

Estudo numérico sobre a trajetória dos movimentos de blocos no Morro do Itararé, São Vicente (SP)

Rosyelle Cristina Corteletti
NUGEO/UFOP, Ouro Preto, Brasil, rosyellecorteletti@gmail.com

Allan Erlikhman Medeiros Santos
PPGEM/UFOP, Ouro Preto, Brasil, allanboni@hotmail.com

Roberto de Almeida Cunha Filgueiras
GERPRO, Belo Horizonte, Brasil, roberto@filgueiras.com.br

Fabício Miranda Silva
GERPRO, Belo Horizonte, Brasil, silva.geologo@gmail.com

Bruno Couto de Oliveira Costa
NUGEO/UFOP, Ouro Preto, Brasil, bruno.couto.amb@gmail.com

Romero Cesar Gomes
NUGEO/UFOP, Ouro Preto, Brasil, romero@em.ufop.br

RESUMO: O trabalho aqui apresentado trata-se do estudo de caso desenvolvido na área da Associação dos Funcionários da Baixada Santista (Vale Fertilizantes S.A) e seu entorno imediato, localizada no Morro do Itararé, no município de São Vicente (SP). A partir de levantamento de dados em campo, foram identificados pontos com blocos rochosos como de perigo de movimentação ao longo da encosta natural. As ponderações do índice de perigo (iP) selecionaram 10 pontos na área com perigo de movimentação de blocos que podem afetar a integridade das instalações da Associação, ou mesmo levar o risco de acidentes a seus associados. Desta forma, foram realizadas as análises da trajetória de movimentação de blocos dos 10 pontos utilizado o software Rocfall da Rocscience versão 4.05, no qual foram analisadas a influência dos coeficientes de restituição normal (R_n) e restituição tangencial (R_t) aplicados em cada perfil dos pontos selecionados na área. O estudo teve como objetivo verificar a energia cinética máxima e a altura máxima de salto dos blocos, bem como a distância em projeção horizontal que os blocos percorrem desde o ponto analisado até as edificações da Associação. Como resultado foi obtido a previsão do alcance dos blocos nos 10 pontos selecionados, possibilitando delimitação das zonas de risco, a avaliação das áreas e os objetos atingidos, de forma a quantificar os danos. Também foi possível estimar prováveis trajetórias do corpo rochoso para a alocação e dimensionamento de sistemas de estabilidade e/ou de contenção na área.

PALAVRAS CHAVE: Queda de blocos, Análise de trajetórias, Risco.

1 INTRODUÇÃO:

A cidade de São Vicente é historicamente marcada por acidentes geológicos geotécnicos, em suas elevações urbanas denominadas como Morros (dos Barbosas,

Japuí, Itararé, dentre outros), no qual existem razoável documentação e registro de acidentes geológicos que, notadamente em 1929, 1956, 1978 e 1979, provocaram mortes e perdas materiais durante episódios de chuvas intensas. No intervalo 1978-79, foi produzida

carta geotécnica dos morros de Santos e São Vicente, solidamente embasada em conhecimentos geológicos, estruturais e geomorfológicos, que contém zoneamento de risco das encostas. Apesar da carta geotécnica dos morros da região de Santos e São Vicente terem sido produzidas a mais de 37 anos, a sociedade desta região sofreu ao longo das décadas seguintes (1995, 2003, 2004, 2005, 2010/11, 2015) acidentes geológicos-geotécnicos sendo alguns com fatalidades.

Categoricamente o acentuando crescimento populacional das últimas décadas, associado ao processo de ocupação desordenado gerou inúmeros impactos na morfologia dos morros, que sem apoio técnico, alteraram o nível de base destas, o que resultou no desencadeando e aceleração de processos geodinâmicos, principalmente no período de índice pluviométrico acentuado na região (dez-março). Gerando assim áreas de grande fragilidade à escorregamentos e quedas de blocos e até mesmo corridas de massa (*debris flows*) (Amorim e Oliveira, 2007).

