

Análise e construção de um método de escolha do tipo de moto-bomba para mineração

Edward Seabra Júnior (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR) seabra.edward@gmail.com
Pedro Eustaquio dos Santos (Universidade Tecnológica Federal do Paraná–UTFPR) pedrocatas@hotmail.com
Camila Cielo (Universidade Tecnológica Federal do Paraná–UTFPR) camila_cielo@outlook.com
Caroline Cielo (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR) caroline.cielo@hotmail.com

Resumo:

A necessidade de se bombear água é imprescindível principalmente no setor minerador, pois a água proveniente da chuva se infiltra na cavidade mineradora. Este acúmulo é prejudicial na operação de máquinas, pois afetam o desempenho dos equipamentos. Diante disto, é de grande importância a escolha da bomba adequada para bombear esse líquido para fora da cavidade. O objetivo deste estudo é a analisar o tipo de moto-bomba ideal para cada tipo de mineração. Neste trabalho, foi implementado uma ferramenta para seleção de moto-bombas em mineração de pequeno porte. O programa Excel foi utilizado por ser mais aplicado dentro das empresas de todos os seguimentos. Analisou-se parâmetros como altura, altitude, temperatura do fluido, vazão requerida e perdas de cargas. Entretanto o foi analisado à condição geológica dando assim, um destaque a esta pesquisa, uma vez que na grande maioria não é analisado, e por fim desenvolveu-se uma planilha, na qual, foram colocados hiperlinks de arquivos para se ter um simples manuseio da ferramenta, e para que seja fácil a escolha de uma moto-bomba.

Palavras chave: Geologia, Bombas, Manutenção.

Analysis and construction of a method of choosing the type of motor-pump for mining

Abstract

The need to pump water is essential, especially in the mining sector, as water from the rain infiltrates the mining cavity. This accumulation is harmful in the operation of machines, as they affect the performance of the equipment. In view of this, it is of great importance to choose the pump suitable for pumping the liquid out of the cavity. The objective of this study is to analyze the type of ideal motor-pump for each type of mining. In this work, a tool was selected to select motorbikes in small-scale mining. The Excel program was used because it was more applied within the companies of all the followings. Parameters such as height, altitude, fluid temperature, required flow and load losses were analyzed. However, it was analyzed to the geological condition thus giving a prominence to this research, since in the great majority is not analyzed, and finally a spreadsheet was developed, in which, hyperlinks of files were placed to have a simple manipulation of the tool, and to make it easy to choose a motor-pump.

Key-words: Geology, Pumps, Maintenance

1. Introdução

Atualmente, é comum ouvir alguém dizer que obtêm a necessidade de se bombear água de um buraco ou vala, nisto utilizam-se as moto-bombas. Porém a maior dificuldade encontrada com este equipamento é enfrentar a barreira que a natureza fornece. A seleção de uma moto-bomba em mineração pode ser importante para que a empresa tenha um equipamento que forneça um desempenho adequado. Sua escolha deve ser criteriosa para que os rendimentos dentro da mina estejam dentro dos padrões desejados, ou seja, uma mina não planejada em termos de drenagem poderá apresentar prejuízos em sua produção.

No contexto da mineração, a água proveniente da chuva e dos lençóis freáticos sempre flui pelo caminho mais fácil e se acumula no fim da cava. Este acúmulo é prejudicial na operação dos equipamentos como escavadeiras e caminhões, obtendo uma baixa na produção, causando desgaste repentino por estarem trabalhando em ambientes alagados, exigindo manutenções corretivas.

Quando uma bomba é selecionada são analisados parâmetros como altura, altitude, temperatura do fluido, vazão requerida e perdas de cargas. Entretanto o parâmetro referente à condição geológica não é analisado. Neste estudo será feita a análise do tipo de moto-bomba para cada tipo de mineração de pequeno porte, considerando a geologia da mina e qual tipo de lavra será feita.

2. Material e método

Na construção deste trabalho será utilizada a planilha Excel, que é de fácil manuseio e é geralmente aplicada nas empresas.

2.1. Seleção do tipo de moto-bomba

A seleção do tipo de moto-bomba consiste em fazer pesquisas relacionadas à geologia de cada tipo de mineração de pequeno porte, para saber a granulometria do material que será lavrado. Inicialmente cada tipo de rocha é separado em relação à sua respectiva morfologia. Para detalhar e separar os tipos de moto-bomba foi realizado as classificações das rochas em função da sua utilização, tipo de sedimento, granulometria e origens.

