"TINHA UM BARRANCO NO MEIO DO CAMINHO, NO MEIO DO CAMINHO TINHA UM BARRANCO": INVESTIGANDO E APRENDENDO POR MEIO DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Edineia dos Santos Brizola Brum
Universidade Federal de Juiz de Fora
edineia.brum@gmail.com

Izabela Badaro Machado de Oliveira
Universidade Federal de Juiz de Fora
izabelabadaro@id.uff.br

Valquíria Dutra Leite
Universidade Federal de Juiz de Fora
vdutraleite@yahoo.com.br

RESUMO

Esta experiência foi desenvolvida durante um curso de Modelagem Matemática, ofertado no primeiro semestre de 2018, como disciplina do Programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Neste curso, fomos convidadas a desenvolver um trabalho prático, elaborando uma modelagem matemática para uma situação real observada. A situação proposta era de um talude de terra que fora reconstruído após acidente nas dependências da universidade anos atrás (maiores informações são descritas no decorrer do trabalho). Neste relato, apresentamos os resultados obtidos desta atividade denominada de o problema do Barranco, na qual podemos experimentar um pouco do "aprender por meio de" com a Modelagem Matemática, na perspectiva de professores de Matemática que somos. Por resultados obtidos, entendemos não somente o modelo desenvolvido, como também as mudanças de concepções e reflexões teóricas com as quais nos deparamos.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Investigação; Barranco.

INTRODUÇÃO

Participando do curso de Modelagem Matemática, ofertado no primeiro semestre de 2018, como disciplina do Programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática da Universidade Federal de Juiz de Fora, fomos convidados a trabalhar com modelagem matemática pensando sobre um talude de terra que fora reconstruído após acidente nas dependências da universidade anos atrás.

De início, realizar uma atividade prática envolvendo modelagem matemática nos parecia um desafio grande e quase inatingível, dada nossa pouca (nenhuma) vivência neste âmbito de atividades. Mas após muito estudo teórico e interessantes discussões, das quais participamos no decorrer do curso, passamos a ver tal prática como necessária para que pudéssemos visualizar a modelagem matemática propiciando a aprendizagem matemática e influenciando a construção de novas concepções dessa ciência.

Ainda não chegamos a um consenso em relação à definição de modelagem matemática, uma vez que foram muitas as definições encontradas durante os estudos teóricos realizados. Mas pudemos vivenciar momentos, por meio desta proposta de trabalho prático, e refletir à luz de alguns autores, percebendo algumas concepções que, por hora, melhor explicitam a forma como vemos a modelagem matemática. Uma destas concepções é a de Bassanezi (2002) *apud* Araújo (2012), que entende por modelagem a "arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real"(BASSANEZI, 2002 *apud* ARAÚJO, 2012, p.841).

No desenvolvimento desta proposta de modelagem matemática, tivemos que nos dedicar a pesquisas sobre desabamento de terra, suas causas, como também alguns métodos existentes para a contenção de taludes. Fizemos entrevistas com pessoas que entendiam do assunto, engenheiros, e procuramos compreender vários aspectos relacionados ao fenômeno a ser analisado. Logo percebemos quão complexo era tudo isso, pois em cada etapa das pesquisas fomos identificando novas variáveis envolvidas no problema. Nesse sentido, acreditamos que vivenciamos o que é descrito por Barbosa (2001) quando entende a modelagem "como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade" (BARBOSA, 2001, p.2).

Inclusive o termo "talude" surgiu para nós como uma palavra nova, queainda não conhecíamos. Segundo o dicionário Michaelis de Língua Portuguesa, talude designa uma "superfície inclinada nos cortes e aterros, rampa, escarpa", uma "inclinação na superfície de um terreno, de um muro ou de uma obra qualquer" ou "acumulação de detritos rochosos grossos e angulosos na base de um recife ou declive rochoso escarpado" (MICHAELIS, 2018).

