

## El abatimiento mecanizado de rocas inestables y la seguridad en el trabajo en una mina subterránea de oro

### O abatimento mecanizado de rochas instáveis e segurança no trabalho em mina subterránea de ouro

#### The mechanical scaling of unstable rocks and work safety in an underground gold mine

Recibido: 10/10/2017

Aprobado: 01/05/2018

Publicado: 27/09/2018

Mario Parreiras de Faria<sup>1</sup>

Ada Ávila Assunção<sup>2</sup>

En los últimos años, la introducción de un equipamiento llamado *scaler* buscó controlar la exposición al riesgo de accidentes durante la actividad de abatimiento de “choco”. Los objetivos de este artículo son analizar las ventajas y limitaciones de la tecnología de abatimiento mecanizado de rocas inestables; identificar las dificultades y los riesgos para los operadores y las estrategias utilizadas en el desempeño de la actividad. Se realizó una investigación cualitativa, combinando análisis documental y entrevistas con seis trabajadores durante cuatro sesiones colectivas, utilizando guión previo. El uso del *scaler* trajo beneficios para la seguridad y minimizó el esfuerzo físico necesario en la actividad. Factores organizacionales y la concepción del equipamiento agravan la situación, dado que no tienen en cuenta las características físicas y psicológicas de los operadores y la gestión implicada en la actividad.

**Descriptor:** Minería; Salud laboral; Prevención de accidentes.

Nos últimos anos, a introdução de um equipamento chamado de *scaler* buscou controlar a exposição ao risco de acidentes durante a atividade de abatimento de “choco”. Os objetivos deste artigo são analisar as vantagens e limitações da tecnologia de abatimento mecanizado de rochas instáveis; identificar as dificuldades e os riscos para os operadores e as estratégias utilizadas no desempenho da atividade. Realizou-se pesquisa qualitativa, combinando análise documental e entrevistas com seis trabalhadores durante quatro sessões coletivas, utilizando roteiro prévio. O uso do *scaler* trouxe benefícios para a segurança e minimizou o esforço físico necessário na atividade. Fatores organizacionais e a concepção do equipamento agravam a situação, uma vez que não levam em conta as características físicas e psicológicas dos operadores e a gestão implicada na atividade.

**Descritores:** Mineração; Saúde do trabalhador; Prevenção de acidentes.

In recent years, a device called *scaler* was introduced, aimed to control exposure to the risk of accidents during the activity of elimination of “choco”. The objectives of this article are to analyze the advantages and limitations of the mechanized technology for elimination of unstable rocks; to identify the difficulties and the risks for the operators and the strategies used in the execution of this activity. A qualitative approach was used, combining documental analysis and interviews with six workers during four collective sessions, using a script as a guide. The use of the *scaler* has brought benefits to the safety and has also minimized the physical effort required by the activity. Organizational factors and the design of the equipment worsen the situation, since the latter does not take into account the physical and psychological characteristics of the operators, neither does the management involved in the activity.

**Descriptors:** Mining; Occupational health; Accident prevention.

1. Médico. Especialista en Medicina del Trabajo. Magister en Salud Pública. Auditor Fiscal del Trabajo del Ministerio de Trabajo, Brasília, Brasil. ORCID: 0000-0002-3496-8664 E-mail: marioparreiras55@gmail.com

2. Médica. Especialista en Medicina Preventiva. Especialista en Medicina del Trabajo. Magister y Doctora en Ergonomía. Pos-Doctorado en Salud Pública. Profesora Asociada del Departamento de Medicina Preventiva y Social de la Universidad Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte MG, Brasil. ORCID: 0000-0003-2123-0422 E-mail: adavila@medicina.ufmg.br

## INTRODUCCIÓN

**E**l sector extractivo mineral registra elevadas tasas de mortalidad relacionadas a los accidentes de trabajo<sup>1-4</sup>. Tales accidentes son causados por diversos factores, como explosión de gases o polvareda, problemas relacionados a la electricidad, caídas de rocas de los techos y paredes de galerías de minas subterráneas<sup>5</sup>. En cuanto a los últimos, por un lado, provocan lesiones, incapacidad, muerte y sufrimiento; y, por otro, rompimiento de equipamientos, interrupción de las operaciones y altos costos resultantes de los daños productivos y sociales<sup>6,7</sup>.

En minas de oro, la prevalencia de mortalidad relacionada a las caídas de rocas es tres veces mayor cuando es comparada al promedio del sector en general<sup>8</sup>. En 1995, ocurrieron 2.068 incidentes de este tipo en minas de oro y platina en África del Sur, los cuales resultaron en 198 muertes. Las caídas de rocas ocuparon el primer lugar entre las causas de muerte en las explotaciones de Sudáfrica, en el período de 1996 a 2005. En el año de 1999, 62,6% del total de accidentes fatales (n=107) en la industria de la explotación de oro fueron ocasionados por caídas de rocas<sup>9</sup>.

En los Estados Unidos de América del Norte (EUA), en 1999, la tasa de mortalidad fue 20 veces mayor en explotaciones subterráneas cuando fueron comparadas a los sectores industriales. Casi 75% de las muertes son debidas a los impactos de las caídas de rocas de los techos o laterales de las galerías sobre el trabajador. Entre 1996 y 1998, ocurrieron 256 accidentes fatales en el sector mineral de aquel país, de los cuales 45 fueron causados por caídas de rocas<sup>10</sup>.