Após saber qual o tipo de moto-bomba a utilizar, são realizados os cálculos necessários para utilização dos catálogos dos fornecedores. O resultado obtido foi a altura manométrica e o NPSHd. Na construção dos cálculos, foram utilizados diagramas e tabelas. Uma delas é mostrada a seguir (Figura 1), com o objetivo de ilustrar a perda de carga dos componentes, para calcular os resultados das perdas de cargas da válvula de pé e válvula de retenção. Os valores das perdas de cargas são retirados de acordo com o diâmetro utilizado.

mm	Curva de 90 Raio Longo	Curva de 45 Raio Longo	Curva de 90 Raio Curto	Curva de 45 Raio Curto	T de 90 Passagem direta	T de 90 Saída Lado	T de 90 Saída Bilateral	Entrada Normal	Entrada de Borda	Saída de Canalização	Válvula de Pé e Crivo	Válvula de Retenção Tipo Leve	Válvula de Retenção Tipo Pesada	Registro Globo Aberto	Registro de Gaveta Aberto	Registro de Ângulo Aberto
15	1.1	0.4	0.4	0.2	0.7	2.3	2.3	3	0.9	0.8	8.1	2.5	3.6	11.1	0.1	5.9
20	1.2	0.5	0.5	0.3	0.8	2.4	2.4	0.4	1	0.9	9.5	2.7	4.1	11.4	0.2	6.1
25	1.5	0.7	0.6	0.4	0.9	3.1	3.1	0.5	1.2	1.3	13.3	3.8	5.8	15	0.3	8.4
32	2	1	0.7	0.5	1.5	4.6	4.6	0.6	1.8	1.4	15.5	4.9	7.4	22	0.4	10.5
40	3.2	1.3	1.2	0.6	2.2	7.3	7.3	1	2.3	3.2	18.3	6.8	9.1	35.8	0.7	17
50	3.4	1.5	1.3	0.7	2.3	7.6	7.6	1.5	2.8	3.3	23.7	7.1	10.8	37.9	0.8	18.5
60	3.7	1.7	1.4	0.8	2.4	7.8	7.8	1.6	3.3	3.5	25	8.2	12.5	38	0.9	19
75	3.9	1.8	1.5	0.8	2.5	8	8	2	3.7	3.7	26.8	9.3	14.2	40	0.9	20
100	4.3	1.9	1.6	1	2.6	8.3	8.3	2.2	4	3.9	28.6	10.4	16	42.3	1	22.1
125	4.9	2.4	1.9	1.1	3.3	10	10	2.5	5	4.9	37.4	12.5	19.2	50.9	1.1	26.2
150	5.4	2.6	2.1	1.2	3.8	11.1	11.1	2.8	5.6	5.5	43.4	13.9	21.4	56.7	1.2	29.9

Fonte: Adaptado de Macintyre (1997).

Figura1 – Perda de carga localizadas.

A partir da Figura 1, foi elaborada a Tabela 1 para ilustrar a viscosidade de acordo com a temperatura.

VISCOSIDADE CINEMÁTICA DA ÁGUA		
Temperatura °C	Centistokes	Viscosidade Cinemática m ³ /s
15	1,12	0,000001127
18	1,08	0,000001059
22	0,96	0,000001007
26	0,87	0,000000917
30	0,83	0,000000830
34	0,74	0,000000741

Fonte: Mancintyre (1997).

Tabela 1 - Viscosidade cinemática da água.

A rugosidade da mangueira foi retirada da tabela. O material recomendado para utilização em minerações foi o PVC como mostrado no catálogo de mangueiras da Goodyear (2008), vide Anexo A.

Para dar sequência aos cálculos, é necessário determinar a vazão ideal considerando o tempo de 24 horas e o volume do poço. Este volume pode ser modificado de acordo com o usuário. Para realizar o cálculo deste trabalho foram considerados 2000 metros cúbicos de poço.

