por falta de mão-de-obra capacitada, apesar das vantagens a médio e longo prazo que as empresas poderiam conseguir com sua implementação (Van der Merwe; Andersen, 2012).

A utilização de instrumentos topográficos é considerada como método antigo de levantamentos de distâncias e direções. A técnica utilizada atualmente com medidores eletrônicos de distâncias e direções tornou-se mais eficiente, utilizando-se das estações totais. Com a melhora dos medidores a laser tornou-se possível a realização de medidas de distâncias sem a necessidade de refletores, o que permitiu a determinação remota de coordenadas, sem tocar o objeto. Com isso, a evolução da tecnologia aplicada a estes equipamentos, desenvolveu a medição programada de pontos, sem a necessidade de um operador e sem expor pessoal a zonas com risco de ruptura ou caimento (Tommaselli, 2003).

O scanner a laser terrestre é um aperfeiçoamento desses equipamentos, que recentemente tornou-se utilizado em levantamento de minas. Porém sua utilização é ampla e pode abranger diversos setores em diferentes indústrias.

Acho que poderia ser colocado um pouco a mais aqui sobre as vantagens!

Segundo Gerry (2016), o uso do scanner a laser vai depender de como é a área que se deseja obter resultado, classificando o uso de diferentes equipamentos para diferentes áreas, sugerindo o uso de drones para pequenas áreas e centros urbanos, para grandes áreas em locais remotos o uso do levantamento por PhotoSat, e para levantamentos de solo em áreas abertas e com regiões de cobertura o uso do scanner a laser com tecnologias LIDAR(Light Detection and Ranging), assim como em ambiente de mineração.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar o uso do Scanner a Laser Terrestre 3D, juntamente com suas ferramentas computacionais para interpretação de dados, em ambiente de mineração, analisando praças e taludes em bancadas de trabalho, nos avanços de lavra em mineração de calcário.

1.1 Localização e contexto geológico

O estudo foi realizado em mineração de calcário, localizada na região das caieiras, no município de Caçapava do Sul, que está localizado na chamada Zona da Campanha do estado do Rio Grande do Sul, distante aproximadamente 262 km da capital do estado, Porto Alegre.

A área de estudo está inserida na Suíte Granítica Caçapava do Sul (SGCS), localizada no Escudo Sul-Riograndense. A Suíte Granítica Caçapava do Sul, com idade aproximada de 540 Ma, é constituída principalmente por sienogranito, contornando e intrudindo monzogranito a allanita granodiorito, médio a fino, dominante na porção central, com foliação protomilonítica ao longo das bordas do corpo granítico. A SGCS possui uma forma de corpo elíptico com o eixo maior orientado na direção N-S. Esta compreende dois corpos graníticos intrusivos no Complexo Metamórfico Vacacaí, sendo que este complexo forma um cinturão metamórfico no entorno da SGCS (Porcher *et al*., 2000).

1.2 Uso do laser scanner 3D

Nos últimos anos houve uma crescente utilização do scanner a laser terrestre em diversas áreas, sendo utilizado principalmente na documentação gráfica e métrica de objetos variados. O uso dessa técnica de monitoramento é consideravelmente aceito pelas empresas, pois utiliza-se de maneiras não invasiva e não destrutivas, assim não necessitando de contato direto com o material. O scanner a laser terrestre é considerado um equipamento de sensoriamento remoto, pois consegue captar uma grande quantidade de dados com alta taxa de aquisição de uma superfície observada e, de certa forma, com grande precisão (Bellian et al, 2005).

1.3 Aplicação do scanner a laser terrestre 3D na mineração

A tecnologia LIDAR presente no scanner a laser terrestre vem sendo utilizada desde 1995 para realização de trabalhos na área de estratigrafia de maneira qualitativa e quantitativa, os trabalhos de Kerans and Tinker (1997) e Read *et al*. (1995) são exemplos de aplicação dessa tecnologia.

