

AVALIAÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA MINERADORA NO ESTADO DE SERGIPE

CELIO LEMOS SANTOS JUNIOR

junior_celio10@hotmail.com

Gláucia Regina de Oliveira Almeida

glauca.roalmeida@gmail.com

Nathalia Stephane Santos Nascimento

nathalia_stephane@hotmail.com

Ádria Vasconcelos

adriaboquim@hotmail.com

Aline Passos

aline-s-passos@hotmail.com



O presente trabalho realizou um estudo de caso em uma mineração de agregados de produção de britas, onde buscou-se conhecer e avaliar todo o processo produtivo desse material, que vai desde a extração das pedras através de operações de desmontes, até o seu produto final classificado de acordo com a sua granulometria. Foi adotado a metodologia de Análise Preliminar de Riscos (APR) para os reconhecimentos dos riscos e perigos ambientais. A ferramenta classifica o risco de acordo com a sua severidade versus a sua probabilidade de ocorrência, com isso obtêm-se o grau de risco para os eventos detectados. Foram realizadas duas planilhas de APR, uma para mina e a outra para área de britagem, e com os resultados coletados, foram feitas recomendações com o objetivo de reduzir ou eliminar os riscos e perigos encontrados.

Palavras-chave: Mineração, Pedreira, processo produtivo, Análise Preliminar de Riscos, Avaliação de ruído

1. Introdução

O mercado de agregados fornece a matéria-prima mineral de maior consumo no mundo sendo necessária para o desenvolvimento dos países, de modo que esses insumos serão utilizados na construção de moradias, manutenção e criação de estradas e infraestrutura urbana. No Brasil, a indústria de agregados apresenta grande expansão e com a melhora na economia espera-se que esse mercado receba grandes investimentos. A produção nacional concentra-se principalmente no beneficiamento das rochas, no qual são encontradas as mineradoras a céu aberto, amplamente conhecidas como pedreiras.

No processo produtivo da pedra britada, observa-se que os trabalhadores estão expostos a uma série de riscos que podem comprometer a saúde e segurança trazendo sérios danos à saúde do trabalhador. Dentre os quais destacam-se os riscos físicos, químicos, biológicos conforme estabelece a Norma Regulamentadora NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, além dos ergonômicos e os riscos de acidentes.

Não gerenciar os riscos pode acarretar em ficar suscetível a ocorrência destes, e as suas consequências podem trazer sérios prejuízos, sejam eles, a perda de produtividade, multas dos órgãos competentes, afastamentos, e até mesmo a morte de funcionários. Monitorar os riscos com base na legislação é a melhor forma de prevenir eventos indesejados.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os riscos ambientais no processo produtivo de uma pedreira, localizada no estado de Sergipe. Foi realizado o reconhecimento dos riscos e condições perigosas encontradas no processo, realizou-se avaliações quantitativas e qualitativas e os resultados encontrados foram comparados com os limites de tolerância especificados pelas normas regulamentadoras, com o intuito de propor melhorias para neutralização dos riscos e perigos associados aos trabalhadores no ambiente de trabalho na pedreira.

2. Fundamentação teórica

2.1. Riscos ambientais

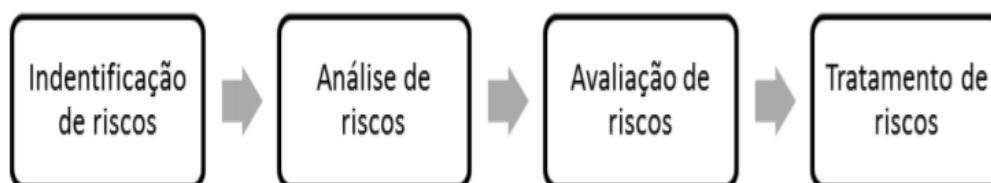
De acordo com Sanders e McCormick (1993), risco é a possibilidade ou chance de um determinado evento causar lesão, já o perigo é uma causa ou conjunto delas, que tem a capacidade de ocasionar ou contribuir para causar a lesão.

O risco estará presente em qualquer atividade exercida pelo ser humano, ao passo que qualquer ato realizado envolve um certo grau de incerteza. Segundo Ruppenthal (2013), o gerenciamento de riscos teve início nas indústrias após a segunda guerra mundial, oriundo ao rápido desenvolvimento das fábricas e conseqüentemente o aumento nos riscos associados. Sendo assim, ficou evidente a necessidade de garantir a proteção das empresas quanto aos riscos de acidentes.

O gerenciamento de riscos “é a ciência, a arte e a função que visa à proteção dos recursos humanos, materiais, ambientais e financeiros de uma empresa através da eliminação ou redução de seus riscos” (DE CICCO e FANTAZZINI, 2003).

De acordo com Catai (2012), o processo de gerenciamento de risco define-se uma seqüência de medidas e ações, estágios a serem executados como mostrado na figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de processos de gerenciamento de riscos



Fonte: CATAI (2012)

2.1.1. Análise preliminar de risco

Segundo Sella (2014), a análise preliminar de risco (APR) é uma metodologia empregada para identificação de riscos e eventos indesejados, as causas para a sua ocorrência, o modo como foi constatado, e as medidas de proteção para a neutralização.