2.2. Comparações

Nesta fase realizam-se as comparações entre as moto-bombas. Sabendo-se o tipo de moto-bomba e a altura manométrica, é possível determinar a vazão realizada pela moto-bomba diante dos catálogos. Assim, é possível fazer o planejamento da mina, mostrando quantas

moto-bombas serão necessárias para retirar um determinado volume em vinte e quatro horas.

As comparações são possíveis devido aos recursos presentes na planilha Excel, a qual contém o guia de fornecedores como forma de auxílio para a busca. Porém a escolha fica a cargo do usuário, ou seja, a planilha Excel mostrará o tipo de moto-bomba e os cálculos que são necessários para seleção do equipamento.

Após as etapas descritas nos tópicos anteriores, foi solicitado a cotação de moto-bomba com os fornecedores selecionados nas comparações para saber qual seria a indicação do fornecedor em um determinado tipo de mineração.

2.3. Material utilizados

Os materiais utilizados foram a plataforma eletrônica Excel e seus catálogos. A planilha desenvolvida simplifica a escolha de uma moto-bomba para os diversos tipos de mineração. Dentro dela, foi inserido o manual de escolha de moto-bomba da empresa Multiquip (2014) para auxiliar em possíveis dificuldades no entendimento do assunto, além da inserção de catálogos com alguns hiperlinks, e um guia de fornecedor para que o usuário escolha a empresa de sua preferência.

3. Resultados e discussões

Depois de realizar todas as pesquisas necessárias para este estudo, obtém-se o resultado que possibilita a escolha do tipo de moto-bomba em cada tipo de mineração, utilizando a Tabela 1 da empresa Multiquip (2014). Inicialmente, foi elaborado um menu na planilha. Neste menu foi colocado um sub, inseridos hiperlinks em cada título para direcionar o usuário a suas necessidades.

As rochas foram separadas por sua formação: rocha magmática, metamórfica ou sedimentar. As rochas magmáticas foram classificadas em: tipo de rocha, utilização, tipo de moto-bomba, tipo de aplicação, granulometria, sedimentos e origem. Nas rochas metamórficas e sedimentares, foi aplicada, a utilização da mineração para saber qual é o ramo de utilização, o minério e para saber qual é a granulometria mínima do material no desmonte de rocha.

Os tipos de indústrias que utilizam a mineração são: alimentícia, civil, de agricultura, química e metalúrgica. Os tipos de sedimentos servem para saber qual é a composição da rocha e se possuem fragmentos lamosos como, por exemplo, o silte.

Diante de pesquisas sobre granulometria do minério, percebe-se um grau de importância na moto-bomba para poder distinguir se haverão obter partículas em suspensão, neste caso classificadas em baixa, média e alta.

O tipo de aplicação é classificado de acordo com a tabela utilizada da empresa Multiquip, na qual suas aplicações são denominadas de alto teor de sólidos, barrenta, suja e com silte. Para distinguir o tipo de moto-bomba é necessário obter os dados anteriores feitos por pesquisas para chegar a uma conclusão.