Segundo Rocha (2002), o levantamento topográfico em mineração com o uso do Scanner a Laser Terrestre 3D possui vantagens em relação a outros sistemas de medidas topográficas, pois possibilita um maior rendimento, maior velocidade, precisão e segurança, visto que permite capturar informações topográficas em lugares inacessíveis como tetos e galerias irregulares de minas. Ele também menciona outras aplicabilidades do equipamento em ambiente de mineração, que estão descritos logo abaixo:

- auxilia no controle do ângulo de talude;
- permite a cubagem de pilhas pulmão e depósitos de estéreis;
- facilita o levantamento de estruturas geológicas como falhas e dobras;
- realiza monitoramento de cavidades, erosões e deslizamentos;
- possibilita o levantamento de volumes de caçambas e conchas dos equipamentos.

Muitas empresas de mineração estão descobrindo que os scanners a laser terrestres fornecem um método de levantamento e monitoramento de minas que podem ajudar a aumentar a produtividade e melhorar a competitividade no mercado. Conforti (2017) utilizou dois tipos de scanners a laser terrestres na mineração, um scanner laser estático e um móvel, para comparar resultados de testes de campo em diferentes aplicações na mineração, incluindo estimativas de volumes, com o objetivo de obter o nível mais alto de precisão e a melhor cobertura de áreas inacessíveis. Ele utilizou-se de nuvens de pontos geradas e do georreferenciamento desses pontos, assim como, mapas de declives e mapas de superfícies de deslocamentos em seus resultados e discussões.

2. METODOLOGIA

Verificou-se e analisou-se a aplicabilidade do Scanner a Laser Terrestre 3D em praças e taludes em bancadas de trabalho, nos avanços de lavra em mineração de calcário, utilizando-se de coleta de dados, estudo bibliográfico e caracterização dos procedimentos realizados.

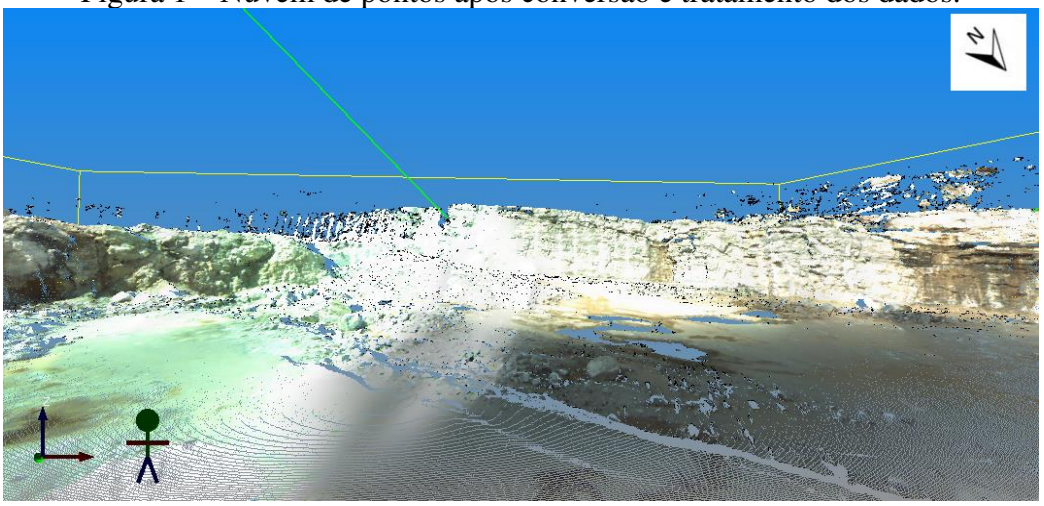
Inicialmente buscou-se averiguar na prática o funcionamento do Scanner a Laser 3D, possibilitando experiência com o método, de maneira a obter os melhores resultados possíveis. Os monitoramentos foram realizados ao longo de 4 meses, totalizando aproximadamente 16 varreduras com o equipamento, o grande intervalo de tempo decorreu devido ao mal tempo predominante na região e a disponibilidade da empresa em nos receber. Porém grande parte dos dados coletados foram descartados devido a irregularidades nos pontos e superfícies da cava, espaços não mapeados e posicionamento desfocado do equipamento em relação a área de interesse.

Após a realização de alguns monitoramentos, objetivou-se averiguar as dimensões de praças de trabalho e controle de talude, fatores esses de suma importância no avanço de lavra em uma mineração.