A figura 2, mostra em ordem de execução as etapas que deverão ser seguidas para a elaboração e o desenvolvimento de uma análise preliminar de risco.

Figura 2 – Sequência de etapas para o desenvolvimento da APR



Fonte: SELLA (2014)

2.2. Riscos físicos

A NR 9 define como agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como infrassom e ultrassom. Caracterizam-se por agir sobre pessoas que estão ou não estão em contato direto com fonte geradora, necessitam de um meio de transmissão para espalhar os efeitos nocivos, provocam em geral lesões crônicas (MATTOS e MÁSCULO, 2011).

O quadro 1 expõe a classificação dos riscos físicos e as suas consequências para os trabalhadores que se encontra expostos. Dentre os quais estão presentes em pedreiras ruído, calor, vibrações e radiações não ionizantes.

Quadro 1 – Riscos físicos e suas consequências

Riscos Físicos	Consequências
Ruído	Cansaço, irritação, dores de cabeça, diminuição da audição, aumento da pressão arterial, problemas do aparelho digestivo, taquicardia e perigo de infarto.
Vibrações	Cansaço, irritação, dores nos membros, dores na coluna, doença do movimento, artrite, problemas digestivos, lesões.
Calor	Taquicardia, aumento de pulsação, cansaço, irritação, prostração térmica, choque térmico, fadiga térmica, perturbações das funções digestivas, hipertensão, etc.
Radiações ionizantes	Alterações celulares, câncer, fadiga, problemas visuais, acidentes de trabalho.
Radiações não ionizantes	Queimaduras, lesões nos olhos, na pele e nos outros órgãos.
Umidade	Doenças do aparelho respiratório, quedas, doenças na pele, doenças circulatórias.
Frio	Fenômenos vasculares periféricos, doenças respiratórias, queimaduras pelo frio.
Pressões anormais	Hiperbarismo – Intoxicação por gases; Hipobarismo – Mal das montanhas.

Fonte: FIOCRUZ (2014)

2.2.1. Calor

O Anexo III da NR 15, define os limites para exposição ao calor fazendo-se o uso do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG, definidos pela equação 1 e equação 2 (BRASIL, 2017).

- Para ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$IBUTG = 0,7 T_{bn} + 0,3 T_g \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo:

IBUTG = Índice Bulbo Úmido Termômetro de Globo.

T_{bn} = Temperatura de bulbo úmido natural, mede a temperatura por condução;

T_g = Temperatura de globo, mede a temperatura média de radiação.

- Para ambientes externos com carga solar:

$$IBUTG = 0,7 T_{bn} + 0,1 T_{bs} + 0,2 T_g \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo:

IBUTG = Índice Bulbo Úmido Termômetro de Globo;

T_{bn} = Temperatura de bulbo úmido natural, mede a temperatura por condução;

T_g = Temperatura de globo, mede a temperatura média de radiação;

T_{bs} = Temperatura de bulbo seco, mede a temperatura por convecção.

O quadro 2 expõe os limites de tolerância para a exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso fora do local de trabalho (BRASIL, 2017).

Quadro 2: Limites de tolerância para a exposição ao calor

M (Kcal/h)	MÁXIMO IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Fonte: NR 15 - Anexo 3 (BRASIL, 2017)

No qual M expressa a taxa de metabolismo média ponderada, para uma hora de realização da atividade, a equação 3 mostra como é efetuado os cálculos.

$$M = \frac{(M_t + T_t + M_d + T_d)}{60} \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo:

M = Taxa de metabolismo média ponderada para uma hora;

M_t = Taxa de metabolismo no local de trabalho;

M_d = Taxa de metabolismo no local de descanso;

T_t = Soma dos tempos, em minutos, em que permanece, no local de trabalho;

T_d = Soma dos tempos, em minutos, em que permanece, no local de descanso.

2.3. Riscos químicos

Os agentes químicos são substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pelas vias respiratórias na forma de poeira, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores ou que, pela natureza da atividade e exposição possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão (SEBRAE/ES, 2012). Em pedreiras a presença do agente químico acontece sobre a forma de poeira.

2.4 Riscos biológicos

De acordo com Gomes e Oliveira (2012), os agentes biológicos são os fungos, as bactérias, parasitas, bacilos, vírus, protozoários, entre outros. As formas de contatos dos agentes biológicos podem ser através da ingestão de alimentos infectados, por vias respiratórias, quando o ambiente de trabalho apresenta contaminação no ar e por meio da pele, onde o contágio se dá através cortes e feridas.

2.5. Riscos ergonômicos

Segundo Martins Neto (2012), postura imprópria, controle severo de produtividade, excesso de esforço físico, exigência de ritmos em demasia, jornadas estendidas de trabalho, trabalho noturno e em regime de turno, trabalhos repetitivos e monótonos, transporte de pesos manualmente e levantamento, dentre outras ocorrências onde se faz presente o stress psíquico e/ou físico, são apontados como os principais fatores ergonômicos.