Pinotti (2010) a partir dos registros históricos das ocorrências de acidentes geológicos geotécnicos na encosta do Morro Santa Terezinha (Santos) focalizou especificamente a dinâmica natural ligada ao fenômeno da queda de blocos e deslocamento, sem abordar os fatores relativos à ação antrópica, que pode se somar aos condicionantes geológico-geomorfológico-estruturais e determinar incidência de movimentos de massa catastróficos em encostas. Nesse estudo acentuou-se a importância das juntas de esfoliação, feições que “podem promover, em virtude da progressiva desagregação intempérica, o progressivo deslocamento de massas de rocha”, capazes de se desprender e deslizar encosta abaixo.

Segundo Santana et al (2003), os denominados Morros Residuais das Cidades de Santos e São Vicente apresentam tipo de deslocamento nas rochas promovendo aparecimento de espessas coberturas inconsolidadas, formando extensas placas ou matacões chatos. Isto se dá devido ao fenômeno da esfoliação, predominante em áreas sustentadas por rochas ígneas. A origem

da esfoliação está ligada a um tipo de resposta do maciço rochoso às condições superficiais, ao longo do tempo em algumas rochas ígneas. Estes maciços podem desenvolver extensos planos subparalelos de partição, denominados esfoliação que são aproximadamente paralelos à superfície do terreno (Martel 2006).

Dentro deste contexto o desenvolvimento deste estudo focaliza especificamente o fenômeno de movimentação de blocos e placas de rocha, cuja origem está ligada à presença de juntas de esfoliação, no qual, causam o deslocamento e rolamento de blocos podendo associar-se à movimentação de grandes massas, devido à ação da gravidade.

De maneira geral todos os movimentos de blocos dependem principalmente da geometria, e da inclinação da encosta. Hoek (2007) salienta que o fator mais importante que controla o tipo de movimento ao longo de sua trajetória é a geometria do talude. Em encosta compostas normalmente por granitoides e rochas gnaiss, a inclinação da encosta é importante porque transmite uma componente horizontal ao percurso do bloco depois de este saltar ou rolar na sua face. Já a geomorfologia pode indicar possíveis percursos por meio de drenagens existentes ao longo da encosta ou também podem influenciar diretamente na dispersão lateral das trajetórias.

Outro fator que interfere no tipo de movimentação trata-se do formato dos blocos. Maciços rochosos muito regulares e de superfícies lisas são considerados mais perigosos uma vez que não retardam de forma significativa qualquer tipo de movimento na queda de blocos. Devem ser considerados os aspectos mecânicos do bloco, assim como sua litologia e a superfície de percurso que ditam a resistência do material durante o movimento. Também influenciam a trajetória dos blocos, mas em menor importância, são o seu tamanho, e o coeficiente de atrito da superfície do maciço rochoso.

Segundo Hagiwara et al (2006), os percursos que possuem algum tipo de vegetação, mesmo que rasteira têm o poder de diminuir a velocidade de queda absorvendo a sua energia. As florestas podem corresponder

a eficientes barreiras naturais ao longo de trajetórias, pois reduzem significativamente a energia cinética dos blocos, evitando assim um maior alcance.

A luz das reflexões descritas anteriormente, o estudo das movimentações de blocos e as características de contorno que os influenciam, são elementos para alcançar os objetivos deste estudo que trata da realização das análises da trajetória de movimentação de blocos na área da Associação dos Empregados da Baixada Santista (Vale Fertilizantes S.A) e seu entorno imediato, localizada no Morro do Itararé, município de São Vicente (SP).

2 CONTEXTO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO DA ÁREA DE ESTUDO

Os denominados Morros Residuais da Baixada Santista pertencem ao Compartimento Morfoescultural dos Morros Residuais, que são caracterizados por serem esculpidos em rochas datadas do Pré-Cambriano, onde predominando os migmatitos, gnaisses, granitos e granitóides. Morfometricamente os morros residuais apresentam baixos índices altimétricos, não passando a cota de 200 metros, com predomínio de declividades superiores a 30%. Sua origem está associada à ação de processos tectônicos ocorridos no Cretáceo-Terciário, responsáveis pela fragmentação e basculamento da Serra do Mar em direção à bacia oceânica (IPT, 1981).