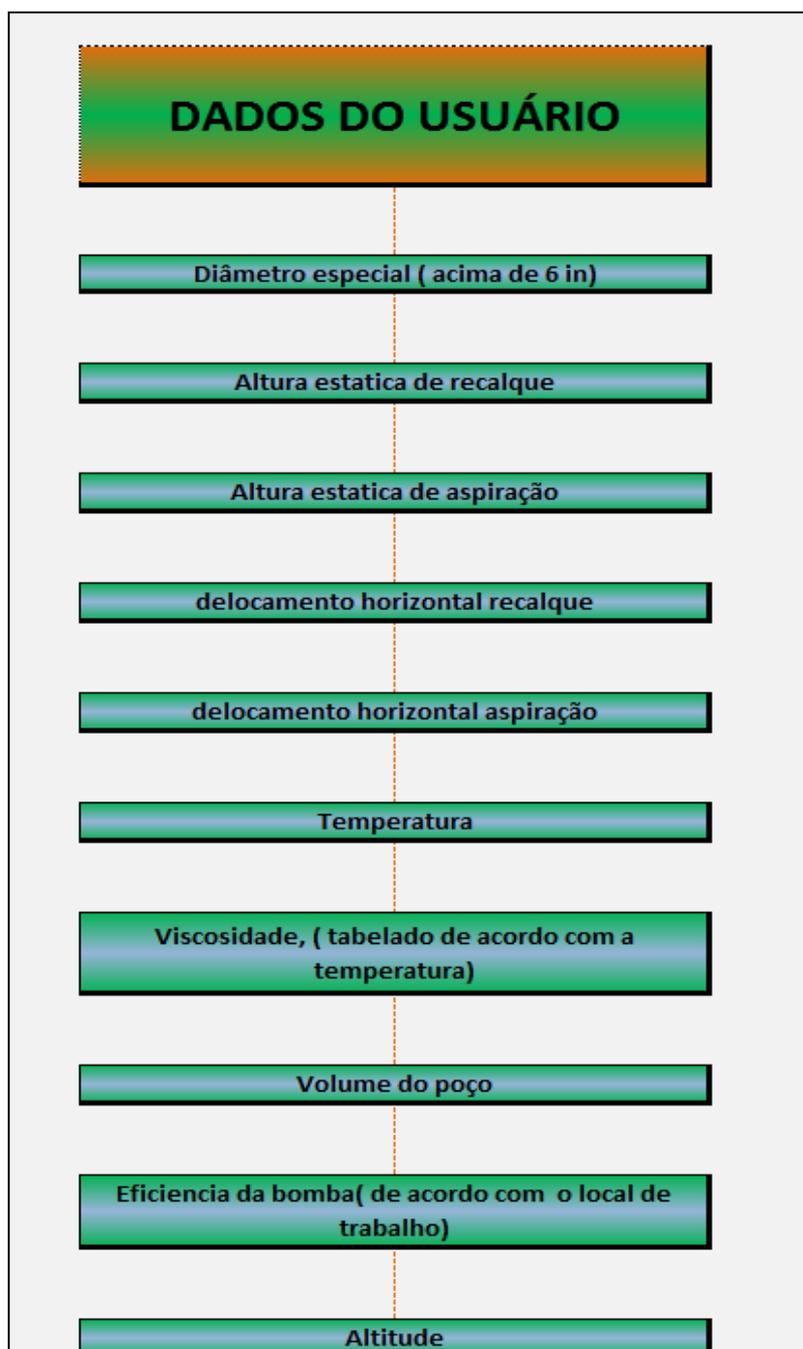
Na utilização da planilha Excel, todos os cálculos possuem fórmulas. Com isto o usuário deve apenas preencher alguns dados necessários na planilha Excel. Dentro da planilha as células de cor verde produzem resultados automaticamente.

Para a seleção da moto-bomba o usuário devera seguir os seguintes passos:

- a) entrar no menu;
- b) escolher uma formação de rocha;

- c) selecionar a rocha em que será aplicado o equipamento;
- d) informar os dados necessários para os cálculos;
- e) fazer comparação de catálogos;
- f) busca de indicação.

A Figura 2 mostra os dados necessários para o usuário preencher na parte de cálculos.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 2 - Dados do Usuário.

A eficiência da bomba pode ser de 60 a 70% para bombas pequenas e para bombas com grandes vazões é entre 70 a 85% (SEGURANÇA, 2010), a qual também pode ser consultada no catálogo do fabricante ou com o próprio fornecedor. Ao preencher os dados na planilha, o resultado final será o NPSHd e a altura manométrica.

Na comparação entre as bombas foi observado o volume de deslocamento, a qual compara a moto-bomba da empresa Shineider (2014) x Multiquip para bombeamento de sólidos em suspensão. Embora esta comparação seja feita pelo usuário, as dificuldades que o usuário irá encontrar são as unidades de medidas, por serem apresentadas nos catálogos em galões/min, m³/h, litros/min e outros.

Nas cotações de moto-bombas notam-se que em algumas empresas, os funcionários não tiveram um treinamento adequado para fornecer informações específicas, e algumas empresas não responderam ao e-mail. Esta pesquisa de indicação do fornecedor não foi bem sucedida, pois o mercado de moto-bomba sofre com a falta de profissionais qualificados que possam padronizar e mostrar um conforto maior para o seu cliente na seleção de moto-bomba.

A planilha Excel mostra ser uma ferramenta essencial para facilitar a seleção de uma moto-bomba para mineração de pequeno porte, contendo informações sobre geologia e cálculos necessários, pois é um programa de simples manuseio e de muita utilidade. Com a planilha, a empresa irá auxiliar o funcionário na escolha de uma moto-bomba para mineração, sem desperdício de tempo, escolhendo um equipamento certo para o tipo de serviço que será executado.