Acreditamos que o desenvolvimento deste trabalho nos propiciou visualizar a modelagem matemática como possibilidade metodológica que permite ensinar os alunos a fazer pesquisa. Isto é, nas palavras de Bienbengut (2007) *apud* Hermínio e Borba (2010):

> [...] "Assim, promover Modelagem Matemática no ensino implica também, ensinar o estudante em qualquer nível de escolaridade a fazer pesquisa, sobre um tema de seu interesse. Assim, além de uma aprendizagem matemática mais significativa possibilita o estímulo à criatividade na formulação e na resolução de problemas e senso crítico

> em discernir os resultados obtidos" (BIENBENGUT, 2007 apud HERMÍNIO e BORBA, 2010, p.115).

Ao passarmos para a etapa de análise da situação por meio de objetos matemáticos, percebemos que cada um dos integrantes do grupo a identificou dentro de seu próprio campo de conhecimento matemático, procurando compreender e descrever tal situação. Nesse momento, pudemos perceber o quão rico é, em termos de aprendizagem, compartilhar e também se envolver com a produção de conhecimento do outro. E, então, concordamos com Almeida e Silva (2015), quando afirmam que "a incorporação de atividades de modelagem, nas aulas de Matemática, pressupõe que os professores estejam preparados para desempenhar um papel ativo na organização, na implementação e na avaliação destas atividades". Nos sentimos partindo do "aprender sobre modelagem matemática" para o "aprender por meio da modelagem matemática", descrito por estes mesmos autores (ALMEIDA e SILVA, 2015, p.7-8).

Também percebemos que estar diante de conjecturas na tentativa de modelar a situação proposta, nos trouxe um convívio incômodo com a nossa "ansiedade matemática". Quando achávamos que podíamos partir para a formatação do modelo, surgiam novos questionamentos, outras variáveis, e, quanto mais esses momentos se repetiam, mais nos víamos ansiosas, tentando fazer ajustes para que pudéssemos aplicar determinadas ferramentas matemáticas e chegar a um modelo matemático do problema proposto. Essa experiência proporcionou contato com sentimentos que envolvem o aluno no processo de aprendizagem, como dito por Frankenstein (2005): "mudança individual crítica ocorre quando os alunos superam sua ansiedade matemática e aprendem matemática, eles têm uma experiência profunda, concreta, de que as coisas podem mudar" (FRANKESTEIN, 2005, p.136).

A princípio, tentamos representar o problema proposto através de dois possíveis entendimentos que surgiram a fim de descrever o modelo. No entanto, os questionamentos e as incertezas que os envolviam eram tão significantes que trouxe uma "insegurança" ao lidar com os objetos matemáticos selecionados pelo grupo. Essa situação colocou-nos novamente no ponto de partida, onde nos sentimos ainda mais apreensivas, pois, para cada "olhar matemático" que tínhamos da situação, enxergávamos uma teia de conhecimentos que deveriam ser conjugados à matemática.

Depois de muitas pesquisas, muitas discussões e muitas incertezas, desenvolvemos nossa análise e descrição matemática para a situação proposta. Nos tópicos a seguir, buscamos detalhar o desenvolvimento da atividade e o modelo matemático ao qual chegamos, de modo a explicitar o máximo de detalhes pertinentes para um bom entendimento do caminho que trilhamos.

CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA PROPOSTO

Em 14 de maio de 2016, chuvas fortes causaram deslizamentos de terra na cidade de Juiz de Fora (MG). E dentre os desastres registrados nesta data, houve um deslizamento entre a plataforma da Faculdade de Engenharia e o Instituto de Ciências Exatas (ICE), no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

Conforme reportagem do G1 (2016)[1], no momento do deslizamento não havia nenhum carro no estacionamento do (hoje chamado antigo) prédio do ICE. Após o deslizamento a área atingida pelo talude foi isolada. Apesar dos transtornos, ninguém se feriu.

Na reportagem da página UFJF Notícias (2016)[2] entende-se que o talude de terra que deslizou era considerado seguro, mas alguns fatores poderiam ter provocado problemas de escoamento correto das águas da chuva nestes dias em 2016. Além disso, o volume de chuva registrado foi acima do esperado na região.