2.6. Riscos de acidentes

Segundo Peixoto (2010), os agentes mecânicos caracterizam por gerar riscos através do contato físico direto com a vítima. São causadores de inúmeras lesões nos trabalhadores como arranhões, queimaduras, ferimentos, fraturas. Ausência de proteção em maquinários, probabilidade de incêndio, materiais mal empilhados, pisos sem aderência ou que apresentem defeitos são exemplos de agentes.

3. Metodologia

O método de estudo abordado se deu através da realização de um estudo de caso em uma pedreira localizada no estado de Sergipe, que se encontra em pleno funcionamento. Foram realizadas visitas a mineradora para a observação e análise do processo produtivo e conversas informais com os trabalhadores para a coleta de dados. A partir das informações e dados coletados foi realizado uma APR – Análise Preliminar de Riscos, com o intuito de reconhecer os perigos e riscos encontrados na produção, classifica-los de acordo com a probabilidade e severidade, comparar com a legislação e propor recomendações sempre que possíveis.

3.1. Análise quantitativa de riscos

Os dados coletados na mineradora foram estruturados e organizados para a criação do quadro de análise preliminar de riscos. Após a coleta dos dados, eles foram registrados de acordo com o quadro 3.

Quadro 3 – Dados da análise preliminar de riscos

Perigo / Risco	Causa	Funcionários expostos	Modo de detecção	Efeitos	Categorias			Recomendações
					P	S	R	

Fonte: Adaptado de VIANA, ALVES, JERÔNIMO (2014)

Foram realizadas dois quadros para a análise preliminar de risco, um para detecção dos riscos encontrados na mina da pedreira e outro para a área de britagem.

A elaboração do quadro consiste na identificação dos riscos/perigos, as causas para o problema encontrado, a identificação dos funcionários expostos, a probabilidade do evento ocorrer (quadro 4), a severidade das consequências do evento (quadro 5), o risco classificado de acordo com o seu grau (quadro 7) e as recomendações com o intuito de minimizar ou neutralizar os riscos encontrados nos processos.

A escala de probabilidade da ocorrência do dano é feita atribuindo-se um índice de probabilidade P variando de A a D, cujo significado encontra-se relacionado no quadro 4 (AMORIM, 2010).

Quadro 4: Probabilidade de ocorrência do evento.

P = Probabilidade de ocorrência de evento		
Categoria	Denominação	Descrição
A	Frequente	Esperado ocorrer com frequência durante a vida útil da instalação.
B	Provável	Esperado ocorrer pelo menos uma vez durante a vida útil da instalação.
C	Remota	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
D	Extremamente Remota	Conceitualmente possível, mas não é esperado ocorrer.

Fonte: Adaptado de AMORIM (2010)

Para classificação da severidade da consequência do evento foi utilizado o quadro 5 (MORGADO, 2000). O quadro distribui em categorias e classifica as severidades de acordo com os riscos e perigos e as suas consequências para os trabalhadores ou para as instalações da empresa.

Quadro 5: Classificação da severidade da consequência do evento.

S = Severidade das consequências do evento		
Categoria	Nome	Característica
I	Catastrófica	<ul style="list-style-type: none">• Mortes ou lesões incapacitantes ao trabalhador.• Perda total de instalações e equipamentos;
II	Crítica	<ul style="list-style-type: none">• Lesões severas ou incapacitante com possibilidade de agravamento;• Danos severos a instalações e equipamentos;
III	Marginal	<ul style="list-style-type: none">• Lesões moderadas;• Danos moderados a instalações;
IV	Desprezível	<ul style="list-style-type: none">• Ausência de lesões, o máximo que pode ocorrer são casos de primeiros socorros ou tratamento médico menor;• Sem danos ou danos não significativos a instalações e equipamentos.

Fonte: MORGADO (2000)

Cruzando as informações das categorias de probabilidade de ocorrência com severidade de consequência, forma-se a matriz de classificação dos riscos (quadro 6) na qual os resultados obtidos informam o grau de risco de acordo com uma escala de cor que varia para cada resultado

encontrado, para cada cor existe uma classificação para o risco, que vai variar de desprezível até crítico.

Quadro 6: Matriz de classificação dos riscos

P = Probabilidade					Legenda		
		A	B	C	D	Risco	
Severidade	I						1 Crítico
	II						2 Sérico
	III						3 Moderado
	IV						4 Menor
							5 Desprezível

Fonte: Adaptado de CAMACHO (2005) e AMORIM (2010)

Já o quadro 7 apresenta a classificação por grau de risco e o seu significado, que será utilizado para o preenchimento do quadro de análise preliminar de risco (quadro 3), na coluna categoria, no item R que avalia o risco/perigo encontrado na pedreira.