Utilizando a planilha de seleção de moto-bombas para mineração de pequeno porte, com altura de quarenta metros, tempo de vinte e quatro horas e usando um volume de 2000 m³ de poço, a planilha fornece resultados para os diâmetros de dois até seis polegadas e um diâmetro especial que é de acordo com a necessidade do usuário. Os resultados da altura manométrica e o NPSHd são mostrados na Figura 3.

Diâmetro		Altura manométrica		NPSH requerido	
2	pol	68,545	m	-7,71542763	m
3	pol	50,73017	m	4,004259777	m
4	pol	46,40302	m	5,722303633	m
5	pol	44,97676	m	6,108859951	m
6	pol	44,25734	m	6,243360471	m
7	pol	43,77605	m	6,300863881	m

Fonte: Próprio Autor.

Figura 3 - Resultado final dos cálculos.

Supondo que a rocha seja o granito, encontra-se o tipo de moto-bomba para esta mineração como mostrado na Figura 4, indicando uma moto-bomba centrífuga padrão ou submersível.

MENU	ROCHA METAMÓRFICAS					CALCULOS
ROCHA	UTILIZAÇÃO DA MINERAÇÃO	TIPO DE MOTO BOMBA	Tipo de Aplicação	GRANULOMETRIA	Sedimentos	TIPO METAMORFISMO
<u>Anfibolito</u>	Industria Civil	Diafragma, Sólidos em Suspensão	Suja, com alto teor de sólidos	Alta	quartzo, feldspato potássico, titanita e epidoto	Regional e Contato, medio e baixo grau
<u>Ardósia</u>	Industria Civil	Centrífuga, Submersível	Água limpa	Não utiliza desmonte de rochas, retira se em camadas	sericita, clorita, quartzo	Regional, grau incipiente
<u>Elogito</u>	Industria Civil	Centrífuga, Diafragma	Suja, Barrenta	Baixa	granada e clinopiroxênio	metamorfismo regional de alta pressão
<u>Filito</u>	Industria Civil, Industria de Cerâmica.	Sólidos em Suspensão ou Submersível	Limpa, Alto teor de Sólidos	Baixa	quartzo, clorita, sericita	Regional, baixo grau
<u>Gnaíse</u>	Industria Civil	Centrífuga, Submersível	Água limpa	Não utiliza desmonte de rochas, retira se em camadas, dependendo da aplicação pode ser de alta a media.	feldspato potássico, plagioclásio, e ainda quartzo e biotita	Regional, medio e alto grau
<u>Granulito</u>	Industria Civil	Sólidos em Suspensão	Alto teor de sólidos	Alta, Média	feldspato potássico, plagioclásio, quartzo	Regional, alto grau

Fonte: Próprio Autor.

Figura 4 - Indicação do tipo de moto-bomba.