Os morros residuais da Baixada Santista estão rochas relacionados geologicamente ao Complexo Costeiro e corpos ígneos mais jovens (HASUI e SADOWSKI, 1976). No complexo predominam gnaisses e migmatitos oftalmíticos e estromatíticos, possivelmente formados antes do Ciclo Brasileiro, e são formadas pelos Granitos Santos e Rochas intrusivas básicas as principais unidades rochosas da região. Completando o quadro geológico da área são encontradas coberturas sedimentares marinhas, de ambiente de transição, aluviais e coluviais presentes nas unidades quaternárias.

A área deste estudo localiza-se na face oeste do morro do Itararé na área da Associação dos Funcionários da Baixada Santista. (Vale Fertilizantes), e seu entorno (Figura 1). No Local foi identificado o fenômeno juntas de esfoliação. Estudos desenvolvidos na região acentuam o fenômeno das juntas de esfoliação como condicionantes geológico-geomorfológico-estruturais para determinar incidência de movimentos de massa catastróficos em encostas (Pinotti (2010); Amorim e Oliveira (2007); IPT (1981)).



Figura 1: área de trabalho de campo, imagem Google Earth de 12/06/2015, com altitude de visada 385m

Na área foram identificadas três principais unidades geológicas geotécnicas, que expressam os diferentes comportamentos ao longo da encosta:

1ª unidade: marcada pelos afloramentos, com altura média de 16 m, apresentando varias famílias de discontinuidades,

2ª unidade: denominada neste estudo como afloramento de blocos, distinguidos por três tipos:

- blocos separados soltos a parcialmente encobertos pelo solo,
- área com blocos emaranhados, também soltos ou com a base parcialmente coberta pelo solo.
- e o terceiro tipo são os blocos inbrincados uns nos outros, formando em alguns pontos “gaiolas” e/ou “cavernas” devido ao arranjo dos blocos existentes no locais.

3ª unidade: definida pela presença de depósitos de “talus” observado na base da encosta e ao longo de uma quebra de relevo existente na encosta (entre as cotas 20 e 24).

2 MÉTODOS E MATERIAIS

O desenvolvimento deste trabalho foi elaborado com a premissa de distinguir os pontos de maior potencial na encosta do Morro do Itararé em atingir os limites do Clube da área da Associação para realizadas as análises da trajetória de movimentação de blocos destes pontos. Conforme apresentado na figura 2, a realização deste trabalho contemplou duas etapas anteriores fundamentais para identificação dos pontos de análise.

Como ponto de partida foi realizado uma investigação em campo para a coleta de dados e identificação de pontos de movimento de blocos.

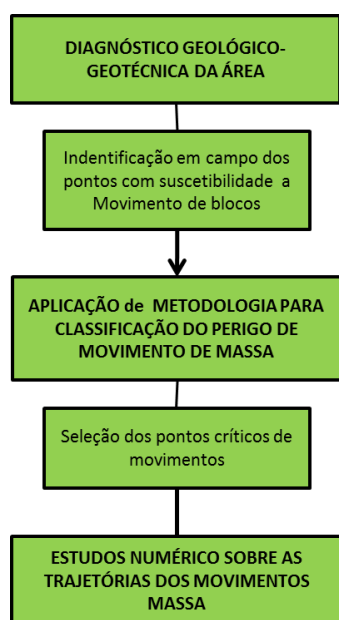


Figura 2: Fluxograma de desenvolvimento do trabalho

Já em uma 2ª etapa foi aplicado a metodologia de Classificação de índice de perigo de movimentos de blocos (iP) de Corteletti et al (2015), nos 37 pontos de investigação coletados na etapa de campo, como o objetivo de identificar e selecionar os pontos com maiores potenciais de atingir os limites da Associação. A Tabela 1 apresenta o número total de pontos distribuídos em cada uma das classes.