Quadro 7: Classificação por Grau de Risco

Grau de Risco	Categoria	Significado
1	Muito Alto ou Crítico	Fatores do ambiente ou elementos materiais que constituem um risco para a saúde e integridade física do trabalhador, com uma probabilidade de acidente ou doença elevada.
2	Alto ou Sério	Fatores do ambiente ou elementos materiais que constituem um risco para a saúde e integridade física do trabalhador, cujo valores ou importâncias estão notavelmente próximos dos limites regulamentares.
3	Moderado	Fatores do ambiente ou elementos materiais que constituem um incômodo podendo ser de baixo risco para a saúde ou integridade física.
4	Baixo	Fatores do ambiente ou elementos materiais que constituem um incômodo sem ser uma fonte de risco para a saúde ou integridade física.
5	Insignificante	Fatores do ambiente ou elementos materiais que não constituem nenhum incômodo e nem risco para a saúde ou integridade física.

Fonte: AMORIM (2010)

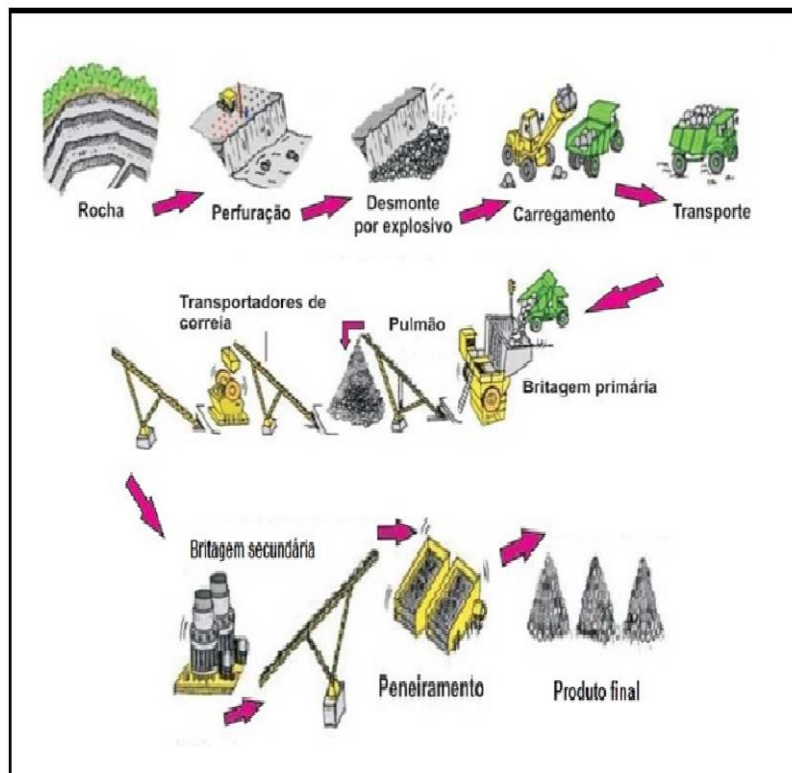
3.2. Análise quantitativa de riscos

Para as análises quantitativas dos agentes físicos ruído e calor foram usados equipamentos devidamente calibrados. Para a avaliação de ruído foi utilizado um dosímetro modelo DOS-500 da Instrutherm (dosímetro pessoal de ruído com RS-232 e Datalogger) e na avaliação de calor foi utilizado o medidor de stress térmico TGD-200 da Instrutherm. Utilizando-se do “Índice de Bulbo Úmido -Termômetro de Globo” (IBUTG), de acordo com a NR 15 Anexo III – Limites de Tolerância para a Exposição ao calor (BRASIL, 2017).

4. Análise dos resultados

O processo de produção de britas na pedreira é descrito através de um fluxograma do sistema produtivo. A figura 3 mostra um esboço do fluxograma do processo produtivo da empresa, desde a fase inicial na mina, com a perfuração das rochas para a inserção dos explosivos, logo após o material ser desmontado tem início as operações de carregamento e transporte do material extraído para a área da britagem, segunda fase, com a alimentação do britador primário, após o primeiro britamento o material segue por uma correia para o britador secundário, e posteriormente para as peneiras de classificação que vai separar as britas de acordo com a sua granulometria, e por fim os materiais já separados seguem por esteiras para a área de estocagem.

Figura 3: Fluxograma do processo produtivo da mineradora



Fonte: Adaptado de LAPA (2006)

4.1. Análise preliminar de risco e perigo

Nos quadros 8 e 9 estão apresentados os resultados da identificação dos riscos e perigos encontrados na mineradora através da técnica de Análise Preliminar de Risco (APR). No

quadro 8 encontra-se os resultados encontrados na mina, já no quadro 9 os resultados obtidos para a área de britagem.