3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Primeiramente foi realizado medidas utilizando uma trena de mão, para assim mapear metricamente as dimensões da praça, bancada de trabalho e altura de talude. Posteriormente realizou-se o mapeamento da área com o scanner 3D, assim possibilitando coletar as medidas, que anteriormente foram coletadas com trena e que demandaram muito mais tempo. Utilizou-se a nuvem de pontos gerada nos processos de varredura no software, para precisão construtiva em modelagem 3D dos pontos obtidos (Figura 1).

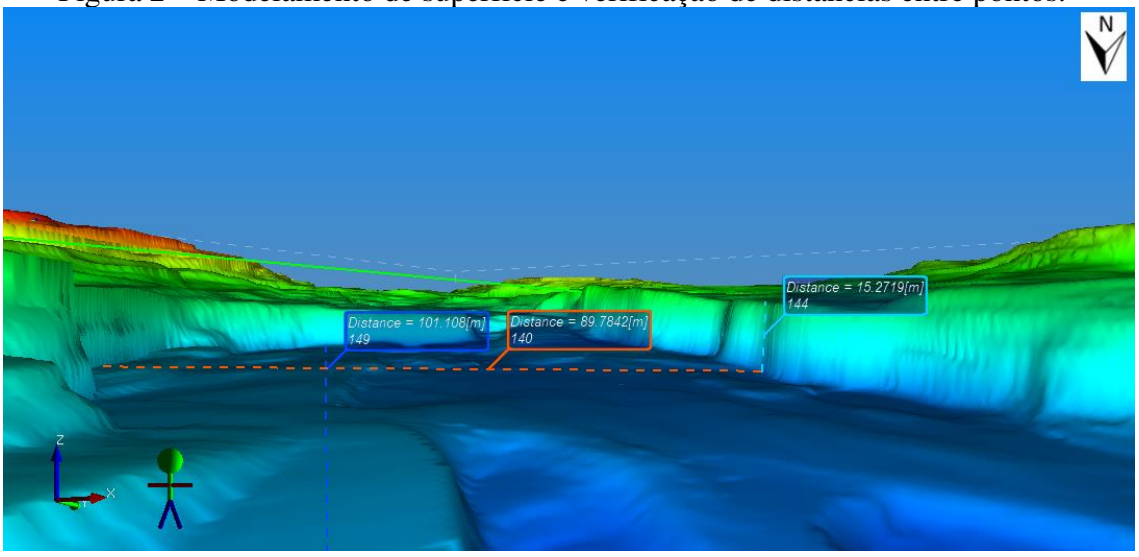
Figura 1 – Nuvem de pontos após conversão e tratamento dos dados.



Fonte: do autor, 2018.

Com os dados em mãos, extraiu-se do software (Stonex 3D Reconstructor) as medidas referentes a praça e o talude de avanço da cava, utilizando a ferramenta de modelamento de superfície (Figura 2), os quais também haviam sido medidos *in situ* com a utilização da trena, de maneira a compará-los em sua precisão ou aproximação com os dados coletados pelo equipamento.

Figura 2 – Modelamento de superfície e verificação de distâncias entre pontos.



Fonte: do autor, 2018.

Observou-se no terreno diversas irregularidade, as quais foram minimizadas quando utilizado o modelamento de superfície, porém essas irregularidades em superfície dificultaram a precisão das medidas com a trena, o que ocasionou consequentemente valores diferentes dos medidos pelo software. Entretanto, em teste prévio realizado, buscou-se verificar a precisão do mapeamento dos pontos conhecidos com a realidade, e confirmou-se o constatado pelo manual do equipamento, que sua precisão chega na casa dos milímetros.

Após a coleta dos dados, buscou-se analisar a precisão do equipamento com a realidade, como demonstrado no Quadro 1, logo abaixo.

Quadro 1 – Resultado **médio aproximado**, das medidas realizadas com utilização de trena e com o Scanner 3D.

	Largura da praça	Comprimento da praça	Altura do talude
Trena	90 m	100 m	16 m
Scanner 3D	89 m	101 m	15 m

Fonte: do autor, 2018.

