

UTILIZAÇÃO DE MAQUETES COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA O APRENDIZADO PRÁTICO EM PERFURAÇÃO E DESMONTE DE ROCHAS NA MINERAÇÃO A CÉU ABERTO

ADRIANO PEIXOTO LEANDRO

Doutorando em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, engadrianopeixoto@hotmail.com;

EMMANUEL FARIAS DANTAS

Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, emmanuel.fd@hotmail.com

RESUMO

Os bens minerais, diferentemente da agricultura, encontram-se, geralmente, em locais de difícil acesso e pouco habitável. Quando existe a extração mineral poucos tem acesso a essa atividade, principalmente a perfuração e o desmonte de rochas por ser uma atividade de alto risco. O funcionamento de uma mineração, sobretudo, na atividade da exploração mineral não é de fácil entendimento. Assim, utilizar maquetes como ferramenta pedagógica nas aulas práticas, contribuir com o processo de aprendizagem. A maquete é considerada uma ferramenta de inclusão social no aprendizado de pessoas com deficiência, principalmente, visuais que conseguem entender e aprender através das sensações táteis e sinestésicas. A construção de maquete simulando a perfuração e o desmonte de rochas foi confeccionada em uma rocha granítica de tamanho 30x60x10cm, utilizando para a perfuração dos furos uma furadeira doméstica. A aula prática foi realizada com duas turmas dos cursos técnicos integrado e subsequente em mineração do IFPB. Nessa aula os alunos colocaram em prática a confecção de um plano de fogo retirando as informações da maquete, através de medidas, para calcular o volume e os custos do desmonte de rochas. Após aula prática foi realizado um questionário a respeito da utilização de maquetes na disciplina de perfuração e desmonte de rochas e 90 % dos alunos acham que a utilização de maquete

como ferramenta pedagógica é importante no aprendizado. 80 % e 20 % dos alunos acharam, respectivamente, ótima e boa a metodologia aplicada na confecção de um plano de fogo, através do uso de maquete.

Palavras-chave: Maquete, Ferramenta pedagógica, Perfuração e desmonte de rochas, Inclusão social, Mineração.

INTRODUÇÃO

A Mineração e a agricultura foram classificadas como as indústrias primárias ou básicas da civilização primitiva e até hoje continuam a fornecer todos os recursos básicos usados na sobrevivência da civilização moderna (MINING BOOKS, 2021). O Brasil está bem posicionado no comércio mundial de commodities minerais por possuir vastas reservas minerais. Estima-se que o setor mineral brasileiro conforme Santos (2021) é responsável por um PIB (Produto Interno Bruto), no ano de 2020, de 3,18%.

Mineração é uma atividade industrial voltada para o desenvolvimento social e econômico de uma sociedade e quando não é bem administrada, representa riscos ao meioambiente. Tem como principal objetivo a extração e o beneficiamento de minerais do subsolo atendendo o desenvolvimento sustentável que tem como premissa “desenvolvimento que atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de futuras gerações para a tender às suas próprias necessidades” (UNITED NATIONS, 1987)

O ciclo de vida de uma mina é dividido em cinco etapas: prospecção, exploração, desenvolvimento, exploração e recuperação do local da mina. A prospecção é a busca, propriamente dita, de minerais de valor econômico na superfície ou embaixo dela por métodos diretos e indiretos de prospecção. A exploração determina com tanta precisão quanto possível o tamanho e o valor de um depósito mineral, utilizando técnicas mais detalhadas do que usadas na prospecção. A terceira etapa é o desenvolvimento que são os trabalhos de abertura de um depósito mineral para que a exploração seja realizada. A exploração, por sua vez, está associada à própria extração de minerais (perfuração e desmonte de rochas, carregamento, transporte, britagem/estocagem da matéria prima). O estágio final na operação de uma mina é a recuperação, ou seja o processo de fechamento de uma mina com a revegetação e restauração da fauna e da flora da terra. (MINING BOOKS, 2021)

A maioria das explorações minerais é realizada por métodos de lavra a céu aberto em destaque, no Brasil, as minerações de extração de ferro e cobre nos estados do Pará e de Minas Gerais. A exploração a céu aberto ocorre ao ar livre e as 10 maiores minas do Brasil, de acordo com a revista Minerales & Minérios (2021), são de mineração a céu aberto e o método de lavra por bancadas (open pit mining) é o mais usado (CURI, 2017).