Para disminuir la inseguridad en las minas, los operadores identifican rocas inestables – “chocos”, para el sentido-común – antes de iniciar la jornada propiamente

dicha. Luego de identificados, en los techos y laterales de las galerías en minas subterráneas, los “chocos” deben ser retirados (abatidos), utilizando en la mayoría de las minas, una palanca metálica. El nombre “choco” viene del hecho de que la percusión de las rocas inestables con la palanca metálica produce un sonido “choco”, revelando que aquella porción de la roca está despegada del macizo rocoso y, por lo tanto, con riesgo de caer sobre los trabajadores o máquina y equipamientos de la mina<sup>11</sup>.

Estos operadores que identifican y abaten “chocos” trabajan en situación de riesgo. En explotaciones subterráneas de calcáreo, en los EUA, entre 1984 y 1994, cerca de un tercio del total de 201 accidentes registrados en las actividades de control de macizos rocosos estaba relacionado a las actividades de abatimiento de “choco”. Estos accidentes resultaron en 11 muertes, entre ellas, la de un operador trabajando en el abatimiento de rocas mecanizado con *scaler*<sup>11</sup>.

El *scaler* es un equipamiento de gran porte que se desplaza sobre neumáticos, siendo dotado de un brazo mecánico telescópico que puede extenderse por hasta nueve metros, que es utilizado en el abatimiento de rocas propiciando a su operador el permanecer distante del lugar del “choco” a ser abatido.

En los últimos años, la introducción del *scaler* es una innovación que tuvo como fin controlar la exposición al riesgo de accidentes durante la actividad de abatimiento de “choco”. La implantación de la nueva tecnología permite, en minas dotadas de galerías más amplias, aumentar la productividad y proporcionar mayor seguridad, pues el operador está protegido en el interior de la cabina<sup>12</sup>, según ilustra la Figura 1.



**Figura 1.** Foto ilustrativa de la cabina y del operador de *scaler*.

Este estudio tiene como objetivos: analizar las ventajas y limitaciones de la tecnología del abatimiento mecanizado de rocas inestables e identificar las dificultades y los riesgos para los operadores de equipamiento mecanizado y las estrategias utilizadas en el desempeño de su actividad.

## MÉTODO

Se realizó una investigación durante los años de 2006 y 2007 utilizando un abordaje cualitativo, combinando análisis documental y entrevistas con grupos de trabajadores envueltos en la tarea de abatimiento de “chocos” en una mina subterránea de oro con 800 metros de profundidad, 840 empleados y localizada en Minas Gerais, Brasil.

Los criterios para la selección de los sujetos fueron: estar en ejercicio de la actividad de abatimiento de “chocos” en el momento de la investigación y aceptar participar de la investigación foco del estudio.

Fueron realizadas entrevistas de acuerdo con el guión previo que, en vez de preguntas, se orientó por temas de interés, siendo estos: a) la descripción del trabajo; b) la aparición de imprevistos durante la tarea; c) el encuentro y la identificación de rocas inestables; d) los accidentes vivenciados; e) el trabajo con el *scaler* y el abatimiento manual. Dependiendo del contenido de los discursos recogidos, los entrevistadores formularon nuevas preguntas en tiempo real.

Las entrevistas fueron efectuadas en cuatro sesiones (una por semana), en un período de 29 días, durante el año de 2007. Las entrevistas fueron grabadas después de la firma por los entrevistados del término de consentimiento libre y aclarado,

garantizándose el anonimato. La duración total de las entrevistas fue de 308 minutos, teniendo una duración, cada una, entre 60 y 97 minutos.

Con el fin de estimular la discusión con el grupo de operadores, se utilizó la técnica del incidente crítico<sup>13</sup>. Fue solicitada a los participantes la descripción de incidentes asociados a los resultados insatisfactorios o a los accidentes. Los trabajadores fueron estimulados a explicitar eventos positivos o exitosos, para evitar el foco exclusivo en los problemas o en las situaciones críticas esperadas en situaciones de innovaciones tecnológicas, pues un tema como el cambio tecnológico no debe necesariamente ser reducido a aspectos problemáticos<sup>14</sup>.

Se procedió al análisis cualitativo del contenido de las entrevistas, construyéndose un cuadro de categorías analíticas<sup>15</sup>. Este análisis permitió describir las propiedades específicas a los métodos de seguridad y al conjunto de relaciones que envolvían el trabajo con el *scaler*.

El análisis del material se dio en un proceso de vaivén. Así, el estudio de las entrevistas pasó por un proceso en espiral, por medio del cual el material fue trabajado en múltiples etapas que se sucedían una a las otras. Los cuidados éticos de este estudio fueron tomados con aprobación del proyecto en el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Federal de Minas Gerais (Parecer ETIC 31/07).

## RESULTADOS

La muestra de seis trabajadores integra el universo de cuarenta y un trabajadores envueltos en la tarea de abatimiento manual

o mecanizado de “chocos”. La Tabla 1 presenta las características de los operadores seleccionados.