Quadro 8: APR para os riscos e perigos encontrados na mina

Perigo / Risco	Causa	Funcionários expostos	Modo de detecção	Efeitos	Categorias			Recomendações
					P	S	R	
Calor	Exposição ao agente durante a atividade.	Ajudante de Minas e Operador de Perfuratriz.	Avaliação de calor no local. Trabalho a céu aberto.	Sudorese, desidratação, entre outros.	A	III	2	5
Poeira	Exposição a poeiras minerais e sílica.	Ajudante de Minas e Operador de Perfuratriz.	Avaliação qualitativa no local. Trabalho a céu aberto.	Problemas respiratórios e dermatoses.	A	II	1	1
Vibração	Exposição ao agente.	Ajudante de Minas e Operador de Perfuratriz.	Vibração gerada na utilização da máquina perfuratriz. Avaliação local.	Falta de equilíbrio motor, visão embaçada, alterações no sistema digestório, etc.	A	III	2	6
Radiações não ionizantes	Exposição ao sol.	Ajudante de Minas e Operador de Perfuratriz.	Trabalho a céu aberto.	Queimaduras solares	A	III	2	4
Veículos	Ausência de um programa de manutenção para os veículos	Motorista Caçambeiros	Alto índice de quebra dos veículos.	Traumas múltiplos, óbito.	A	I	1	3

Fonte: Próprio autor (2017)



XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
"A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil"

Maceió, Alagoas, Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018.

Quadro 8: APR para os riscos e perigos encontrados na mina

Perigo / Risco	Causa	Funcionários expostos	Modo de detecção	Efeitos	Categorias			Recomendações
					P	S	R	
Queda de rochas ou blocos	Rochas soltas após as operações de desmontes.	Ajudante de Minas, Operador de Perfuratriz, Motorista Caçambeiro, Operador de Retroescavadeira.	Avaliação local	Traumas múltiplos, óbito.	C	I	1	13
Equipamentos com elevado nível de desgaste	Perfuratriz apresentando diversos vazamentos de óleo.	Ajudante de Minas e Operador de Perfuratriz.	Avaliação do equipamento em funcionamento.	Explosões, traumas múltiplos, óbito.	A	II	1	1
Vias de circulação	Caminhos estreitos e sinuosos.	Motorista Caçambeiro e Operador de Retroescavadeira	Avaliação local.	Queda de veículo. Óbito.	D	I	3	11
Explosão do compressor da perfuratriz	Ausência de manutenção em períodos determinados.	Ajudante de Minas e Operador de Perfuratriz.	Avaliação	Explosões, traumas múltiplos, óbito.	D	II	4	12

Fonte: Próprio autor (2017)

Perigo / Risco	Causa	Funcionários expostos	Modo de detecção	Efeitos	Categorias			Recomendações
					P	S	R	
Movimentação de cargas	Movimentação de cargas em locais frequentados por outros trabalhadores	Ajudante de Minas, Operador de Perfuratriz, Motorista Caçambeiro.	Na realização do abastecimento de caçambas na mina. Avaliação local.	Impacto de pedras contra os trabalhadores durante a atividade. Traumas múltiplos e óbito.	D	II	4	10
Transporte de cargas	Transporte de cargas de forma indevida.	Ajudante de Minas, Operador de Perfuratriz, Motorista Caçambeiro, Operador de Retroescavadeira.	Caçamba com limite excedido. Avaliação local.	Atropelamentos de trabalhadores; Perda de controle e queda do veículo. Traumas múltiplos e óbito.	C	II	3	10
Atropelamento	Alto limite de velocidade permitido, circulação de veículos.	Ajudante de Minas, Operador de Perfuratriz, Operador de Retroescavadeira.	Placas instaladas na mineradora. Avaliação local.	Traumas múltiplos e óbito.	C	I	3	9

Quadro 8: APR para os riscos e perigos encontrados na mina

Fonte: Próprio autor (2017)

Quadro 9: APR para os riscos e perigos encontrados na área de britagem

Perigo / Risco	Causa	Funcionários expostos	Modo de detecção	Efeitos	Categorias			Recomendações
					P	S	R	
Calor	Exposição ao agente durante a atividade.	Ajudante Geral	Avaliação de calor no local. Trabalho a céu aberto.	Sudorese, desidratação, entre outros.	A	III	2	7
Poeira	Exposição a poeiras minerais e sílica.	Ajudante Geral	Avaliação no local qualitativa. Trabalho a céu aberto.	Problemas respiratórios e dermatoses.	A	II	1	1
Radiações não ionizantes	Exposição ao sol.	Ajudante Geral	Trabalho a céu aberto.	Queimaduras solares	A	III	2	8
Ergonômico	Postura inadequada. Movimentação de forma repetitiva e inadequada.	Ajudante Geral	Levantamento de peso. Realização de atividades com movimentos repetitivos.	Dores lombares. Problemas de circulação.	A	III	2	9

Fonte: Próprio autor (2017)



XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
"A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil"

Maceió, Alagoas, Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018.