A atividade de perfuração e desmonte de rochas, Figura 1 é a primeira etapa a ser executada dentro da exploração de minérios e tem a finalidade

de fragmentar a rocha para ser carregada e transportada para a etapa de britagem (material de valor) ou para o depósito de estéril (material sem valor).

Figura 1. Operação de perfuração de rochas com perfuratriz pneumática



Fonte: Arquivo pessoal, 2015

Para obter a fragmentação, desejada, na rocha é necessário que o responsável técnico pelo desmonte tenha um bom conhecimento teórico/prático das operações de perfuração e do desmonte de rochas propriamente dito. Assim, a utilização de maquetes física podem facilitar o entendimento de uma aula ou treinamento prático nessa atividade.

Muitos alunos tem, alguma, dificuldade de acompanhar como, de fato, ocorre as operações unitárias de uma mina, principalmente as as atividades de perfuração e o desmonte de rochas. Por não ser uma atividade que faz parte do dia a dia do aluno, esse entendimento torna-se deficiente mesmo o aluno tendo acesso a vídeos, fotos e outros métodos audiovisuais. A utilização de maquete como instrumento didático-pedagógico pode contribuir, como fala Silva e Araújo (2018) , significativamente , no processo de aprendizagem.

A maquete pode, também, ser considerada uma ferramenta de inclusão para o aprendizado de alunos com deficiência visual, auditiva e outras deficiências. De forma visual e táteis a maquete proporciona o entendimento e a compressão de maneira tangível através de elementos naturais para

facilitar a interpretação real de um determinado objeto ou espaço. (BECKER, PEREIRA e KUNKEL, 2019).

Percebe-se, ainda, uma necessidade de conhecimento básico de uma das principais atividade da mineração que é a perfuração e desmonte de rochas por alguns alunos com deficiência visual ou alunos com dificuldade de, simplesmente, entender o assunto. Na fala de Ohtani (2015) os professores da Escola Politécnica de São Paulo – USP desenvolveram o projeto “Recursos Pedagógicos em Museus: o desafio da mediação dos acervos arqueológicos” para divulgar a arqueologia brasileira nas escolas de ensino fundamental, através de 4 maquetes tácticas, a Figura 2 representa uma das maquetes. O professor Vasconcellos, responsável pelo projeto falou que “a criança aprende mais quando pode tocar no objeto”, nesse caso era necessário que os materiais fossem resistentes ao toque e ao desgaste do dia a dia.

Um outro projeto que merece destaque é uma tese de doutorado que tem como tema: “Análise Instrumental de uma Maquete Tátil para a Aprendizagem de Probabilidade por Alunos Cegos” que o autor Vita (2012), desenvolveu com o objetivo e o desafio de colaborar com o processo de inclusão escolar para os deficientes visuais, identificando a potencialidade de materiais didáticos para facilitar tal aprendizado.

Figura 2. Maquete de uma escavação arqueológica.



Fonte: USP- Museu de Arqueologia e Etnologia, 2015

Uma maquete confeccionada com material natural dar uma maior sensação de realismo ao projeto educacional, no qual os alunos podem manusear e sentir a textura, formas, dureza, tipo de material entre outros. Sendo assim, A maquete desenvolvida com rocha granítica e equipamentos em miniaturas, como é o exemplo da maquete em questão, trará maior interação no aprendizado, não só apenas para alunos com deficiência. A figura 3 mostra os alunos movimentando as miniaturas dos equipamentos simulando o transporte de minérios.

Figura 3. Manuseio dos equipamentos da maquete



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Os equipamentos em miniaturas são confeccionados pelos próprios fabricantes dos equipamentos reais como por exemplo a perfuratriz e a escavadeira (em detalhe). O realismo desses equipamentos impressionam, são produzidos em aço e borrachas com detalhes idênticos aos equipamentos em tamanhos reais. A maquete é feita de rocha granítica, facilitando o realismo em todo o conjunto. Então, quando um aluno com deficiência visual ou outra deficiência tem contato com esse tipo de maquete o entendimento torna-se muito mais fácil.