**Tabla 1.** Trabajadores en la mina subterránea de oro de acuerdo a la edad, tiempo de servicio y función. Minas Gerais, 2007.

Edad	Tiempo en la empresa	Función actual
OP1 - 39 años	7 años	Operador de <i>scaler</i>
OP2 - 39 años	15 años y 6 meses	Operador de <i>scaler</i>
OP3 - 39 años	6 años y 9 meses	Operador de <i>scaler</i>
OP4 - 30 años	1 año y 2 meses	Auxiliar de <i>scaler</i>
OP5 - 34 años	1 año y 6 meses	Abatimiento manual
OP6 - 24 años	11 meses	Auxiliar de abatimiento manual

Como categorías presentadas se encuentran: *Factores Intrínsecos: La introducción de la tecnología y los límites del scaler; Factores Extrínsecos: la introducción del scaler; Factores Extrínsecos: las normas operacionales y los factores de riesgo; y, Factores Extrínsecos: la manutención del scaler.*

### Factores Intrínsecos

Para los operadores, el proceso de abatimiento mecanizado de “chocos” con *scaler*, si es comparado al proceso de abatimiento manual, es más seguro contra los riesgos de caída de fragmentos de rocas:

*“ya que romper ‘choco’ manual, es mucho mejor... Porque manual el riesgo es mayor, gente... conmigo mismo ya cayó piedra en la cabina... si no estuviese en la cabina yo no estaba acá... [la cabina] protege” (OP. 2).*

Adicionalmente, el *scaler* exigiría menos esfuerzo físico, pues, en el caso del abatimiento manual, los operadores utilizan largas y pesadas barras metálicas para alcanzar puntos distantes y más elevados de las galerías:

*Es riesgo [de caída de rocas] y el esfuerzo físico (OP 3). Generalmente, el saneamiento manual es muy cansador” (OP.5).*

### La introducción de la tecnología y los límites del scaler

Señales sonoras específicas (una especie de chasquido) indican la inestabilidad del macizo y de sus efectos como fracturas o caídas. Además de la percepción auditiva, el trabajo solicita percepción visual para identificar la existencia de “chocos” después

de la estabilización del macizo y depende de una iluminación adecuada para identificar las rocas a ser retiradas.

Las fuentes de iluminación son los faroles instalados en el *scaler* y la linterna del operador auxiliar. Los auxiliares mantienen el área mojada para disminuir la polvareda y señalizan la presencia de “chocos” por medio de linterna especial conectada al *scaler*. Los operadores reconocen el papel del auxiliar en la ejecución de su tarea:

*Inclusive teniendo estos faroles, este [el scaler] tiene en general unos puntos ciegos... (OP3)*

*No tengo completamente una visión periférica. Porque quien tiene una visión periférica es el auxiliar, porque hay cosas que veo que él no ve, ¿se entiende? Y viceversa” (OP1).*

La robustez y el porte del equipamiento tiene como contrapartida la lentitud de sus movimientos, con reducción de la eficacia de la operación de abatimiento de rocas y atraso en el cumplimiento de las metas de producción, como observado en la conversación de un operador:

*El scaler es una buena máquina... pero es un equipamiento lento... es un equipamiento robusto y hay determinados puntos en que perjudica mucho el saneamiento perfecto, ¿no? (OP3).*

Dependiendo del fabricante del equipamiento (Dux® o Gatman®), nuevas situaciones son colocadas para el operador. Ejemplificando, uno de los modelos de *scaler* genera mayor calentamiento de la cabina, como fue apuntado por un investigador:

*Cuando usas el Gatman trabajas con la puerta abierta... se calienta mucho. OP1.*

Por ser más leve, el *scaler* Gatman® no garantiza la estabilidad de la cabina en los casos de abatimiento de rocas más

voluminosas y pesadas y ocasiona impactos sobre el cuerpo del operador:

*Da mucho impacto en la espalda, tirones... el impacto que recibes en el momento en que la piedra desciende... es como si chocásemos en un auto... (OP1).*

### **Factores Extrínsecos: la introducción del scaler**

A pesar de la protección contra los riesgos de caídas de rocas, el trabajo en la mina con scaler no elimina los daños sobre el cuerpo y el malestar presentes en el cotidiano de los operadores, como apuntan:

*El malestar también viene después cuando bajamos de este... las piernas están quemando (énfasis) demasiado... mucho dolor... y dolor de cabeza... (OP3).*

### **Factores Extrínsecos: las normas operacionales y los factores de riesgo**

La distancia propuesta restringe el campo visual del operador y puede disminuir la capacidad para identificar las rocas inestables, especialmente aquellas de pequeñas dimensiones. Uno de los operadores, citando unas áreas en trabajo, relata que:

*Allí no hay como posicionarse a 20 metros. Tienes que parar, mirar más o menos como es que va a ser, muchas veces tienes que posicionar el scaler yendo hasta el montón y volviendo después. Tienes que hacer esa maniobra, ¿se entiende? (OP1).*

A cada día de trabajo, los operadores son designados para trabajar en lugares diferentes, necesitando conocer las condiciones del macizo en los diversos frentes. Los operadores adoptan procedimientos diferenciados y duplican el nivel de atención cuando inician el trabajo en un área desconocida. Refiriéndose a un determinado tipo de macizo rocoso, un operador enfatiza:

*...allí tengo que estar más desconfiado... porque el cuarzo chasquea mucho... nada lo detiene. (OP3).*

Con el fin de obtener un mayor conocimiento sobre el proceso y las transformaciones del macizo, los operadores buscan informaciones junto a otros técnicos para planear y ejecutar la tarea con seguridad. Los trabajadores evalúan sus acciones y resultados alcanzados posteriormente a los eventos. Para el operador 1:

*Es muy importante que la persona tenga mucha experiencia y buena voluntad de aprender cosas, ¿no? Y adquirir experiencia. Cada día estamos aprendiendo*

*más cosas. No digo que sé todo, pero estoy aprendiendo todavía, ¿se entiende?*

### **Factores Extrínsecos: la manutención del scaler**

Las condiciones ambientales están asociadas al desgaste de los trabajadores, pero también de los equipamientos:

*Al final de las cuentas acaba con la máquina (OP1).*

*Y con el operador; y a una mayor frecuencia de averías y de paradas para correcciones (OP4).*

Para los operadores el scaler:

*Cuando llega nuevo, es una maravilla, cuando llega, llega nuevo... el problema nuestro, a veces, ellos no quisieron hablar, es la manutención... la manutención no es adecuada (OP2).*

Reforzando la importancia de la manutención adecuada de los scalers para la ejecución de una operación eficaz y para la producción:

*Cuando hay una manutención adecuada este no se pone lento, al contrario, se torna más fuerte (OP2).*

## **DISCUSIÓN**

La tarea de abatimiento de rocas inestables con el uso de equipamientos mecanizados reduce los esfuerzos físicos y las condiciones de riesgo de accidentes con caída de rocas. Sin embargo, los accidentes no fueron eliminados en virtud de una serie de factores ligados a las condiciones organizacionales y ambientales y a las variabilidades del macizo rocoso.

En una investigación en el archivo del Ministerio de Trabajo y Empleo, para datos de Minas Gerais, se identificó que, en solo una empresa de explotación subterránea de oro, en el periodo de 2000 a 2004, fueron registrados 285 accidentes (promedio anual de 57 accidentes). De estos accidentes, tres resultaron en muerte. En 64 accidentes se atribuyó a la caída de "chocos" (22,4%), entre estos, dos óbitos<sup>11</sup>.

Entre 2007 y 2009, la incidencia de accidentes de trabajo en el sector mineral brasileiro fue en promedio 53% más elevada que en los otros sectores económicos<sup>16,17</sup>.

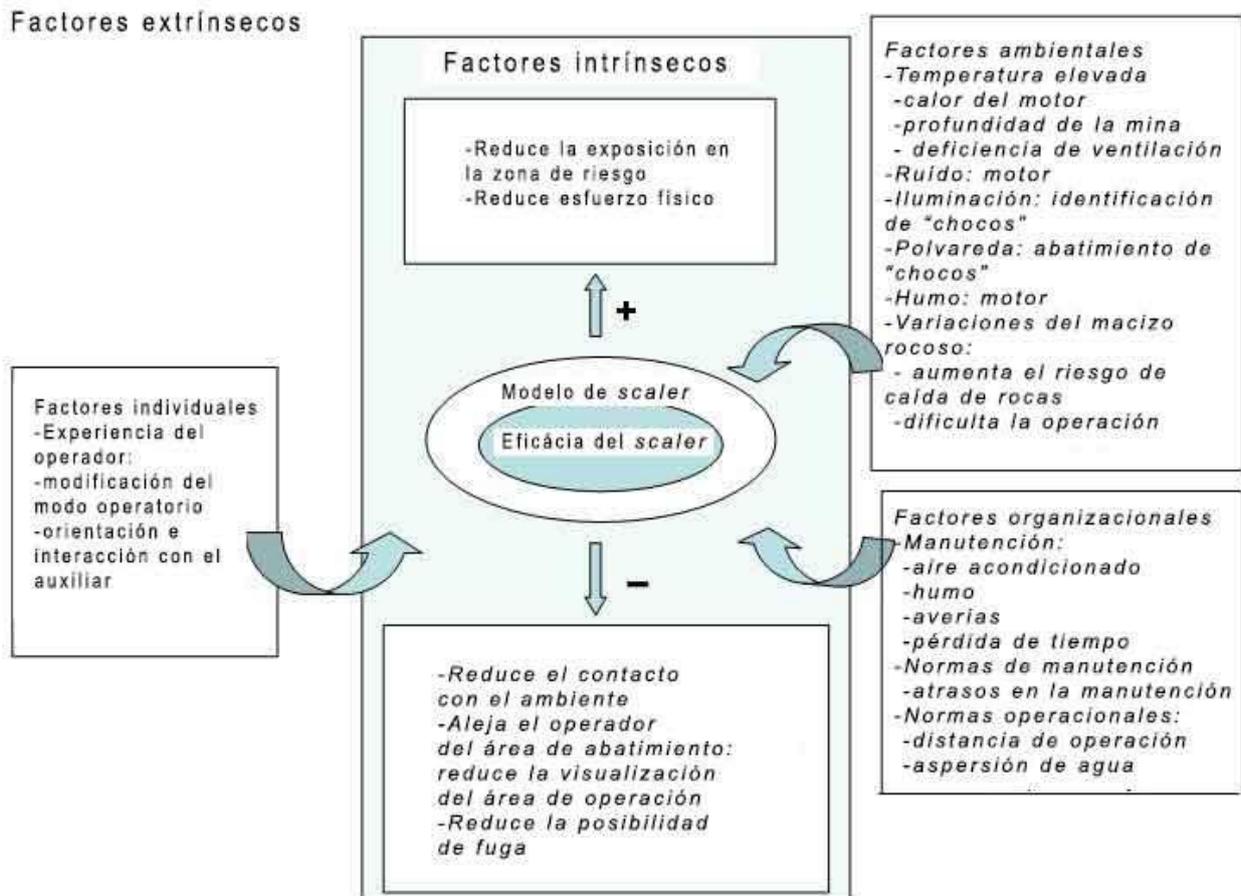
En los años de 2000 a 2012, datos presentados en 101 informes de accidentes en el sector mineral elaborados por la Superintendencia Regional del Trabajo de Minas Gerais informan que 79,2% fueron casos fatales. En cuanto al tipo, los impactos provocados por caídas de las estructuras