Pode-se observar a baixa variabilidade entre os valores, porém essa variabilidade demonstrada, deve-se a alguns fatores, tais como: irregularidade nas bancadas e praças de trabalho, o que ocasionou desníveis em superfície; elevado grau de faturamento nos taludes, ocasionado pelas condições geológicas presentes e de possível planejamento irregular no desmonte, que acarretou em faces de taludes deformadas e sem ângulo predominante, assim como a formação de repés.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo prévio sobre o scanner a lazer 3D, abre uma gama de oportunidades em termos de desenvolvimento científico e inovação, unindo a área de Sensoriamento Remoto ao planejamento mineiro, atividade fundamental no importante processo de lavra e beneficiamento de minérios, podendo ser aplicada nos mais diversos setores e tipos de minas.

Através da aplicação do equipamento em mina de calcário, foi possível observar que o uso do equipamento é valioso e incomparável. A obtenção de dados e informações da mina ocorreu de forma rápida e segura, sendo capaz de alcançar lugares inacessíveis, instáveis e de risco, onde extraiu-se uma alta densidade de pontos, sendo assim, adquirida e processada em um baixo tempo, trazendo assim, condições de analisar a situação atual e futura da área.

O manuseio do equipamento é relativamente simples, porém é necessário que o operador esteja preparado e familiarizado com os princípios básicos de operação, para obter um melhor aproveitamento dessa tecnologia. Deve-se também estar ciente das limitações impostas pelo equipamento e do seu funcionamento. Mostrando-se possível a realização desse trabalho de campo, que trouxe resultados em menos tempo de trabalho, minimizando os custos e possibilitando bons resultados se comparados os métodos utilizados no passado.

A utilização do software para interpretação de dados é de suma importância, e esse processo pode ser demorado devido a pouca familiarização com o mesmo, por isso apesar da prática de campo ser rápida e eficiente, o tratamento dos dados já é algo que demanda mais tempo.

O presente trabalho pode servir de suporte a futuras pesquisas realizadas na região estudada, pois apresenta de maneira mais geral uma dentre tantas outras aplicações possíveis do equipamento, podendo ser utilizado em estudos geológicos e ambientais, assim como na área de construção civil, pois demonstrou-se uma técnica viável, inovadora e confiável em se tratando de representação tridimensional de pontos.

5. REFERÊNCIAS

BELLIAN, J. A., KERANS, C., JENNETTE, D. C. **Digital Outcrop Models: applications of terrestrial scanning lidar technology in stratigraphic modeling**. Journal of Sedimentary Research, v. 75, n. 2, p. 166-176, 2005.

CONFORTI, D. Optech Incorporated. Using Static and Mobile Laser Scanners to Measure and Manage Open Pit Mines. Open Pit Mine Surveying. ILRIS Application Note: IL – 004, REV A. Canada, 2017.

GERRY, M. President PhotoSat. **Leaders in Satellite Surveryng for Mining and Energy**. Vancoucer, British Columbia, Canada, 2016.

KERANS, C., AND TINKER, S. **Sequence Stratigraphy and Characterization of Carbonate Reservoirs**: SEPM, Short Course, no. 40, 130 p, 1997.

PORCHER, C. A.; LOPES, R. C; J. A. FONSECA. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. Ministério de Minas e Energia, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM**. Cachoeira do Sul, Folha SH.22-Y-A. Brasília, Distrito Federal, 2000.

READ, J.F., KERANS, C., WEBER, L.J., SARG, R., AND WRIGHT, F.M. **Milankovitch Sea-Level Changes, Cycles, and Reservoirs on Carbonate Platforms in Greenhouse and Ice-house Worlds**: SEPM, Short Course no. 35, 147 p, 1995.

TOMMASELLI, A. M. G. **Um Estudo Sobre as Técnicas de Varredura a Laser e Fotogrametria para Levantamentos 3D a Curta Distância**. GEODÉSIA Online - Revista da Comissão Brasileira de Geodésia. 4 / 2003 [ISSN 1415-1111].

VAN DER MERWE, J. W., ANDERSEN, D. C. **Applications and benefits of 3D laser scanning for the mining industry**. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, v. 113, n. 3, 2013.