A utilização de maquete em sala de aula ou em treinamento de perfuração e desmonte de rochas tem como objetivo auxiliar no aprendizado dos alunos para a obtenção dos cálculos do plano de furo, necessário para a execução do desmonte, desenvolver o estímulo e a curiosidade dos alunos para a amarração e colocação de retardos nos furos e nas linhas de amarração, calcular os custos de perfuração e desmonte de rochas (R\$/t ou R\$/m³), além de uma informação visual de como os equipamentos trabalhar em uma frentes de lavra.

METODOLOGIA

Primeiramente, foi construído uma maquete em uma rocha granítica (30x60x10cm), Figura 4, simulando uma bancada de extração de granito para construção civil e utilizando uma furadeira doméstica para realizar os furos de, aproximadamente, 10cm.

Figura 4. Confecção dos furos na maquete (rocha granítica)



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Esses furos realizados com a furadeira doméstica tem como objetivo, simular os furos realizado por uma perfuratriz industrial (pneumática ou hidráulica), geralmente são as mais utilizadas para esse tipo de trabalho (extração de material granítico). A perfuratriz, Figura 5, é uma máquina de funcionamento, geralmente, hidráulico, pneumático ou elétrica capaz de abrir furos no maciço rochoso com distribuição e geometria adequada para alojar as cargas de explosivo e acessórios. (LLERA, JIMERO e URBINA, 1987)

Figura 5. Imagem das perfuratrizes pneumática e hidráulica



Fonte: Arquivo pessoal, 2014

As perfuratrizes pneumáticas tem como energia propulsora , um compressor de ar. já o funcionamento das perfuratrizes hidráulicas é através do motores, bombas e comandos hidráulicos que convertem energia hidráulica em energia mecânica.

A segunda parte foi a colocação dos fios simulando a amarração dos cordeis detonantes e acessórios para iniciar o desmonte de rochas. Em destaque, na Figura 6, aparece um furo simulando estar carregado com explosivo granulado e cordel detonante NP-10.

Figura 6. Colocação dos fios simulando o cordel detonante.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Desmonte de rochas e quase que exclusivamente realizado com o uso de explosivos e acessórios. Os explosivos mais utilizados são as emulsões encartuchadas, emulsões em pasta e Anfo (mistura de nitrato de amônio e óleo combustível), cordeis detonantes (NP3, NP5 e NP10) e acessórios elétricos e não elétricos que ligam as cargas explosivas aos detonadores (HERRMANN, 1972). A figura 7 mostra uma bancada carregada com explosivos e alguns acessórios.

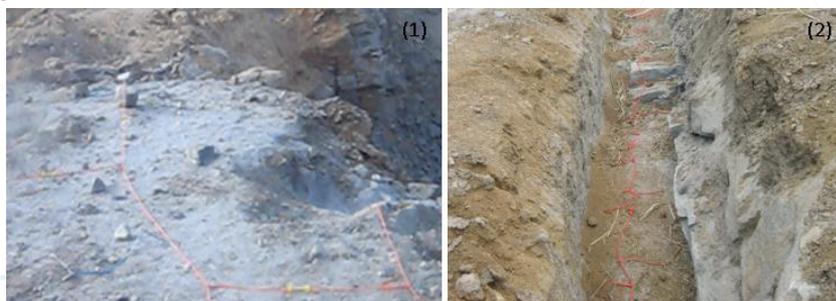
Figura 7. Apresenta uma bancada repleta de explosivos granulado e encartuchado



Fonte: Arquivo pessoal, 2014

Uma importante operação no desmonte de rochas é o processo de amarração utilizando cordel detonante ou elementos não elétricos que são utilizados para a iniciação de cargas explosivas e ligações entre furos. A Figura 8, mostra uma bancada e uma canaleta para escoamento de água pruvial pronta para ser desmontada. Observa-se os cordeis e os retardos na superfície.