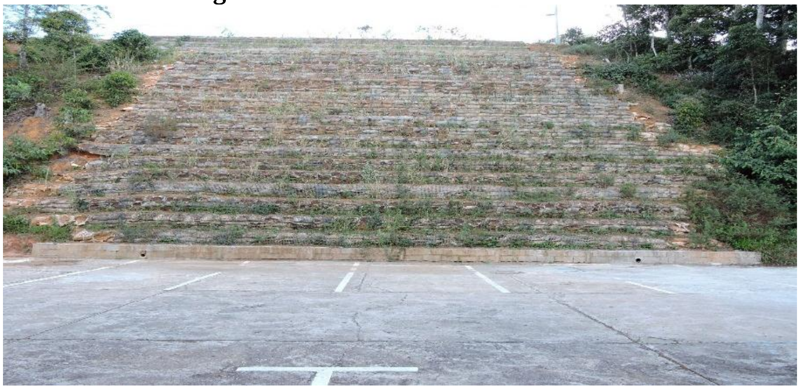
As obras para a recuperação do talude que deslizou em 2016 foram concluídas em junho de 2017, pela empresa de engenharia Nivelar, contratada por dispensa de licitação, conforme prevê o inciso IV, do artigo 24, da Lei nº 8.666/93, que discorre sobre as possibilidades de casos de emergência ou calamidade pública. Assim, de acordo com reportagem publicada na página UFJF Notícias (2017), após a conclusão das obras na tarde do dia primeiro de junho, o trânsito foi liberado na região.

Observando o barranco, ou o resultado da reconstrução do talude(Figura I), agora, em 2018, fomos questionados sobre esta situação: Qual volume de terra (quantos sacos de terra) foi necessário para fazer a contenção do barranco próximo ao prédio do departamento de Física

[1] Disponível em: http://g1.globo.com/mg (acesso em 18.05.2018).
[2] Disponível em: http://www.ufjf.br/noticias/2016/11/16/ufjf (acesso em 18.05.2018).

na ocasião do seu desmoronamento? Qual volume de terra foi retirado do talude? Quantos caminhões foram necessários para essa retirada?

Figura 1 – Foto do barranco observado



Fonte: Dos autores.

RESOLUÇÃO PROPOSTA (MODELAGEM DA SITUAÇÃO)

Nas pesquisas que realizamos sobre o assunto, vimos que foram utilizados sacos de aniagem para a construção de contenção de encosta. Nesse caso, os sacos têm a função de compactar a terra do talude. Além disso, soubemos que a geogrelha e que os sacos de aniagem utilizados têm também um objetivo ecológico, pois servirão de solo para germinar um "muro verde" com o passar do tempo.

Inicialmente, pensamos que os primeiros dados importantes a considerar seriam as medidas destes sacos ali empilhados na construção do talude observado. Vimos que os sacos de terra são sacos de 25 Kg, como se vê na figura 2.

Figura 2 – Foto do peso em uma das embalagens

Fonte: Dos autores.

E nos interessamos também em calcular qual seriam as dimensões destes sacos, pensando que haveria uma média a considerar (um "saco médio"). Para isso, escolhemos três diferentes sacos que consideramos mais "inteiros", dentre os sacos dispostos nas primeiras fileiras (embaixo) do talude reconstruído. Optar por sacos das primeiras fileiras foi uma questão prática ao medi-los, pois não seria seguro subir no talude para conferir as medidas de sacos de fileiras mais acima, por exemplo. Obtivemos as seguintes medidas, pensando nos sacos sendo aproximados como três paralelepípedos.

Quadro 1 – Dados dos três sacos escolhidos

Sacos	Largura	Comprimento	Altura
1	37,5	46,5	22
2	39	47,5	23
3	37	49	20
Médias	37,83	47,66	21,66

Fonte: Dos autores.