rocosas ocuparon el segundo lugar entre las causas de los accidentes (17,8% de los accidentes)<sup>18</sup>.

Con respecto a la subnotificación de los accidentes de trabajo en Brasil<sup>19</sup>, la explotación, en el período de 1999 a 2009, registra tasas de mortalidad (número de óbitos/número de empleos en el sector económico X 100.000) de 58,70 a 28,96,

mientras que las tasas nacionales variaron de 20,03 a 7,58<sup>17</sup>.

En lo que se refiere a los factores intrínsecos y extrínsecos la Figura 2 ilustra un modelo síntesis de los factores intrínsecos y extrínsecos implicados en la actividad de abatimiento mecanizado siendo, por lo tanto, una línea interpretativa de los resultados encontrados.



**Figura 2.** Esquema ilustrativo de los factores intrínsecos y extrínsecos asociados a la eficacia del *scaler* en la prevención de accidentes en mina subterránea.

Por ser dotado de un brazo mecanizado movido por un sistema hidráulico en sustitución de las barras, el *scaler* permite al operador permanecer alejado del área donde se está realizando el abatimiento del "choco".

No obstante, los beneficios del *scaler* dependen del tipo de áreas trabajadas. Los operadores mencionan la caída de grandes bloques de roca sobre los equipamientos que no resisten a los graves impactos sobre sus partes o componentes.

La baja luminosidad es agravada por el *design* de la cabina, en la cual el campo de visión está limitado. Los operadores y sus auxiliares son guiados por señales luminosas

o sonoras, cuando disponibles radiotransmisores, para compartir las operaciones, con el fin de, por ejemplo, una mejor posición para el brazo mecánico del equipamiento. Los tipos de señales básicas son estandarizadas, conocidas y respetadas por todos.

Los operadores enfatizan, una vez más, la importancia del auxiliar, especialmente en la identificación y señalización de la existencia de riesgos y la necesidad de abandonar el lugar en caso de emergencia.

Los operadores prestan atención en la dirección del flujo luminoso. Señales ambiguas generan impases en las decisiones,

dado que puede suceder también de que el operador no vea la señal luminosa enviada por un colega.

Para mejorar la iluminación y humedecer los frentes de trabajo, los auxiliares se desplazan en las proximidades del *scaler*. Con esto, causan movimientos aleatorios del haz de luz de su linterna no relacionados a una señal en específico. Delante de esta realidad, es necesaria atención duplicada durante las operaciones.

El pequeño espacio en el interior de la cabina puede dificultar las situaciones de fuga, como en el caso de riesgo inminente de colapso o caída descontrolada del macizo rocoso. Esta restricción es agravada por el uso de los equipamientos de seguridad.

En suma, la implantación del abatimiento mecanizado es una medida de seguridad que genera zonas de inseguridad, pues la dimensión de la cabina del equipamiento y su "lentitud", aliadas al posicionamiento de sus dispositivos de control (pedales, volante, palancas y otros) pueden crear dificultades en situaciones de fuga.

El *scaler* con sistema de percusión en sustitución a la palanca es más confortable, sin embargo, al percutir sobre la roca produce inestabilidad y genera más "chocos". Por esta razón, fue abandonado.

Durante su actividad, los operadores de *scaler* están expuestos a la polvareda, a las temperaturas elevadas, al ruido y a los gases provenientes del escapamiento del motor, y enfrentan las averías del equipamiento, el desgaste de piezas y la deficiencia de la manutención.

La aspersión de agua sobre las rocas no es suficiente para eliminar la generación de polvareda resultante de la actividad de abatimiento de "choco" ni la exposición de los trabajadores a este factor de riesgo.

Para explicar la incomodidad en la mina, se suma la polvareda a exposición a temperaturas elevadas en áreas más profundas con restricción de ventilación. El funcionamiento del motor y de la bomba del sistema hidráulico del *scaler* agrava la nocividad del ambiente.