Figura 8. Amarração com cordel detonante e retardos na bancada (1) e canaleta (2)



Fonte: Arquivo Pessoal, 2014

A terceira e última parte da confecção da maquete foi colocar os principais equipamentos de mineração, tais como: perfuratriz pneumática, motoniveladora, trator de esteira, escavadeira e caminhão fora de estrada, conforme Figura 9.

Figura 9. Maquete simulando uma operação de exploração, onde: 1-Perfuratriz, 2-Moto niveladora, 3-Escavadeira, 4-Caminhão fora de estrada e 5-Trator de esteira



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

O desmonte de rochas bem sucedido melhora o fluxo operacional e aumenta a produção dos equipamentos e da mina. Em situação contrária, poderá ocasionar acidentes com desmoronamento de rochas em cima dos equipamentos ou queda de blocos em cima dos caminhões causando perdas materiais e quiçá perda de vida. Outra situação é a diminuição da produção e aumento da indisponibilidade operacional e até mecânica por forçar os equipamentos no carregamento e transporte de grandes blocos (matacos). A Figura 10 mostra um carregamento com escavadeira hidráulica na frente de lavra com vários matacos devido a ineficiência, provavelmente, da perfuração e do desmonte de rochas.

O excesso de matacos em uma frente de produção pode, ainda, engaiolar a moega ou o alimentador do britador, ocasionando paradas por indisponibilidade operacional por horas. Essas paradas tanto na usina quanto na lavra contribui com perdas irreparáveis de tempo e dinheiro, prejudicando todo o planejamento da lavra e do beneficiamento.

Figura 10. Carregamento de uma frente de lavra, repleta de matacos, com escavadeira



Fonte: Arquivo pessoal, 2014

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A confecção de maquetes, para aula prática foi realizada com turmas do curso técnico integrado e subsequente de mineração do Instituto Federal de Educação da Paraíba (IFPB). Os resultados foram obtidos a partir de questionário em formulário específico da utilização de maquetes como ferramenta pedagógica no aprendizado das aulas de perfuração e desmonte de rochas. A Figura 11 mostra a uma aula teórica dos elementos de perfuração e do desmonte de rochas para uma turma de alunos do curso de integrado e subsequente de mineração, antes da aula prática com a utilização da maquete.

Observa-se que os alunos ficaram mais atentos a aula, quando souberam que depois iriam colocar em prática o assunto aprendido através das informações que deveriam encontrar na maquete. As medidas retiradas, em centímetros, da maquete eram transformadas em metros. Por exemplo, se na régua a altura da bancada fosse 10 cm seria considerado 10 metros e assim sucessivamente para as outras variáveis como distância, profundidade e diâmetro dos furos.

Essa atividade prática trouxe uma maior interação entre os alunos pois puderam ver como é feito um levantamento para a confecção de um plano de fogo.

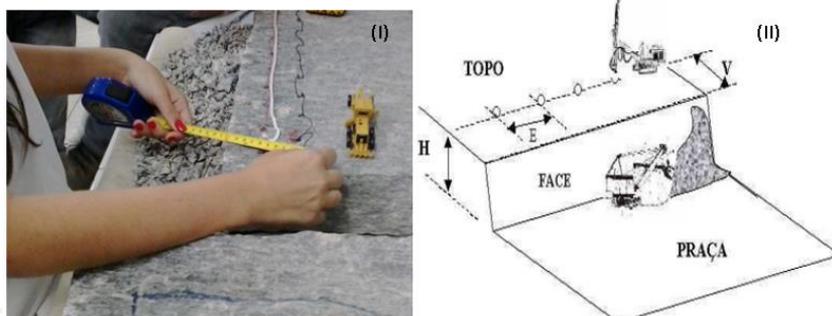
Figura 11. Aula teórica de perfuração e desmonte de rochas para alunos do curso integrado e subsequente em mineração do IFPB



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Depois da aula teórica os alunos puderam ver de forma prática como aconteceu a perfuração e como se calcula o plano de fogo para um determinado desmonte de rochas. Utilizando régua, trena e calculadora para medição e cálculo dos elementos do plano de fogo como por exemplo: altura da bancada, distância entre furos (espaçamento) e entre furos e a face da bancada (afastamento), diâmetro do furo, inclinação do furo, e a profundidade dos furos, Na Figura 12 é mostra a medição dos furos.