Tabela 1: Classificação do índice de perigo final dos pontos na área

Índice de Perigo	Classificação	Número de pontos
$104 < iP \leq 150$	Alto	10
$52 < iP \leq 104$	Médio	27
$iP \leq 52$	Baixo	0

A partir do resultado da análise da classificação dos índices de perigo (iP) dos pontos apresentado no gráfico da figura 3, foram selecionados os pontos críticos na área com perigo do movimentos dos blocos atigirem as edificações da Associação.

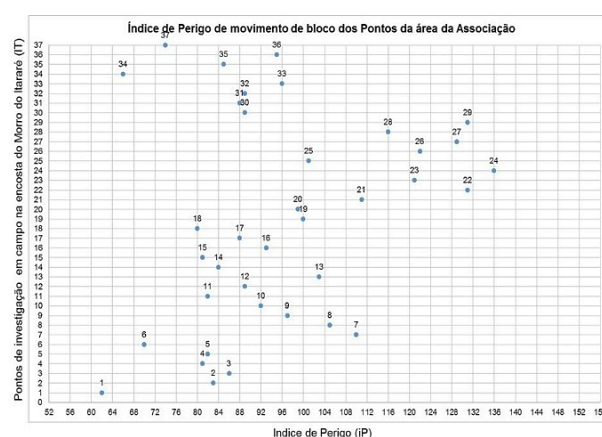


Figura 3: Seleção dos pontos de intervenção para estabilização e contenção de movimentos de blocos na encosta do Morro do Itararé na área da Associação

Na ultima etapa foi realizado o estudo numérico sobre a trajetória dos movimentos de blocos dos 9 pontos classificados com iP alto, acrescido do ponto IT₁₃ cujo iP é igual a 103 que esta na faixa de perigo médio para intervenção ao longo da encosta na área, totalizando 10 pontos (IT6, IT7, IT8, IT13, IT21, IT22, IT27, IT28, IT29).

Assim, foram analisadas a influência dos coeficientes de restituição normal (R_n) e restituição tangencial (R_t) aplicados em cada perfil dos 10 pontos selecionados para a energia cinética máxima e a altura máxima de salto dos blocos, bem como a distância em projeção horizontal dos blocos. Em seguida foi feito o estudo da trajetória dos movimentos dos blocos nestes pontos a partir uso do software *Rocfall* da *Rocscience versão 4.05*, que se trata de um programa de simulação 2D para previsão do comportamento de quedas de blocos em

taludes, operando à base de estatísticas e probabilidades.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

Os movimentos de blocos são considerados como um tipo de movimento de massa complexo devido a dificuldade de se prever, tanto o início do movimento como o alcance dos blocos. Outra característica que aumenta o problema é o fato dos movimentos não ocorrem somente em períodos de chuva, pois devido a flutuações diárias consideráveis de temperatura em períodos de clima seco é possível criar tensões com magnitude suficiente para provocar a propagação de fraturas já existentes na rocha, levando-a a um colapso.

Portanto, em análises e estudos de risco, relativos a esse tipo de movimento de massa, são necessários que se calcule a previsão do alcance dos blocos para que se possam delimitar eventuais zonas de risco, avaliando a área e os objetos atingidos, de forma a quantificar os danos. Também é de grande importância estimar prováveis trajetórias do corpo rochoso para a alocação e dimensionamento de sistemas de estabilidade e/ou de contenção.

Dentro deste contexto, a análise das trajetórias e os alcances de blocos rochosos em movimentos têm como parâmetros principais as características mecânicas do bloco e da superfície de trajetória. Estes podem ser determinados por valores apropriados que atendem a sua natureza mecânica como o ângulo de atrito e o coeficiente de restituição. O coeficiente de restituição caracteriza a quantidade de energia perdida devido à deformação inelástica durante a colisão de dois objetos ou um objeto e uma superfície (Ashayer, 2007). Já o ângulo de atrito diz respeito à resistência do bloco.

Neste trabalho foi realizada a análise da influência dos coeficientes de restituição normal (R_n) e restituição tangencial (R_t) aplicados em cada perfil dos 10 pontos selecionados. O estudo teve como objetivo verificar a energia cinética máxima e a altura máxima de salto dos blocos, bem como a

distância em projeção horizontal que os blocos percorrem desde o ponto analisado até as edificações da Associação.