Otro factor que contribuye al malestar térmico es el funcionamiento inadecuado del sistema de aire acondicionado de la cabina del *scaler*. En esta situación, las medidas para aliviar los efectos del microclima son extremas: sacarse el uniforme o la puerta del equipamiento en el intento de minimizar el malestar y la sudoración intensa.

La exposición al ruido proveniente del funcionamiento del motor del *scaler*, a semejanza de la exposición a temperaturas elevadas, es motivo de sentimientos negativos.

La empresa establece normas de ejecución que deberán ser cumplidas por los trabajadores durante el abatimiento de "chocos", entre las cuales la ya mencionada aspersión de agua sobre el macizo rocoso y sobre el mineral desmontado. Los operadores relatan que la aspersión de agua durante el abatimiento de "choco" interfiere en la percepción visual de las irregularidades o fisuras en las rocas, las cuales son indicios, para los que tienen más experiencia, de inestabilidades del macizo y del riesgo de caídas de bloques rocosos.

La aspersión de agua, al provocar un *shock* térmico en el macizo rocoso, aumenta la frecuencia de "crepitaciones" y perturba la percepción porque se moja el techo, el mineral estalla, ahí no sabes si aquel chasquido es una acomodación de la roca o si es un "choco" grande que se va a caer.

Entre los factores que le dan complejidad a la tarea de abatimiento de "choco" existe, además, las variaciones del comportamiento del macizo rocoso de la mina en trabajo que, además de sufrir influencias de las detonaciones, presenta alteraciones en su estructura en función de los tipos de roca que componen los diversos cuerpos minerales.

El desgaste del equipamiento y las dificultades de manutención ocasionan problemas como fugas en su sistema hidráulico y llevan a la reducción de la potencia de la palanca del equipamiento y consecuente pérdida de la eficacia en el abatimiento del "choco".

Las normas de la empresa exigen la autorización de la jerarquía para interrumpir

el trabajo y desplazar el equipamiento hasta el taller localizado en la superficie de la mina en los casos de defectos o averías más serias. Los operadores critican estas normas debido a los atrasos resultantes de la ausencia de autonomía para resolver un problema.

Frente a las dificultades de obtener la presencia de los mecánicos de manutención y en el intento de solucionar las dificultades provenientes de defectos del equipamiento, los operadores toman la iniciativa de realizar reparaciones en los propios lugares de trabajo en el subsuelo. Además, las iniciativas de los operadores en reparar alguna avería producen un bache en las normas de producción y no son reconocidas por la jerarquía, generando conflictos entre operadores y gerentes.

Frente a los imprevistos, a las dificultades y a los peligros que surgen durante su actividad, los trabajadores de la mina expresan sentimientos ambiguos de admisión y de negación del miedo. En situación de riesgo, los trabajadores consiguen reconocer el peligro y distinguir situaciones que, a pesar de las apariencias, no son peligrosas<sup>19</sup>.

Los mecanismos que buscan aumentar el nivel de seguridad pueden producir nuevos riesgos y nuevos tipos de accidentes. La reducción de la aparición de accidentes relacionados a las explosiones de gas metano después de la introducción de la lámpara de Davy en las minas inglesas de carbón, pero recuerda el concomitante aumento del número de accidentes por derrumbe de rocas en las áreas más profundas<sup>20</sup>.

La utilización del *scaler* solo es posible en ambientes de galerías más amplias y de grandes cuerpos minerales, tornando viable el desmontaje de mayores volúmenes de roca por medio de grandes cantidades de explosivos. Estas son situaciones conocidas de inseguridad del trabajo debido al desplazamiento y caída de bloques rocosos. Los operadores entrevistados refieren la lentitud y las dificultades de movimiento del equipamiento durante el abatimiento al "choco". El *scaler* presenta buen nivel de seguridad para la operación pero, en función de su tamaño y peso, el cambio de dirección y

posición es pesado e implica esfuerzos adicionales.

Los operadores son conscientes de las limitaciones en la interacción con el ambiente, lo cual es considerado fundamental para la gestión individual del riesgo. Las características de la cabina del *scaler* reducen la seguridad ecológica y ocasionan perturbaciones en la identificación de rocas inestables. El campo visual de los operadores está restringido cuando se trabaja en el interior de la cabina. Son situaciones semejantes de un estudio sobre accidentes relacionados a la caída de árboles<sup>21</sup>.

En cuanto a los diferentes tipos de *scaler* disponibles en el mercado, se relata que la utilización de un determinado modelo en la explotación de oro llevó al surgimiento de nuevos "chocos" durante la operación de abatimiento, explicando la expansión de tareas manuales en el transcurrir del proceso<sup>12</sup>.

Los datos recolectados de las entrevistas indican que la situación es mantenida bajo control por medio de un esfuerzo activo de los trabajadores para corregir los desvíos y disfunciones, como ilustra el ejemplo del procedimiento de mojar puntos del frente de trabajo distantes del equipamiento en uso.

En un compromiso de obtener una solución para la dificultad presentada durante la acción, los operadores mantienen la situación bajo control, en un proceso, que es descrito como gestión dinámica de la actividad<sup>22</sup>. La regulación del tiempo de la operación para aumentar su seguridad después de rociar agua en el frente de trabajo es un procedimiento diferente de aquel estandarizado por la jerarquía y constituye una salida para enfrentar las dificultades y restricciones surgidas durante el trabajo, en la búsqueda de eficacia y seguridad en su tarea.