Figura 12. Medição da malha de perfuração e altura da bancada (I) e terminologia utilizada em desmonte de rochas (II)



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Com as informações, em mãos, é possível calcular o volume de rochas a ser desmontada (Equação 1), a quantidade de explosivos a ser utilizada em cada furo e no desmonte total, os custos de perfuração e do desmonte, entre outras informações para a confecção do plano de fogo.

Equação (1) Cálculo do volume do desmonte de rochas

$$D = V \times E \times Nf \times H \quad (1)$$

Em que:

D = Volume (m³)

V = Afastamento (m)

E = Espaçamento (m)

Nf = Números de furos

H = Altura da bancada (m)

O plano de fogo é um documento utilizado antes, durante e depois o desmonte de rochas, tem como objetivo determinar, acompanhar e calcular todas as variáveis de um desmonte. Em um plano de fogo tradicional é necessário calcular o volume de rochas desmontada, custo de explosivos e acessórios, croqui de amarração do desmonte e fotos antes e depois da realização do desmonte de rochas, como também dispor de um campo para observação.

Evidentemente, para obter tais informações é necessário conhecer todos os elementos da perfuração de rochas (altura dos furos, inclinação dos furos, malha de perfuração e diâmetro dos furos), e a estrutura física da bancada como por exemplo a altura da bancada, face livre, blocos pré existentes na face da bancada, falhas ou fissuras na bancada, formação de repé, tipo de material para tamponamento entre outros. As Figuras 13 e 14 mostram um plano de fogo utilizado em uma pedreira da região da Paraíba.

Figura 13. Plano de fogo (frente) de uma pedreira situada na marginal da BR-230 / PB

via		PLANO DE FOGO															
engenharia s.a.		DADOS DO DESMONTE															
DATA:	18/12/2007	4 COMPR. DO FURO (m)		17,06	AFASTAMENTO (m)		1,5	VOLUME (m³)		6.816,00							
Nº DO FOGO	27	ANG DE INCLIN (COS)		0,97	ESPAÇAMENTO (m)		4	CONS. EXPLOSIVOS (kg)		2.953,16							
ALURA DA BANCADA	16,00	RAZÃO PERF. (m/m²)		0,18	SUBFURAÇÃO (m)		0,5	RAZÃO CARGA (g/m³)		433,27							
DIÂMETRO DO FURO	2,5	Nº DE FURROS		71	MALHA (m²)		6	DENS. EXPLOSIVO		1,1							
INCLINAÇÃO DO FURO (GRAUS)	15	PERFURAÇÃO TOTAL		1.238,30	TAMPAO (m)		1,5	Volume c/ empolamento		9.542,40							
QUANTIDADE DE EXPLOSIVOS E ACESSÓRIOS UTILIZADOS																	
EXPLOSIVO GRANULADO	1.600	CORDEL NP-03			Tempo 9 m/s (pc)			FOGO SECUNDÁRIO									
EXPLOSIVO 2 X 24	1.353	CORDEL NP-05			Tempo 17 m/s (pc)		25	GRANULADO									
EXPLOSIVO BOOSTER / PENTEX		CORDEL NP-10		1259,60	Tempo 42 m/s (pc)			CORDEL NP-05									
EXPLOSIVO		MANTOPIM			2 12 m 250 ms (pc)			MANTOPIM									
ACOMPANHAMENTO																	
LIN HA	Nº DO FURO	PROFUNDIDADE PREVISTA	PROFUNDIDADE REAL	EXPLOSIVO GRANULADO PREVISTA	EXPLOSIVO GRANULADO REAL	EXPLOSIVO DINAMITE PREVISTA	EXPLOSIVO DINAMITE REAL	TAMPA O (m)	LIN HA	Nº DO FURO	PROFUNDIDADE PREVISTA	PROFUNDIDADE REAL	EXPLOSIVO GRANULADO PREVISTA	EXPLOSIVO GRANULADO REAL	EXPLOSIVO DINAMITE PREVISTA	EXPLOSIVO DINAMITE REAL	TAMPA O (m)
1	17,30	14,50	31	20	15	12	1,5		65	17,5	17,50	24	24	22	22	1,5	
2	17,30	14,50	31	20	15	12	1,5		66	17,5	17,50	24	24	22	22	1,5	
3	17,30	14,50	31	20	15	12	1,5		67	17,5	17,50	24	24	22	22	1,5	
4	17,30	14,50	31	20	15	12	1,5		68	17,5	17,50	24	24	22	22	1,5	
5	17,30	15,00	31	20	15	12	1,5		69	17,5	17,50	24	24	22	22	1,5	
6	17,30	15,00	31	20	15	12	1,5		70	17,5	17,50	24	24	22	22	1,5	
7	17,30	15,00	31	20	15	15	1,5		71	17,5	17,50	24	24	22	22	1,5	
8	17,30	15,00	31	20	15	15	1,5		72								
9	17,30	15,00	31	20	15	15	1,5		73								
10	17,30	15,00	31	20	15	13	1,5		74								