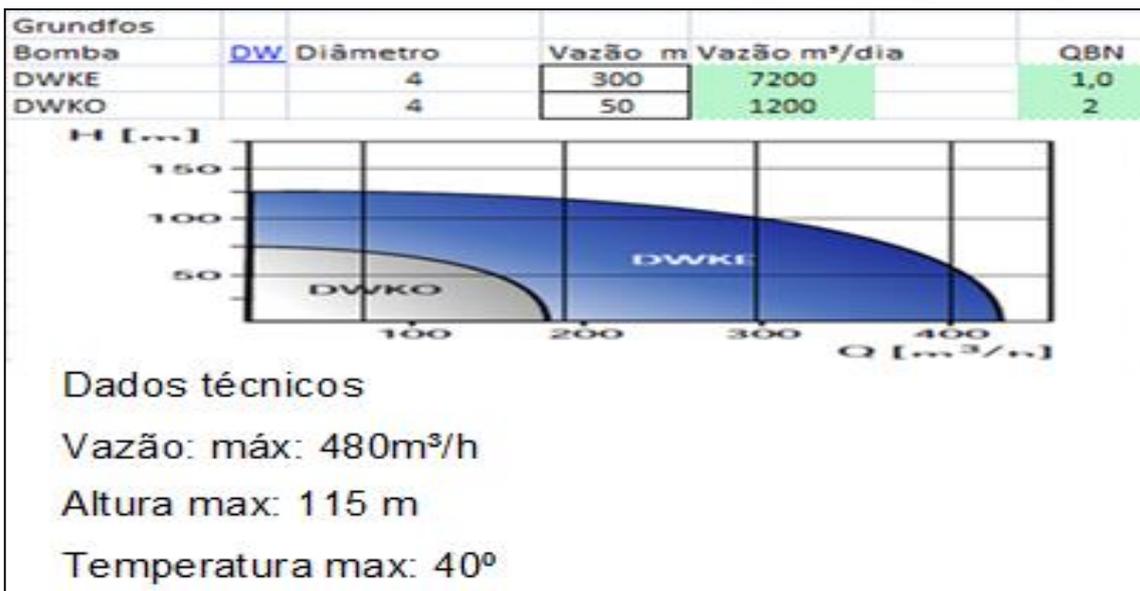
Para as comparações de moto-bomba utilizou-se os catálogos Multiquip, Schneider, Grundfos, Jacuzzi, Bomax, Suzer. No resultado obtido, conforme a Figura 4 pode ser escolhida tanto uma bomba centrífuga padrão ou submersível. Para exemplificar a comparação, foi escolhida a submersível. A Figura 5 mostra a moto-bomba da Schneider, o seu equipamento tem uma maior vazão é o modelo SUB90-75S4E19, o qual necessita de aproximadamente 4 moto-bombas para retirar o volume de 2000 m³ em um dia.

Série	Modelo	Potência (cv)	Estágios	Manifolhos	Trifásico	Recalque (m)	Pressão máxima sem vazão (m.c.a.)	Vazão (m³/h)													
								10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60			
SUB 90	SUB90-20S4E5	2	5	x	x	2	37	26,7	23,1	19,3	15,2	10,8	5,8								
	SUB90-30S4E7	3	7	x	x	2	52	29,0	26,5	24,0	21,3	18,5	15,4	12,1	8,5	4,5					
	SUB90-50S4E12	5	12	x	x	2	86	*	*	28,3	26,9	25,4	23,9	22,4	20,7	19,1	17,3	15			
	SUB90-75S4E19	7,5	19			x	130	*	*	*	28,3	27,4	26,4	25,4	24,4	23,4	22,4	21			
Bomba								Vazão m ³ /hora		Vazão m ³ /dia		QBN									
	SUB90-50S4E12								13,5		324		6,17284								
	SUB90-75S4E19								20,3		487,2		4,10509								

Fonte: Adaptado de Schneider.

Figura 5 - Comparação entre catálogos 1.

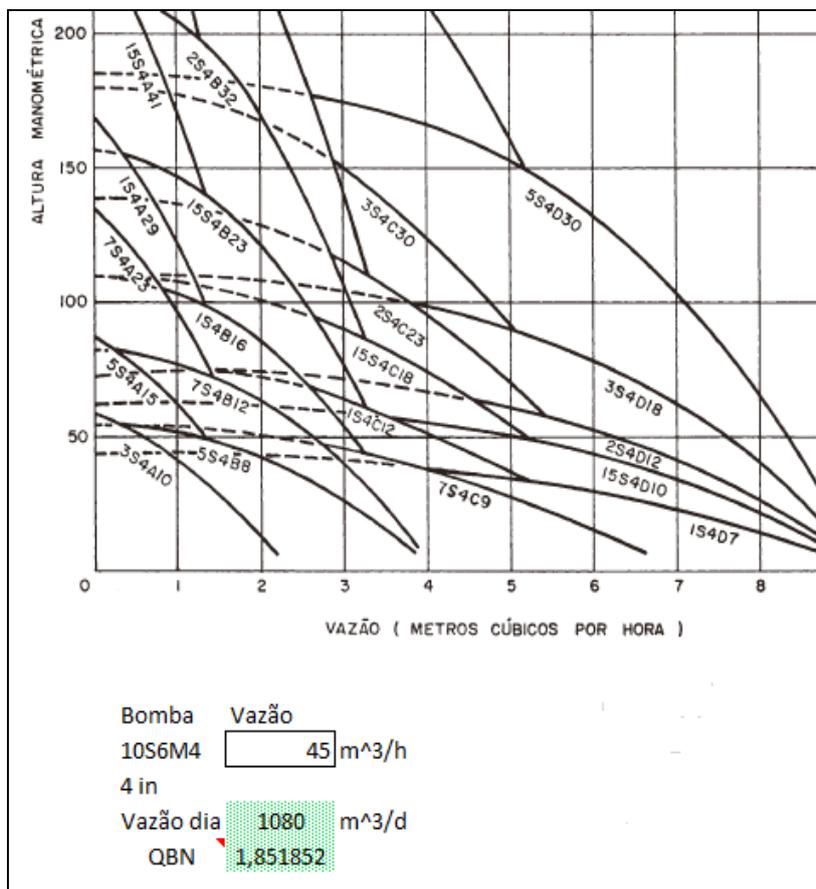
A Figura 6 da empresa Grundfos mostra que o modelo DWKE necessita de apenas 1 moto-bomba para deslocar o mesmo volume em um dia.