Mojar la roca, para disminuir la polvareda, dificulta la percepción de indicios de caída. Esta paradoja está en la base de la elaboración de estrategias operatorias finas por los operadores junto al auxiliar, las cuales permiten el desarrollo de

competencias y de modos operatorios para facilitar la operación y ampliar la seguridad. Cuando el operador altera la forma prescripta de aspersión de agua sobre el frente de trabajo para reducir las dificultades de percepción de indicios de caída de roca, él estaría movilizándolo el llamado “sexto sentido” o “sentido de la explotación minera”<sup>20</sup>.

Los resultados aquí presentados convergen con otros estudios sobre el papel de la organización del trabajo en el desarrollo de modos operatorios seguros por los trabajadores<sup>23,24</sup>. Se vio que operadores intentan cumplir los objetivos establecidos, sustentándose en redes informales de conocimientos de otros profesionales o sectores de trabajo.

Las redes solidarias en torno de las situaciones de trabajo permiten compartir las acciones y sus efectos, resaltando el nivel de cooperación necesario para su ejecución de modo productivo y seguro<sup>23</sup>.

## CONCLUSIÓN

Los operadores de *scaler* y sus auxiliares están sometidos a un conjunto de dificultades determinadas por los factores ambientales. Las dificultades pueden ser agravadas por las normas organizacionales.

Los operadores revelaron conocer los riesgos y las amenazas latentes de su actividad. Mayor seguridad en el trabajo podría ser alcanzada en un ambiente organizacional menos rígido, dando voz a los trabajadores en la búsqueda de la solución de los problemas surgidos en el trabajo, revalorizando su intuición y experiencia, al contrario de medidas que tienen una primacía de la imposición de normas de ingeniería de seguridad o de la legislación.

Los trabajadores también adaptan sus acciones a las condiciones reales de trabajo y a las coerciones del ambiente y del contexto de trabajo, no explicitados en los procedimientos formales para alcanzar los objetivos de la producción con seguridad. Los resultados de las entrevistas indican que parte considerable de la iniciativa está bajo el dominio de los trabajadores y no de la

estructura jerárquica, en que pesan las prescripciones gerenciales.

Por fin, la implantación de métodos de prevención y las intervenciones consideradas seguras cuando no incorporan el abordaje de las relaciones dinámicas en el ambiente y de las relaciones sociales existentes pueden explicar la producción de nuevos tipos de accidentes.

## REFERENCIAS

1. Peake AV, Ashworth SGE. Factors influencing the detections of unsafe hanging wall conditions: final project report [Internet]. [Pretória]: CSIR, SIMRAC; Out 1996 [citado en 10 ago 2016]. (GAP 202). Disponible en: [http://www.mhsc.org.za/sites/default/files/GAP\\_2021.pdf](http://www.mhsc.org.za/sites/default/files/GAP_2021.pdf)
2. Trotter DA, Kopeschny FV. Cap lamp improvement in canadian mines. *Appl Occup Environ Hyg.* 1997; 12(12):859-63.
3. Gyekye SA. Causal attributions of Ghanaian industrial workers for accident occurrence: miners and non-miners perspective. *J Safety Res.* 2003; 34(5):533-8.
4. Ghosh AK, Bhattacharjee A, Chau N. Relationships of working conditions and individual characteristics to occupational Injuries: a case-control study in coal miners. *J Occup Health.* 2004; 46(6):470-8.
5. Vingård E, Elgstrand K. Safety and health in mining. In: Elgstrand K, Vingård E, editores. *Occupational safety and health in mining: anthology on the situation in 16 mining countries* [Internet]. Gothenburg: University of Gothenburg; 2013 [citado en 17 ago 2016]. p. 1-14. (Arbete och Hälsa; vol 47; n 2). Disponible en: [https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/32882/1/gupea\\_2077\\_32882\\_1.pdf](https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/32882/1/gupea_2077_32882_1.pdf)
6. Hull BP, Leigh J, Driscoll TR, Mandryk J. Factors associated with occupational severity in New South Wales underground coal mining industry. *Saf Sci.* 1996; 21(3):191-204.
7. Duzgun HSB, Einstein HH. Assessment and management of roof falls risks in underground coal mines. *Saf Sci.* 2004; 42(1):23-41.
8. Leger J. Trends and causes of fatalities in South African mines. *Saf Sci.* 1991; 14(3):169-85.
9. Jaku EP, Toper AZ, Jager AJ. Updating and maintaining accident database: final project report [Internet]. [Pretória]: CSIR, SIMRAC; Mar. 2001 [citado en 17 ago 2016]. (GAP 727). Disponible en: <http://researchspace.csir.co.za/dspace/bitstream/10204/1819/1/GAP727.pdf>
10. Mark C, Iannacchione AT. Best practices to mitigate injuries and fatalities from rock falls. In: *Annual Institute of Mining Health, Safety and Research*; 31; 2000; Blacksburg. Proceedings ...

Blacksbourg: Virginia Polytechnic Institute and State University; 2000. p.115-130.