Para a análise da trajetória dos movimentos dos blocos nos 10 pontos selecionados foi utilizado o uso do software Rocfall da Rocscience versão 4.05.

A análise dos resultados no programa *Rocfall* requer utilização de parâmetros de entrada a fim de retratar as condições encontradas no campo. A Tabela 2 apresenta os parâmetros mais utilizados nessa análise da rocha, bem como a referência e descrição utilizada. A escolha dos valores dos coeficientes refere às características da encosta do Morro do Itararé, que possui solo brando e apresenta vegetação na área. Logo, foram adotados em todos os 10 pontos os coeficientes: $R_n = 0,3$, e $R_t = 0,8$ - Solo brando alguma vegetação (Hoek, 2007).

Tabela 2 – Parâmetros utilizados para o solo

Coeficientes de Restituição			Ângulo de Atrito	
Direção	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Normal (Rn)	0,30	0,05	25	5
Tangencial (Rt)	0,80	0,05		
Fonte	Hoek (1987) apud Tavares, LMMSC (2015) ¹			
Descrição	Solo brando com alguma vegetação			

Nota:

¹ Análise Paramétrica no Estudo da Queda de Blocos em Encostas R

As massas dos blocos também são consideradas na análise realizada pelo software e estão apresentadas na Tabela 3. O resultado das análises das trajetórias se iniciada a movimentação nos 10 pontos selecionados estão resumidos na Tabela 4.

Tabela 3 – Massa dos blocos

Ponto Descrito	Volume Estimado (m³)	Massa Estimada ¹ (kg)
IT 06 e IT 07	676,96	1.760.148
IT 08	604,30	1.571.184
IT 13	107,66	279.916
IT 21	48,39	125.826
IT 22	12,99	33.763
IT 23	44,61	115.998
IT 24	33,19	86.302
IT 26	22,37	58.160
IT 27	1.212,66	3.152.915
IT 28	571,75	1.486.538
IT 29	8.779,34	22.826.297

¹ Massa específica aparente de 2.600 kg/m³

Conforme apresentado na tabela 4, dos 10 pontos analisados somente pontos IT7, IT8 e IT22 acusaram uma trajetória que, se iniciada a movimentação atingiriam as edificações da Associação. Dessa forma, será apresentada a análise detalhada somente destes pontos.

Tabela 4: Análise da trajetória dos do 10 pontos selecionados na área.

Ponto	Resultado da Análise
IT 07	Atinge as edificações
IT 08	Atinge as edificações
IT 13	Não atinge, o movimento cessa a 17m do início e as edificações estão a 18m
IT 21	Não atinge, o movimento cessa a 13,5m do início e as edificações estão a 22m
IT 22	Atinge as edificações
IT 23	Esses conjuntos de blocos estão situados além da linha de referência, com prejuízo da análise pelo <i>Rocfall</i> , porém todos eles têm a chance de atingirem as benfeitorias caso se inicie o movimento.
IT 24	
IT 26	
IT 27	Recomenda-se a leitura prévia das tabelas de campo
IT 28	

4.1 Análise dos pontos que poderiam atingir a Associação

Pontos: IT7

Caracterizado por extenso afloramento de placas rochosas, estimado em cerca de 20 metros de extensão lateral.

A Figura 4 mostra o movimento do ponto e IT7 ao longo da encosta. Assim é possível observar que caso as placas entrem em movimento elas irão atingir o clube, que se encontra a cerca de 10 metros da primeira placa.