Observando o talude por completo, percebemos que são feitas pilhas de três em três sacos de terra, e essas fileiras de sacos (as fileiras visíveis) foram colocadas em forma de uma escada, onde a altura de cada "degrau" é sempre a mesma, três sacos de terra. E essa contenção possui 25 degraus.

A partir da coleta destes dados iniciais surgiu uma dúvida referente ao corte que teria sido feito no talude antes dessa reconstrução. Sugestões diferentes foram mencionadas no decorrer do trabalho, e preocupações quanto à estabilidade das escavações surgiram. Após conversas informais, pesquisas em materiais didáticos e entrevista com o engenheiro responsável pela obra, Emílio César Rocha Coelho, conseguimos ter acesso ao corte que foi realizado na obra. Desse modo o modelo que apresentamos a seguir é o resultado de todas essas pesquisas e de muitos momentos de discussão em grupo para o desenvolvimento dessa ideia.

O Modelo

Pensando no "saco médio", que determinamos com os dados do Quadro I anteriormente, teríamos um paralelepípedo médio a considerar, de volume 39.052,499 cm^3 de terra, isto é: cada saco colocado na reconstrução do talude corresponderia, em média à aproximadamente 0,039052 m^3 de terra.

A nossa altura média está sendo considerada 21,66 cm por saco de terra empilhado. Então podemos dizer que cada fileira de três sacos empilhados terá aproximadamente 64,98 cm de altura, em média. Logo, como o talude todo está feito contendo 25 fileiras empilhadas, temos uma altura total de 16,24 m. Ou seja, temos um empilhamento de 16,24 m. correspondente à distância vertical.

Observando as fotos do talude por completo, percebemos que as quantidades de sacos em cada fileira, ao longo de sua altura não é a mesma. Assim, usando o mesmo procedimento de estimativa das medidas do "saco médio", (Quadro I), calculamos a largura de uma "fileira média", a partir de três medidas e, utilizando a média do comprimento dos sacos, conseguimos:

Quadro 2 – Dados das três fileiras escolhidas

Fileira	Quantidade de sacos na fileira	Medida da fileira
1	99	15,72
2	156	24,78
3	120	19,06
Médias	125	19,85

Fonte: Dos autores.

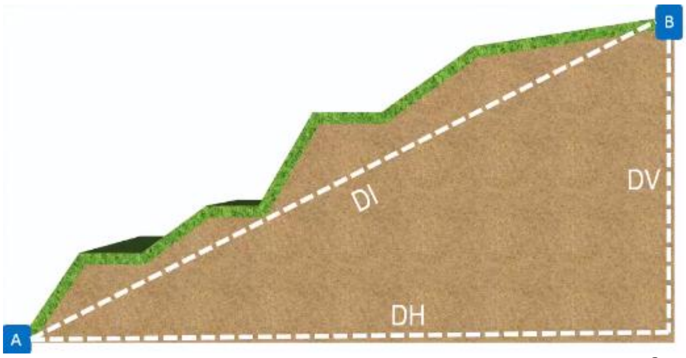
Para calcular o volume de terra que possui a contenção dos sacos de aniagem foi utilizado o seguinte cálculo:

- $Média\ do\ número\ de\ sacos\ por\ fileira\ *\ volume\ de\ cada\ saco * número\ de\ fileiras.$
- $125\ *\ 0{,}039\ *\ 25\ =\ 121{,}87\ m^3$

Portanto, chegamos no volume total de terra dos sacos de aniagem colocados na contenção, considerando apenas o que era visível numa primeira observação do talude. E para responder à segunda pergunta relacionada ao volume total de terra retirado do talude, percebemos que seria necessário calcular o volume total de terra do talude onde foi realizado a obra.

Para isso, usamos o cálculo do volume de um prisma de base triangular (lateral do talude), neste caso um triângulo retângulo. Na lateral do talude, temos três grandezas lineares associadas, distância inclinada (DI), distância vertical (DV) e distância horizontal (DH).

Figura 3 – Representação da lateral do talude



Fonte: Vídeo aula no *youtube* - Canal Dose de Engenharia[3].