Quadro 9: APR para os riscos e perigos encontrados na área de britagem

Perigo / Risco	Causa	Funcionários expostos	Modo de detecção	Efeitos	Categorias			Recomendações
					P	S	R	
Ruído	Exposição à área ruidosa.	Ajudante Geral e Operador de Britador Primário	Trabalho com máquinas barulhentas; Dosimetria.	Redução ou perda auditiva.	A	II	1	2
Eletricidade	Utilização de quadro de comandos.	Operador do Britador Primário e Operador do Britador Secundário.	Avaliação no local.	Choque elétrico.	C	II	3	11
Trabalho em altura	Exposição a altura nas plataformas de britagem sem sintoma de segurança.	Ajudante Geral	Substituição de peneiras do britador e lubrificação dos rolamentos.	Queda de altura e níveis elevados. Traumas múltiplos, óbito.	A	I	2	3
Guarda corpo danificado	Guarda corpo quebrado próximo a área de manutenção do britador primário.	Ajudante Geral	Avaliação local.	Cair nas correias do motor do britador primário.	A	I	1	4

Fonte: Próprio autor (2017)

Quadro 9: APR para os riscos e perigos encontrados na área de britagem

Perigo / Risco	Causa	Funcionários expostos	Modo de detecção	Efeitos	Categorias			Recomendações
					P	S	R	
Desobstrução do britador primário	Acesso a máquina em funcionamento. Acesso a zona e locais perigosos da máquina. Nível de ruído ultrapassa 140 dB.	Operador de Britador Primário	Procedimento de desobstrução do britador primário. Dosimetria.	Impacto de pedra contra o trabalhador, cair dentro do britador. Esmagamento, óbito.	A	I	1	5
Atropelamento	Alto limite de velocidade permitido.	Ajudante Geral, Operador do Britador Primário e Operador do Britador Secundário.	Placas instaladas na mineradora. Avaliação local.	Traumas múltiplos e óbito.	C	I	3	10
Descarga de materiais	Projeção de pedras	Operador do Britador Primário	Descarga no britador primário. Avaliação Local.	Impacto de pedras contra cabine do operador. Traumas múltiplos	D	II	4	12

Fonte: Próprio autor (2017)

Quadro 9: APR para os riscos e perigos encontrados na área de britagem

Fonte: Próprio autor (2017)

4.4.1 Avaliações quantitativas de ruído ocupacional

No quadro 10 encontram-se os valores obtidos em decibéis para as avaliações de ruído, a principal fonte geradora para cargo. As medições de ruído foram efetuadas com um representante de cada função durante um certo período de tempo.

Perigo / Risco	Causa	Funcionários expostos	Modo de detecção	Efeitos	Categorias			Recomendações
					P	S	R	
Movimentação de cargas	Movimentação de cargas em locais frequentados por outros trabalhadores	Ajudante Geral	Na realização do abastecimento de caçambas na área de estocagem.	Impacto de pedras contra os trabalhadores ou atropelamentos. Traumas múltiplos.	D	II	4	12
Limpeza da plataforma de acesso ao britador	Correias do motor do britador sem proteção.	Ajudante Geral	Avaliação local	Traumas múltiplos, óbito.	A	I	1	6

Quadro 10: Avaliações de ruído

Cargo / Função	Principal Fonte Geradora	Nível de ruído
Ajudante Geral	Britadores e esteiras	102,34 dB
Ajudante de Mina	Máquina Perfuratriz	108,3 dB
Operador de Perfuratriz	Máquina Perfuratriz	108,3 dB
Operador de Britador Primário	Britador Primário	< 85 dB
Operador de Britador Secundário	Britador Secundário	< 85 dB
Operador de Pá Carregadeira	Máquina Pá Carregadeira	< 85 dB
Operador de Retroescavadeira	Máquina Retroescavadeira	< 85 dB
Motorista Caminhoneiro	Caminhão	< 85 dB

Fonte: Próprio autor (2017)

Nota-se que para as funções: ajudante geral, ajudante de mina e operador de perfuratriz, os níveis de ruído encontram-se acima do limite permitido pela legislação que é de 85 dB. Esses funcionários realizam as suas atividades a céu aberto, bem próximo as fontes geradoras de ruído.

4.4.2. Avaliações quantitativas de calor

Foram realizadas duas avaliações de calor, uma na mina e a outra na área de britagem. As avaliações foram feitas a ambientes a céu aberto, pois o sol é a fonte geradora de calor aos trabalhadores durante a execução das suas atividades.

As avaliações de calor na mina apresentaram os seguintes resultados:

- $T_g = 38^\circ$, $T_{bs} = 32,8^\circ$ e $T_{bn} = 25,3^\circ$
- Taxa de metabolismo para trabalho pesado: 440 Kcal/h (quadro 4);
- Ciclo de trabalho contínuo, ou seja, sem descanso (quadro 3);
- Tempo de exposição: 60 minutos.

A partir desses dados calcula-se primeiramente o IBUTG para ambiente com carga solar:

$$IBUTG = 0,7 T_{bn} + 0,1 T_{bs} + 0,2 T_g \quad (\text{Equação 2})$$

$$IBUTG = 0,7 * 25,3 + 0,1 * 32,8 + 0,2 * 38$$

$$IBUTG = 28,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Após achar o valor de do IBUTG, calcula-se a taxa de metabolismo média ponderada para uma hora:

$$M = \frac{M_t * T_t}{60} \quad (\text{Equação 3})$$

$$M = \frac{440 * 60}{60}$$

$$M = 440 \text{ Kcal/h}$$

Assim, de acordo com a NR 15 Anexo 3, as atividades estão com o nível de IBUTG acima do permitido, o que torna o seu trabalho insalubre.