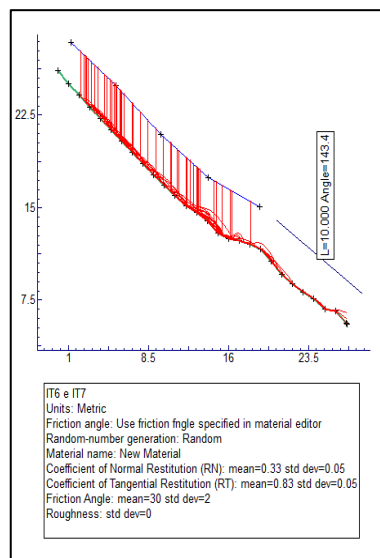


Figura 4 – Análise de movimento do ponto IT7

A análise desse ponto foi feita considerando todas as 5 placas do afloramento (figura 5), com o objetivo de estudar a movimentação delas, distribuição de energia e alcance.

As variações da energia cinética ao longo da movimentação das placas apresenta seis comportamentos distintos de energia cinética (figura 5). Sendo entre os pontos de localização 21 e 22 metros observa-se a maior energia cinética, com cerca de $9,5 \times 10^7$ J.

A primeira faixa é caracterizada pelo aumento energia cinética até os primeiros 5 metros. A partir dos 5 metros até o 12 metros a energia diminui sua taxa de variação, a partir daí até os 13 metros a energia diminui e volta a aumentar até os 15 metros.

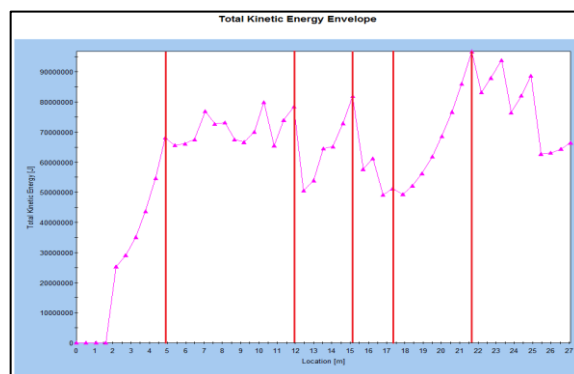


Figura 5 – Faixas de comportamento de energia cinética ao longo da encosta.

Entre 15 metros e 17 metros a energia volta a diminuir em uma taxa semelhante a do

trecho entre 12 e 13 metros. A partir dos 17 metros a energia aumenta a uma alta taxa até o seu pico máximo, cerca de 21,5 metros. Atingido o pico a energia cai consideravelmente até os 27 metros, com cerca de $6,5 \times 10^7$ J, onde se localiza a Associação.

Ponto: IT8

O ponto descrito denominado como IT8 se trata de bloco de rocha com cerca de 4 metros de altura, localizado na linha de drenagem natural da encosta e com fraturas na sua base.

A Figura 6 apresenta o resultado da trajetória do bloco ao longo da encosta, onde é possível observar que o mesmo atinge o clube através de um rolamento ao longo da encosta.

O resultado da análise das variações de energia cinética no ponto IT8 apresentam um pico máximo de energia cinética encontrado para a movimentação de cerca de $2,6 \times 10^7$ J e está localizado a cerca de 7 metros do ponto.

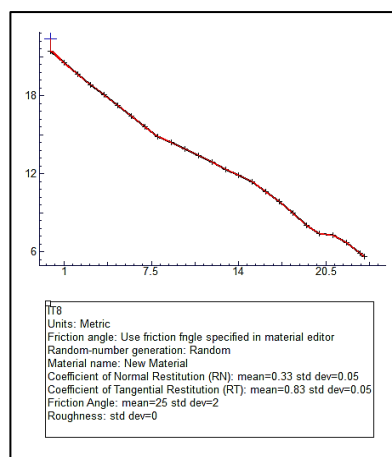


Figura 6 – Análise de movimento do ponto IT8.

Este ponto também apresentou seis comportamentos distintos em relação a variação da energia cinética (Figura 7).

A primeira faixa é de taxa de aumento de energia até 1 metro do ponto, a partir daí a energia continua aumentando, porém com uma taxa menor, esse comportamento é observado até 7 metros do ponto. O comportamento seguinte é de taxa de diminuição de energia até 14,5 metros. O próximo comportamento é de taxa de aumento até os 18,6 metros, essa taxa é

semelhante a taxa de aumento entre 1 metro e 7 metros.