Como podemos observar na figura 3, denotamos um ponto A e fizemos uma mensuração de uma distância real ao ponto B, desconsiderando as irregularidades do barranco. O valor de DV foi encontrado anteriormente, 16,25m. Para achar o valor de DH, utilizamos a medida estimada na largura de cada degrau e multiplicamos esse valor pela quantidade de degraus.

$$DH = 0{,}3783 * 25$$

$$DH = 9{,}46\, m$$

O triângulo desenhado é a base do prisma, assim temos a área estimada da base desse prisma.

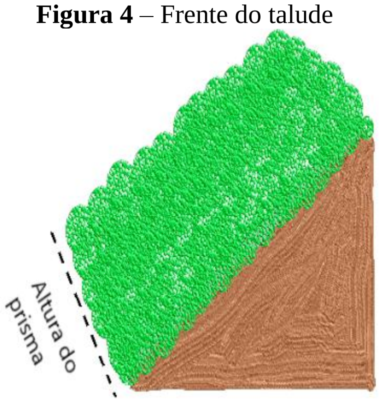
$$Ab = \frac{DHxDV}{2}$$

$$Ab = \frac{9{,}46 * 16{,}25}{2}$$

$$Ab = 76{,}86\, m^2$$

Precisamos também estimar a altura desse prisma. Neste caso a altura do prisma é a frente do talude. Para essa altura consideramos a média feita entre os tamanhos das fileiras.

Figura 4 – Frente do talude



Fonte: Dos autores.

[3] Disponível em: https://www.youtube.com/1 (acesso em 20.05.2018).

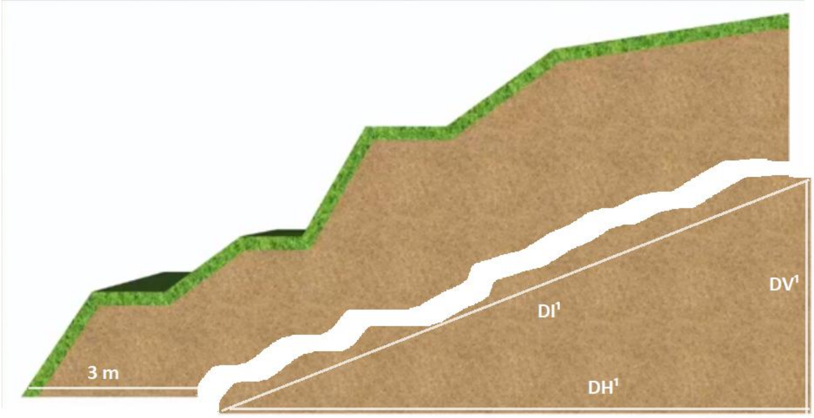
$$Vt = Área\ da\ base * altura\ do\ prisma$$
$$Vt = 76{,}86 * 19{,}85$$
$$Vt = 1525{,}67\ m^3$$

Esse volume aproximado encontrado é referente ao talude inteiro, considerando até a altura DH. Para achar o volume da terra que foi retirado do talude precisamos subtrair o volume total de terra (Vt) do volume de terra que ficou após o deslizamento (Vd), o resultado dessa subtração resulta no volume de terra que foi retirado do barranco.

Esse volume de terra que ficou foi a parte do modelo que gerou mais discussões e dúvidas durante todo o processo. Precisávamos saber qual o comprimento c1 e o ângulo do barranco após o deslizamento e/ou recorte. Materiais de mecânica de Solos e Topografia foram lidos durante o processo. Quanto mais lemos e aprofundamos os estudos sobre o tema, mais dúvidas foram surgindo. Quando conseguimos a entrevista com o Engenheiro responsável pela obra achávamos que tínhamos resolvido o problema, porém outras dúvidas surgiram.

O Engenheiro responsável pela obra, Emílio César Rocha Coelho, nos afirmou em entrevista que após o deslizamento foi necessário retirar mais terra para realizar o reaterro. Analisamos esse recorte e o representamos geometricamente através de outro triângulo retângulo, com medidas lineares menores que as anteriores, demonstrado pela figura 5:

Figura 5 – Lateral do talude representante o recorte



Fonte: Vídeo aula no *youtube* - Canal Dose de Engenharia[4] (editada pelos autores).