Fonte: Arquivo Pessoal,2007

Figura 14. Plano de fogo (verso) de uma pedreira situada na marginal da BR-230 / PB

CUSTO TOTAL DO DESMONTE							
EXPLOSIVOS	CUSTO UNITÁRIO	QUANTIDADE	CUSTO TOTAL	ACESSÓRIOS	CUSTO UNITÁRIO	QUANTIDADE	CUSTO TOTAL
EMULSÃO BOMBADA (kg)	2,8	0	0	EXEL HTD 4,0 M 9 m/s (pc)	8,35	0	0
EXPLOSIVO 2 1/2 X 24 (kg)	3,41	1353,16	4614,28	EXEL 4,0 m 17 m/s (pc)	6,07	0	0
EXPLOSIVO 1 X 24 (kg)	0	0	0	RETARDO 17 m/s (pc)	8,35	25	208,75
EXPLOSIVO GRANULADO (kg)	1,8	1.600,00	2880	EXEL lig. 15m 250 MS	6,99	0	0
CORDEL NP-03 (m)	0	0	0	EXEL HTD 5 m 17ms (pc)		0	0
CORDEL NP-05 (m)	0,44	300	132	EXEL HTD 5m 25 MS (pc)		0	0
CORDEL NP-10 (m)	0,47	1259,6	592,012	EXEL HTD 5m 42 MS (pc)		0	0
PENTEX 150g (pc)	5,43	-	0	MANTOPIM (pc)	1,08	2	2,16
CUSTO DO DESMONTE PRIMÁRIO			R\$ 8.429,20	CUSTO UNITÁRIO R\$/M³			1,2367
CUSTO DESMONTE SECUNDÁRIO			-	CUSTO FINAL UNITÁRIO R\$/M³			1,2367

FOTOS E CROQUI DE AMARRAÇÃO NA BANCADA.	
FOTO ANTES	FOTO DEPOIS

Fonte: Arquivo Pessoal,2007

Para calcular os custos do desmonte de rochas, Equação 2, é necessário saber o volume desmontado, a quantidade de explosivo utilizado para realizar o desmonte e o custo total do explosivo e acessório (cordel detonante,

retardos, não elétricos, booster amplificadores e os mantopins) a Equação 2 mostrará como realizar tal cálculo. Equação 2. Cálculo do custo do desmonte de rochas

$$Cd = \frac{\text{Custo exp.}}{\text{Vol. desm. (D)}} \quad (2)$$

No qual:

Cd = Custo do desmonte em R\$/m³ ou R\$/t

Custo exp. = Custo do explosivos e acessórios utilizados no desmonte (R\$)