Fonte: Adaptado de Grundfos.

Figura 6 - Comparação entre catálogos 2.

Já a empresa Jacuzzi, conforme ilustrado pela Figura 7, tem o modelo 10S6M4 que necessita de 2 moto-bombas para deslocar o mesmo volume em um dia.



Fonte: Adaptado de Jacuzzi.

Figura 7 - Comparação entre catálogos 3.

Com esta comparação, já é possível planejar a drenagem mostrando quantos equipamentos são necessários e volume total deslocado total por dia, como mostrado na Figura 8.

Planejamento da mina					MENU
Bombas submersíveis					
Bomba	DWK	Diâmetro	Vazão m ³ /h	Vazão m ³ /dia	QBN
DWKE		4	300	7200	1,0
Empresa Grundfos					

Fonte: Próprio Autor.

Figura 8 - Planejamento da mina.

4. Considerações finais

Atualmente as minerações oferecem grande potencial para a geração de emprego e para a economia do país. Porém em todos os tipos de minerações é necessária uma drenagem de fim de cava, porque a produção da mina está ligada diretamente em uma drenagem de fim de cava. A empresa que não tem um processo de drenagem mais eficiente terá prejuízos em equipamentos e funcionários parados, além de não cumprir prazos satisfatórios para seus clientes. Neste trabalho, foi implementado uma ferramenta para seleção de moto-bombas em mineração de pequeno porte. O programa Excel foi utilizado por ser de fácil utilização e mais aplicado dentro das empresas de todos os seguimentos. Na planilha, foram colocados hiperlinks de arquivos para se ter um simples manuseio da ferramenta, e para que seja fácil a escolha de uma moto-bomba.

É de extrema importância a execução deste estudo para auxiliar as empresas e pessoas que atuam no ramo de mineração. A planilha traz o tipo de moto-bomba e os cálculos necessários para a sua escolha. Junto com a planilha estão inseridos catálogos, manual e guia de compra, trazendo um conforto maior praticidade e confiança para o usuário.

Referências

GOODYEAR. Linhas de mangueiras de borrachas e PVC: Catálogo de Mangueira. Brasil 2008.

GRUNFOS. Catálogo de bombas: bibliográficas, eletrônicas e demais formas de documentos. disponível em < <http://www.grundfos.com.br>>. Acesso em: 05 abril. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO, Inovação em workshop de bauxita e alumina. bibliográficas, eletrônicas e demais formas de documentos. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/150/15001005.asp?ttCD_CHAVE=30013>. Acesso em: 20 set. 2014.

JACUZZI. Catálogo de bombas: bibliográficas, eletrônicas e demais formas de documentos. disponível em < <http://www.jacuzzi.com.br>>. Acesso em: 05 abril. 2014.

MACINTYRE, A.J. Bombas e instalações de bombeamento.2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

MULTIQUIP DO BRASIL. Manual de escolha de bomba: bibliográficas, eletrônicas e demais formas de documentos. disponível em <[http:// www.multiquip.com.br](http://www.multiquip.com.br)>. Acesso em: 05 abril. 2014.

SHINEIDER. Catálogo de bombas: bibliográficas, eletrônicas e demais formas de documentos. disponível em <<http://www.schneider-electric.com/br/pt/index.jsp>>. Acesso em: 05 abril. 2014.