[4] Disponível em: https://www.youtube.com/2 (acesso em 20.05.2018).

Durante a entrevista, essas novas medidas não foram informadas com clareza. Motivo que nos fez estimar valores embasados nas pesquisas e coletas que tínhamos feito até o momento. A seguir, segue o modelo que desenvolvemos para representar a situação.

Cálculo volume do prisma após deslizamento e/ou retirada da terra:

$$(DH)^1 = DH - (medida\ em\ metros\ que\ foi\ retirado\ de\ terra)$$

$$(DV)^1 = tg(\alpha) * (DH)^1$$

$$(Ab)^1 = \frac{(DV)^1 * (DH)^1}{2}$$

Como a altura do prisma continuará a mesma, pois o tamanho da frente do talude não sofreu alteração, temos:

$$V^1 = (Ab)^1 * 19{,}85\ m^3$$

Assim, o volume retirado de terra é:

$$V = Vt - V^1$$

$$V = 1525{,}67 - (V^1)\ m^3$$

Parte da pista também sofreu deslizamento de acordo com a notícia publicada no site da UFJF e, em entrevista, o engenheiro Emílio nos informou que a mesma foi recuperada na sua totalidade com o mesmo traçado, assim decidimos que esse volume não influencia o nosso resultado final.

O volume (V) encontrado não é ainda nosso resultado final, pois o volume encontrado é diferente do que precisa ser carregado no caso de aterro ou corte. Ao escavar o solo, a terra fica solta resultando em um maior volume. Esse efeito é conhecido como empolamento e é expresso em porcentagem. Corresponde a um aumento de 30%, de acordo com GBC Engenharia[5].

Portanto, para responder a segunda pergunta proposta (qual volume de terra foi retirado do talude), fizemos:

$$Volume\ retirado\ do\ talude = V * 1{,}3$$

E para a terceira pergunta que tínhamos (quantidade de caminhões necessários para essa retirada) o cálculo foi realizado considerando um caminhão de x m³.

$$Quantidade\ de\ Caminhões = \frac{(DV)^1 * Volume\ retirado\ do\ talude\ (DH)^1}{x}$$

Quadro 3 – Valores estimados

[5] Disponível em: http://www.gbcengenharia.com.br/ (acesso em 21.05.2018).

Medidas em metros que foi retirado a terra	3 m
Ângulo do novo triângulo	30°
Capacidade do caminhão em m^3	15

Fonte: Dos autores.

A medida de três metros foi informada pelo engenheiro Emílio. O ângulo de 30° foi escolhido de acordo com Cardoso (2002), na parte do material impresso que trata de sistema de contenção, que estabelece limite nas escavações de um talude. O caminhão de 15 m^3, por ser um tamanho padrão utilizado nesse tipo de prestação de serviço. (CARDOSO, 2002, p.4).

$$(DH)^1 = 10 - 3 = 7$$
$$(DV)^1 = tg(30°) * 7 = 4{,}04m$$
$$(Ab)^1 = \frac{4{,}04 * 7}{2} = 14{,}14m^2$$

$$V^1 = 14{,}14 * 19{,}85$$
$$V^1 = 280{,}68m^3$$

$$V = 1525{,}67 - 280{,}68$$
$$V = 1245 * 1{,}3 = 1618{,}5m^3$$
$$Quantidade\ de\ Caminhões = \frac{1618{,}5}{15}$$
$$Quantidade\ de\ Caminhões = 108$$

E JÁ QUE ESTAMOS NA ERA DIGITAL...