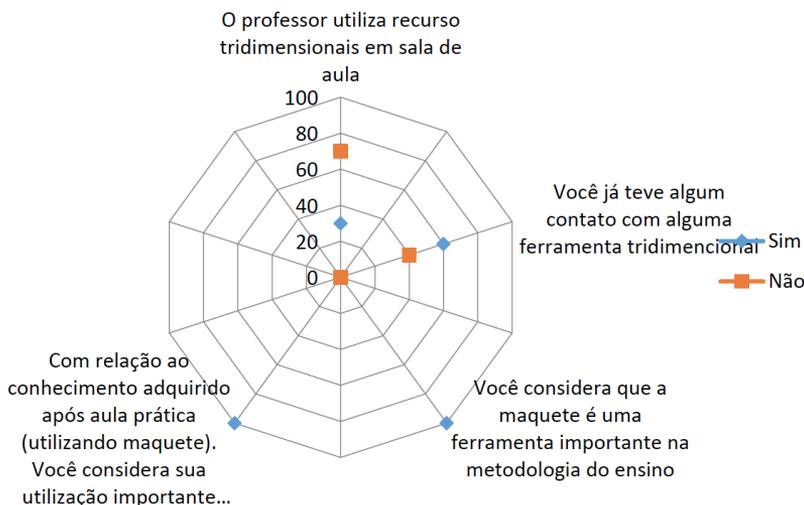
Vol. desm. (D) = Volume desmontado em m³ ou t.

Após a aula prática os alunos responderam um questionário com alguma perguntas a respeito da utilização de maquetes em sala de aula, a importância da utilização de maquetes no aprendizado e a maquete como ferramenta pedagógica. As respostas foram transformadas em gráficos 1 e 2 para um melhor entendimento.

O gráfico 1, está representando os resultados da pesquisa da utilização da maquete como ferramenta pedagógica nas aulas práticas do IFPB.

Gráfico 1 - Análise dos resultados em %

Gráfico 1 - Análise dos resultados em %



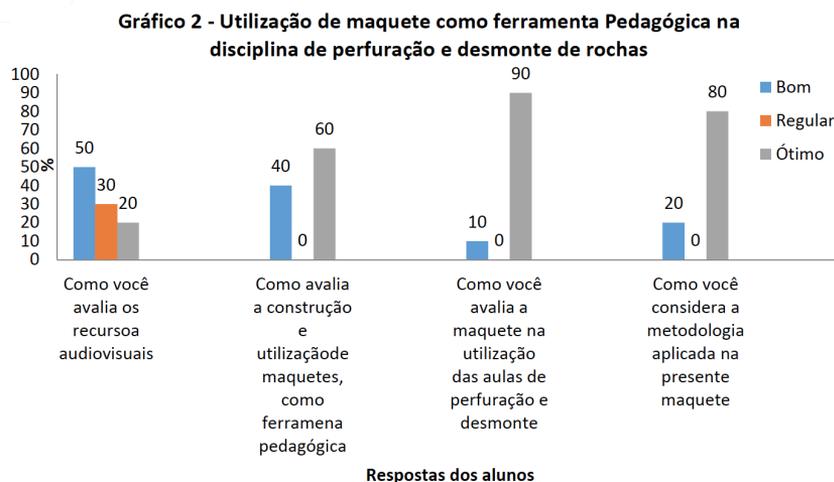
É visto no gráfico 1, que o professor utiliza em suas aulas práticas, próximo de 30 % de recursos tridimensionais. Apenas 40 % dos alunos do curso

de mineração tiveram algum contato com ferramenta tridimensional nas aulas práticas do IFPB e não necessariamente essas aulas foram ministradas nas disciplinas técnicas.

Todos os alunos avaliados disseram que utilização da maquete é uma importante metodologia de ensino e que após utilizar a maquete o conhecimento adquirido aumentou.

No gráfico 2, está disponível os resultados da pesquisa em que os alunos avaliam a utilização de maquete na disciplina de perfuração e desmonte de rochas. Foram feitas quatro perguntas (como avalia os recursos audiovisuais; avaliação da construção e utilização de maquetes como ferramenta pedagógica; avaliação da utilização de maquetes nas aulas de perfuração e desmonte de rochas e como considera a metodologia de ensino aplicada na respectiva maquete). Na avaliação os alunos utilizaram como resposta: bom, regular e ruim.