Para a área de britagem, os resultados encontrados:

- $T_g = 36,8^\circ$, $T_{bs} = 33,0^\circ$ e $T_{bn} = 24,6^\circ$
- Taxa de metabolismo para trabalho pesado: 440 Kcal/h;
- Ciclo de trabalho contínuo, ou seja, sem descanso;
- Tempo de exposição: 60 minutos

A partir desses dados calcula-se primeiramente o IBUTG:

$$IBUTG = 0,7 T_{bn} + 0,1 T_{bs} + 0,2 T_g \quad (\text{Equação 2})$$

$$IBUTG = 0,7 * 24,6 + 0,1 * 33,0 + 0,2 * 36,8$$

$$IBUTG = 27,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Após achar o valor de do IBUTG, calcula-se a taxa de metabolismo média ponderada para uma hora:

$$M = \frac{Mt + Tt}{60} \quad (\text{Equação 3})$$

$$M = \frac{440 + 60}{60}$$

$$M = 440 \text{ Kcal/h}$$

De acordo com a NR 15 Anexo 3, o nível de IBUTG está acima do permitido, o que torna o seu trabalho insalubre.

4.5. Recomendações para os resultados obtidos nas análises preliminares de risco

- a) Poeira: Uso de máscaras semifaciais de acordo com a NR-6;
- b) Trabalho em altura: Sinalização do risco com uso de fitas zebradas;
- c) Veículos: Realizar um programa de manutenção preventiva para as caçambas;
- d) Radiações não ionizantes: Uso de protetor solar, óculos escuro e camisas de manga longa;
- e) Calor: Alterar o regime de trabalho de contínuo para intermitente;
- f) Vibração: Utilização de luvas anti-vibração;
- g) Trabalho com máquinas perfurantes e cortantes: proteger as partes e zonas perigosas;
- h) Ergonômicos: Realização de alongamentos físicos antes de iniciar as atividades e durante a execução;
- i) Atropelamento: Recomendável a redução do limite de velocidade nas imediações da mineradora para 15 Km/h;

- j) Movimentação de cargas: Estabelecer limite máximo de tolerância para cargas;
- k) Vias de circulação: Recomendável instalar placas de sinalização na mina;
- l) Explosão do compressor da perfuratriz: atender rigorosamente as datas estabelecidas para manutenção no compressor;
- m) Queda de rochas e blocos: Indispensável a utilização de capacete de proteção e a sinalização do risco.

4.5.1. Recomendações para a área de britagem de acordo com o quadro 13

- a) Poeira: Recomendável a criação de um sistema de abatimento de pó;
- b) Ruído: Recomenda-se um protetor auricular com grau de atenuação de no mínimo 18 dB;
- c) Trabalho em altura: Uso de cinto do tipo paraquedista com talabartes para a fixação nas plataformas;
- d) Guarda corpo danificado: Recomenda-se refazer toda a estrutura do guarda corpo dessa região;
- e) Desobstrução do britador primário: Instalação de uma pinça hidráulica;
- f) Limpeza da plataforma de acesso ao britador: Providenciar a proteção para as correias;
- g) Calor: Recomenda-se mudar o regime de trabalho de contínuo para intermitentes com períodos de descanso;
- i) Radiações não ionizantes: Uso de protetor solar, óculos escuro, camisas de manga longa;
- i) Ergonômicos: recomendável a realização de alongamentos físicos antes de iniciar as atividades e durante a sua execução;
- j) Atropelamento: Redução do limite de velocidade para 15Km/h;
- k) Eletricidade: Adoção de manutenção preventiva;
- l) Descarga de materiais e movimentação de cargas: Recomendável criar procedimentos operacionais padrões para condução de veículos.

5. Conclusão

O estudo procurou fazer uma avaliação ambiental para a detecção de riscos encontrados no processo produtivo de uma mineradora de britas. As investigações realizadas com o uso da metodologia de análise preliminar de risco (APR) procurou classificar os riscos de acordo com a sua probabilidade de ocorrência versus a severidade, encontrando assim o grau de risco. A APR foi realizada para a mina e para a área de britagem. Foram sugeridas medidas de segurança para cada situação encontrada, podendo contribuir para a atenuação ou mesmo a eliminação dos riscos.

REFERÊNCIAS

AMORIM, E. L. C. de. **Ferramentas de Análise de Risco**. Apostila do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Alagoas, CTEC, Alagoas: 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/71505557/Apostila-de-ferramentas-de-analise-de-risco>>. Acessado em 30 set. 2017.

CATAL, Rodrigo Eduardo. **Higiene do Trabalho – Gerência de Riscos**. Notas de aula do curso de Especialização em engenharia de segurança do trabalho – UTFPR, 2012.