Depois de elaborar a proposta de modelo para a situação do barranco observado, pensamos em uma maneira mais atual de abordar o problema. E então, também propomos um aplicativo elaborado por meio do *App* inventor[6], um *software* educativo que funciona como quebra-cabeça, sem ser necessário conhecimento em linguagem de programação, próprio para trabalhar em sala de aula. Esse aplicativo que elaboramos foi pensado para realizar os cálculos quando forem propostos outros valores estimados no Quadro 3. Em anexo seguem imagens que mostram as telas do celular com o aplicativo aberto - Problema Barranco. Para ter acesso ao aplicativo, é preciso ter um aparelho com sistema *android* e fazer *download* do arquivo de extensão *apk* a ser compartilhado com os interessados.

[6] Disponível em: http://appinventor.mit.edu/explore/ (acesso em 27.05.2018).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Verificando os valores encontrados no modelo proposto, continuamos as pesquisas para analisar a coerência (ou não) deles. Nessa etapa sentimos a insegurança que se manifestou por várias indagações. Como teríamos certeza se nossos valores estão corretos? Estamos acostumados a resolver problemas cuja resposta pode ser conferida ou testada. Como saber se alguma variável importante foi desconsiderada? E isso implicaria numa interpretação muito reduzida ou incorreta do problema. Estamos acostumados a resolver problemas cujos dados são ajustados a fim de que a matemática seja apresentada de forma "perfeita". E se existem outras possibilidades de interpretações e consequentemente outras descrições ou respostas do problema por outros grupos, então como faríamos a validação do modelo?

Procuramos responder algumas das nossas indagações fazendo analogias com situações que serviram como parâmetro para analisar os valores que encontramos. Pesquisamos sobre o volume de terra que é utilizado para reconstrução de taludes, quantidade de caminhões utilizados e o custo dessas obras.

Assim, com toda investigação feita acreditamos que conseguimos chegar em uma boa estimativa para as indagações feitas de início, quando nos foi proposto este trabalho. No final do nosso modelo, decidimos deixar a situação descrita ainda em função de algumas variáveis, pois são variáveis das quais não conseguimos testar a veracidade, diferente das situações problema que estamos acostumados a trabalhar. Assim, a cada estudo e informação mais próxima do que foi feito na obra de contenção, o pesquisador apenas substituiria os valores destas variáveis.

CONCLUSÃO

Ao realizar esta atividade em busca de um modelo matemático, percebemos um novo cenário em que a aprendizagem pode ocorrer de forma diferente, mais interativa, mais complexa, mais reflexiva, mais significativa. Deparamo-nos com muitas dificuldades que ao longo do trabalho foram se tornando desafios.

A primeira dificuldade que poderíamos citar é referente ao desconhecimento do fenômeno investigado, deslizamento de taludes de terra, que nos colocou diante da complexidade da produção do conhecimento. Percebemos a interação entre áreas do conhecimento ao pesquisarmos sobre o assunto, como também a integração entre elas, sem destaques maximizados ou minimizados, sem considerar uma em detrimento da outra, mas de forma harmônica.

Outra dificuldade refere-se ao fato de estarmos na posição de alunos conjugada com a de professor, proporcionando momentos ímpares de reflexão para nossa prática como mediador da aprendizagem.

Enquanto alunos vivenciamos a "ansiedade matemática" que nos impulsionou "providenciar" um modelo matemático utilizando os conhecimentos que tínhamos, sem analisar as várias conexões que caracterizam o fenômeno em questão. Já enquanto professores experimentamos a inquietude de ter nossas certezas matemáticas abaladas, intensificada pela percepção da impotência da matemática ao tentar descrever um fenômeno que para ser compreendido necessita ser tecido por múltiplas áreas do conhecimento.

Ainda na figura de professores, com esse trabalho de modelagem matemática, resgatamos nosso potencial de pesquisador que é, muitas vezes, minado pelo livro didático que direciona e formata nossas aulas e as concepções que temos da matemática.

O fato de termos que descrever matematicamente um fenômeno desconhecido colocou-nos diante de questionamentos relacionados às nossas concepções acerca da matemática como uma linguagem que muitas vezes é apresentada como definitiva e inquestionável. Cada vez que um novo componente aparecia em nossas pesquisas, ficávamos mais conscientes da responsabilidade de analisar com muita cautela antes de propor uma análise matemática.