Gráfico 2 - Utilização de maquete como ferramenta Pedagógica na disciplina de perfuração e desmonte de rochas



Na pergunta como você avalia os recursos audiovisuais 30 % dos alunos acharam regular e apenas 20 % dos alunos acharam ótimo. Percebe-se que os recursos audiovisuais são bem aceito mais poderia ser acrescentado algo prático para auxiliar o aprendizado. 60 % dos alunos reconhecem que a construção e utilização de maquetes é uma ferramenta pedagógica. 10 e 90 dos alunos acharam respectivamente bom e ótimo a utilização de maquetes nas aulas práticas de perfuração e desmonte de rochas. Com relação a

metodologia de ensino aplicada na utilização de maquetes nas aulas práticas de perfuração e desmonte de rochas, os alunos avaliaram em 20 % bom e 80 % ótimo essa metodologia.

É perceptível que utilizar maquetes em disciplinas técnicas, como é o caso da disciplina de perfuração e desmonte de rochas, desperta interesse aos alunos e aumenta a eficiência na aprendizagem, pois é uma experiência na qual se aprende fazendo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos resultados, concluímos que o trabalho aponta diretrizes positivas e aceitáveis para o uso da maquete como instrumento pedagógico de estímulo à criatividade e ao aprendizado. Os alunos demonstraram mais interesse na aula e aplicaram seus conhecimentos teóricos, na prática, com o uso de maquetes para a confecção do plano de fogo, como também os alunos perceberam em 3D as operações de perfuração, desmonte de rochas, carregamento e transporte mineral em apenas uma maquete.

O resultado do questionamento comprovou a eficácia que as aulas utilizando maquetes como prática pode proporcionar ao aprendizado dos alunos, principalmente os que tinham mais dificuldades com o assunto. Dito isto, 90% e 10% dos alunos avaliaram como ótimo e bom a utilização de maquetes nas aulas de perfuração e desmonte de rochas.

A maquete é uma representação real de um objeto em escala reduzida, tem como finalidade auxiliar no entendimento seja de uma planta para construção civil, áreas geográficas, geológicas e cartográficas, para vendas em stands de condomínios verticais, entre outros. O uso de maquete se faz necessário na compreensão de temas/assunto por pessoas que apresentam moderado ou alto grau de dificuldades.

Percebemos, também, que a maquete é uma ferramenta de inclusão social e que esse recurso tátil (em 3D) facilita o aprendizado e a experiência de novos conhecimentos, despertando a curiosidade e a explosão de idéias e pensamentos das pessoas com deficiência audiovisuais.

REFERÊNCIAS

BECKER, F. L. PEREIRA, L. A. C. KUNKEL, N.; Maquetes estrutural como ferramenta didática e de inclusão. Seminário de ensino, pesquisa e extensão. v.IX (2019) Anais do Sepe ISSN 2317-7489

CURI, Adilson. Lavra de Minas. São Paulo, Oficina de textos, 2017

HERRMANN, Curt. Manual de perfuração de rochas. 2ª ed. Revista aumentada. São Paulo, Polígono, 1972

LLERA, J. M. P. JIMENO, C. L. URBINA, F. P. O. JIMENO, E. L., Manual de perforacion y voladura de rocas. Instituto Geologico y minero de España. p.464.Série Geotecnia, 1987

MINING BOOKS, disponível em: <https://minersmansion.weebly.com/uploads/2/4/8/5/24858079/introduction_to_mining_1.pdf> acesso em ago. 2021

OHTANI, L. Maquetes táteis auxiliam na aprendizagem em escolas. 2015

REVISTA MINÉRIOS & MINERALIS, acesso em: < <https://revistaminerios.com.br/>> acesso em ago.2021

SANTOS, R. C. de V. Contribuição do setor mineral no produto interno bruto brasileiro, Revista Radar. 65, p.33-36.abr. 2021

SILVA, E.R.F., ARAUJO, R.L., Utilização da maquete, como recurso didático para o ensino da geografia. I Colóquio internacional de educação geográfica e IV Seminário ensinar geografia na contemporaneidade. 12 a 14 março, Maceió - 2018.

UNITED NATIONS. Report of the World Commission on Environment and Development. General Assembly Forty-second session, item83. August,1987

VITA, A. C. Análise instrumental de uma maquete tátil para a aprendizagem de probabilidade por alunos cegos. Tese de doutorado da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC-SP, São Paulo,2012