COSTA, C. E. R. **Análise dos fatores de riscos dos trabalhadores da indústria de beneficiamento da pesca**: Natal/RN. Monografia (Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Potiguar, Natal, 2010.

DE CICCIO, Francesco M. G. A. F.; FANTAZZINI, Mario Luiz. **Tecnologias consagradas de gestão de riscos**. 2. ed. [São Paulo]: Risk Tecnologia, 2003. 194 p. (Risk management).

ELETRONUCLEAR. **Estudo de Impacto Ambiental** – EIA da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto. Volume 6 – Análise e Gerenciamento de Risco e de Emergência, cap. 12.2.7.2, 2014. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/hotsites/eia/v06_12_analise.html#12272> Acessado em 30 de set. de 2017.

FIOCRUZ. **Fundação Oswaldo Cruz**. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/virtual%20tour/hipertextos/up1/riscos_fisicos.html>. Acessado em 15 set. de 2017.

GOMES, P. C. dos R.; OLIVEIRA, P. R. A. de.. **Introdução à Engenharia de Segurança do Trabalho**. Brasília: WEducacional e Cursos LTDA, 2012. 63 p.

GONÇALVES, Fernando dos Santos. **Revisão de programa de prevenção de riscos ambientais**. 2013. 47 f. Monografia (Especialização) - Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2013.

GRANDJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

IIDA, Itiro. **Ergonomia Projeto e Produção**, 2ª Ed., Ed. Edgard Blucher, São Paulo, 2005.

LAPA, R. P. **Metodologia de identificação de perigos e avaliação de riscos ocupacionais**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 104p. (Dissertação de Mestrado).

LOEWE, Katharina e KARIUKI S.G. **Integrating human factors into process hazard analysis**. Reliability Engineering and System Safety, Technische Universität Berlin, Institute of Process and Plant Technology. Berlin, Germany, n. 92, p. 1764-1773, 2007.

MARTINS NETO, E. **Apostila de Ergonomia**. 2012. Disponível em: <http://www.ergonomianotrabalho.com.br/artigos/Apostila_de_Ergonomia_2.pdf>. Acessado em 18 set. 2017.

MATTOS, Ubirajara A. O. de., MÁSCULO, Francisco S. **Higiene e Segurança do Trabalho**. Elsevir Ed., Rio de Janeiro, 2011.

MORGADO, C.R.V. **Gerência de riscos**. Rio de Janeiro: SEGRAC – Núcleo de Pesquisa em Engenharia de Segurança, Gerenciamento de Riscos e Acessibilidade na UFRJ, 2000.

POSSEBON, José. **AGENTES QUÍMICOS: Reconhecimento, Avaliação e Controle**. 2009. 48 f. Apostila (Pós - Graduação) - Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Faculdade de Engenharia Industrial – FEI, São Bernardo do Campo, 2009.

PROMOPETRO. **Apostila de segurança no trabalho**. Disponível em: <http://www.laco.ufpe.br/wp-content/uploads/2013/08/apostila_seguranca.pdf>. Acessado em 19 set. de 2017.

RUPPENTHAL, J.E. **Gerenciamento de riscos**. Universidade Federal de Santa Maria/Colégio Técnico Industrial de Santa Maria. 120 p. Santa Maria: Rede e-Tec Brasil, 2013.

SALIBA, T. M. **Curso Básico de Segurança e Higiene Ocupacional**. São Paulo: LTr, 2013.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Avaliação e Controle do Ruído – PPRA**. São Paulo: LTr, 2001.

SANDERS, M. S.; MCCORMICK, E. J. **Human factors in engineering and design**. New York: McGraw-Hill, 1993. 790 p.

SEBRAE/ES. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Espírito Santo. **Cartilha de Segurança e Saúde do Trabalho na Construção Civil/ES NR-18**. Vitória: SEBRAE, 2012.

SELLA, B. C. **Comparativo entre as Técnicas de Análise de Risco APR e HAZOP**. Monografia (Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Departamento de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

VENDRAME, A. C. **Agentes químicos: reconhecimento, avaliação e controle na higiene ocupacional**. São Paulo: Ed. do Autor, 2007. 197 p. : ISBN 9788590704508.

VIANA, M. G. P.; ALVES, C. S.; JERÔNIMO, C. E. de M. **Análise preliminar de risco na atividade de acabamento e revestimento externo de um edifício**. Revista Monografias Ambientais – REMOA. UFSM, Santa Maria. v. 14, n. 3, maio-ago. 2014, 3289-3298 p.

VIDAL, Mario César. **Guia para análise ergonômica do trabalho (AET) na empresa**. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2003.

VIEIRA, I. L. **Audiologia clínica** - Ruído e perda auditiva. Monografia (Especialização em fonoaudiologia clínica) - Centro de especialização em fonoaudiologia clínica. Recife, 1999. 36 p.

ZOCCHIO, Álvaro. **Prática da prevenção de acidentes: abc da segurança do trabalho**. 6. ed., rev. ampl. São Paulo: Atlas, 1996. 222 p. ISBN 85-224-1370-3