11. Grau III RH, Prosser LJ Scaling accidents in underground stone mines. In: Rock Products. p. 39-41.

12. Ottermann RW, Burger NDL, Wielligh AJ, Handley MF, Fourie GA. Investigate a possible system for 'making safe': final project report. [Internet]. [Pretória]: CSIR, SIMRAC; Feb 2002 [citado en 18 ago 2016]. (GEN 801). Disponible en: [http://www.mhsc.org.za/sites/default/files/Gen801\\_report\\_final.pdf](http://www.mhsc.org.za/sites/default/files/Gen801_report_final.pdf)

13. Vicente KJ. Homens e máquinas: como a tecnologia pode revolucionar a vida cotidiana. Estrada MID, tradutora. Rio de Janeiro: Ediouro; 2005.

14. Bauer MW, Gaskell G. Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático. Guareschi PA, tradutor. 2ed. Petrópolis: Vozes; 2002.

15. Maroy C. A análise qualitativa de entrevistas. In: Albarello L, Digneffe F, Hiernaux J-P, Maroy C, Ruquoy D, Saint-Georges P. Práticas e métodos de investigação em ciências sociais. Lisboa: Gradiva; 1997. p. 117-156.

16. Faria MP. Fatores intervenientes na segurança do trabalho de abatimento mecanizado de rochas instáveis em uma mina subterrânea de ouro. [disertación]. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais; 2008. 66 p.

17. Faria MP, Dwyer T. Safety and health in mining in Brazil. In: Elgstrand K, Vingård E, editors. Occupational Safety and Health in Mining: anthology on the situation in 16 mining countries [Internet]. Gothenburg: University of Gothenburg; 2013 [citado en 17 ago 2016]. p. 150-69. (Arbete och Hälsa; vol 47; n 2). Disponible en: [https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/32882/1/gupea\\_2077\\_32882\\_1.pdf](https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/32882/1/gupea_2077_32882_1.pdf)

18. Candia RC, Campos VM, Faria MP. Estudo de acidentalidade na mineração no Estado de Minas

Gerai. In: 8º Congresso Brasileiro de Minas a Céu Aberto, 8º Congresso Brasileiro de Mina Subterrânea, Workshop Economia Mineral: Recursos e Reservas [Internet]; 6-8 ago; 2014, Belo Horizonte, Brasil. Belo Horizonte: IBRAM, UFMG; 2014 [citado en 17 ago 2016]. Disponible en: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005702.pdf>

19. Correa PRL, Assunção AA. A subnotificação de mortes por acidentes de trabalho: estudo de três bancos de dados. Epidemiol Serv Saúde. 2003; 12(4):203-12.

20. Dwyer, TP. Vida e morte no trabalho: acidentes e a produção social do erro. Brant WC, Amado J, tradutores. Campinas: Unicamp; Rio de Janeiro: Multiação Editorial; 2006.

21. Schepens F. L'erreur est humaine mais non professionnelle: le bûcheron et l'accident. Sociologie du Travail. 2005; 47(1):1-16.

22. Amalberti R. Gestão da segurança: teorias e práticas sobre as decisões e soluções de compromisso necessárias. Mussulini D, tradutora. Botucatu: FMB-UNESP; 2016.

23. Diniz EPH, Assunção AA, Lima FAP. Prevenção de acidentes: o reconhecimento das estratégias operatórias dos motociclistas profissionais com base para negociação de acordo coletivo. Ciênc Saúde Colet. 2005; 10(4):905-16.

24. Fonseca ED, Lima FAP. Novas tecnologias construtivas e acidentes na construção civil: o caso da introdução de um novo sistema de escoramento de formas de laje. Rev Bras Saúde Ocup. 2007; 32(115):63-7.

#### CONTRIBUCIONES

**Mario Parreiras de Faria** realizó colecta, análisis, interpretación de los datos y desarrollo de la primera versión del artículo. **Ada Ávila Assunção** actuó en el delineamiento del estudio, análisis e interpretación de los datos y análisis crítico.

#### Cómo citar este artículo (Vancouver)

Faria MP, Assunção AA. El abatimiento mecanizado de rocas inestables y la seguridad en el trabajo en una mina subterrânea de oro. REFACS [Internet]. 2018 [citado en *agregar día, mes y año de acceso*]; 6(Supl. 2):542-551. Disponible en: *agregar link de acceso*. DOI: *agregar link del DOI*.

#### Cómo citar este artículo (ABNT)

FARIA, M. P. de; ASSUNÇÃO, A. A. El abatimiento mecanizado de rocas inestables y la seguridad en el trabajo en una mina subterrânea de oro. REFACS, Uberaba, MG, v. 6, supl. 2, p. 542-551, 2018. Disponible en: *<agregar link de acceso>*. Accedido en: *agregar día, mes y año de acceso*. DOI: *agregar link del DOI*.

#### Cómo citar este artículo (APA)

Faria, M. P. de & Assunção, A. A. (2018). El abatimiento mecanizado de rocas inestables y la seguridad en el trabajo en una mina subterrânea de oro. REFACS, 6(Supl. 2), 542-551. Recuperado en: *agregar día, mes y año de acceso de agregar link de acceso*. DOI: *agregar link del DOI*.