Refletimos então sobre a *ideologia da certeza*, tratada por Skovsmose (2001), que pode ser desconstruída durante o processo de modelagem, pois quando temos que fazer escolhas por umas variáveis e desconsiderar outras, a "exatidão", característica atribuída à matemática, é abalada.

Podemos dizer que, durante a execução deste trabalho de modelagem matemática, algumas reflexões sobre nossa prática pedagógica, produziram um movimento para a "conscientização" explicitada por Paulo Freire (2008) quando escreve,

> [...] Aqueles que estão "conscientizados" apoderam-se de sua própria situação, inserem-se nela para transformá-la, ao menos com seu projeto e com seus esforços.Portanto, a conscientização não pode pretender nenhuma "neutralidade".Como consequência que é da educação,demonstra que esta também

> não poderia ser neutra, porque se apresenta sempre, queiramos ou não,como "a forma própria de uma ação do homem sobre o mundo". (FREIRE, 2008, p. 40).

Ao realizar tantas pesquisas sobre o assunto do deslizamento, bem como da reconstrução de taludes após deslizamentos de terra, algo nos chamou atenção. E acreditamos que seria uma temática interessante de ser abordada em um trabalho de modelagem matemática: nossa indagação é referente ao custo expressivamente alto para reconstrução da encosta. Acreditamos que seja uma boa sugestão para trabalho futuro.

Sugestão para trabalho futuro:

Na figura 6, pode-se ver planilha que encontramos quando realizamos algumas de nossas pesquisas sobre a situação do talude reconstruído nas dependências da UFJF:

Figura 6 – Planilha de Gastos da Obra de Contenção no ICE

Serviço	Valor contratado (R$)
Serviços preliminares	39.661,28
Administração local	79.893,44
Remoção do talude desmoronado no ICE	126.086,44
Recomposição do talude e área desmoronada	521.833,27
Recomposição de redes de captação pluvial	190.436,46
Bocas de lobo e poços de visita	105.742,45
Serviços complementares	50.338,12
Total	**1.113.991,36**

Fonte: Notícias UFJF[7].

Assim recomendamos, inicialmente, que fosse elaborada uma planilha de orçamento e custo dessa obra.

REFERÊNCIAS

[7] Disponível em: http://www.ufjf.br/noticias/2017/06/01(acesso em 18.05.2018).

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P. Práticas de Professores com Modelagem Matemática: Algumas Configurações. Educação Matemática em Revista - EMR. São Paulo, n.46, Edição Temática (setembro). p.6-15, 2015.

ARAÚJO, J. L. Ser Crítico em Projetos de Modelagem em uma Perspectiva Crítica de Educação Matemática. Bolema, Rio Claro, vol. 26 n.43, p.839-859, 2012.

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. Bolema, Rio Claro, n.15, p.5-23, 2001.

CARDOSO, F. F. Sistemas de Contenção. Notas de aula do Curso Tecnologia da Construção de Edifícios I. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2002.

FRANKENSTEIN, M. Educação matemática crítica: uma aplicação da Epistemologia de Paulo Freire. In. BICUDO, M. A. V. (Org.) Educação Matemática. 2. Ed. São Paulo: Centauro, p.101-137, 2005.

FREIRE, P. Conscientização: Teoria e Prática da Libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. 3ª Edição – 2ª Reimpressão. São Paulo: Centauro, 2008.

HERMINIO, Maria Helena Garcia Barbosa; BORBA, Marcelo de Carvalho. A Noção de Interesse em Projetos de Modelagem Matemática. Educação Matemática Pesquisa, v.12, n.1, 2010.

MICHAELIS, *Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa Online*, 2018. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/>. Acesso em: 02 out. 2018.

SKOVSMOSE, O. Educação Matemática Crítica: A questão da democracia. Campinas, SP: Papirus. (Coleção perspectiva em Educação Matemática) p.127-148, 2001.

ANEXOS

Figura 7 – Aparência do *App*criado para *android*

Fonte: Dos autores.