Entre os 18,6 metros até os 21 metros o comportamento é de taxa de diminuição de energia. Por fim, entre os 21 e 23 metros temos um aumento de energia atingindo a Associação.

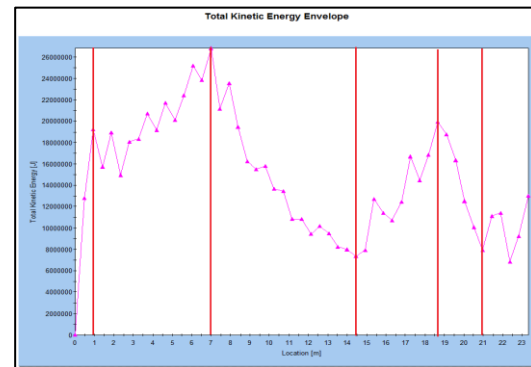


Figura 7 – Análise das variações de energia cinética do ponto IT8.

Ponto: IT22

O ponto descrito denominado como IT22 se trata de um emaranhado de blocos localizados na linha de drenagem. A trajetória calculada pelo software está apresentada na Figura 8. Onde é possível observar que o emaranhado de blocos pode vir a atingir o clube, uma vez que tenha entrado em movimento.

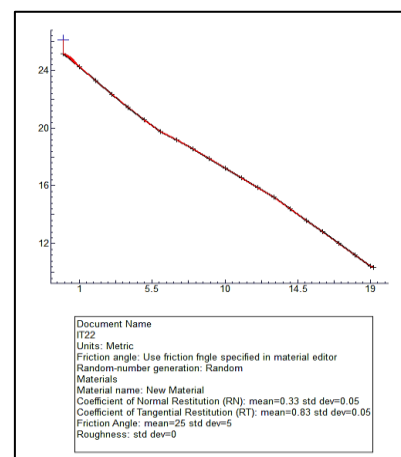


Figura 8 – Análise de movimento do ponto IT22.

A Figura 9 apresentar as variações de energia cinética ao longo da encosta para o movimento do IT22. O pico de energia cinética é de $6,5 \times 10^5$ J, sendo possível distinguir 4 comportamentos diferentes para as variações de energia cinética.

O primeiro comportamentos da taxa da variação da energia cinética é observado cerca de 1 metro onde apresenta alta taxa de aumento da energia cinética seguida de um decréscimo na taxa de aumento até 5 metros, onde é registrado o pico da energia cinética no movimento.

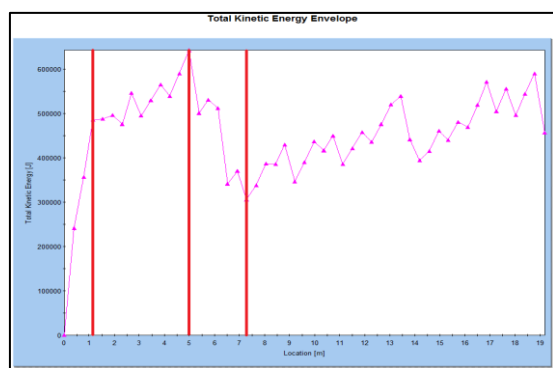


Figura 9 – Destaque para as faixas de variações de energia cinética do ponto IT22.

A partir daí observa-se uma taxa de diminuição da energia até 7,25 metros e depois a taxa é de crescimento até atingir a Associação com uma energia de cerca de $4,5 \times 10^5 \text{ J}$.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente trabalho foi induzido pelo propósito de se promover uma melhor prevenção e monitoramento de movimento de blocos potencialmente passíveis de serem mobilizados e atigirem as Edificações da Associação dos Funcionários da Baixada Santista (Vale Fertilizantes S.A.) a partir do Morro do Itararé, em São Vicente (SP). Com base numa abordagem analítica simples, e prática, subsidiada por ferramentas estatísticas o uso do índice de perigo (iP) permitiu estabelecer as bases para uma análise e hierarquização das ocorrências de movimentos de blocos ao longo da encosta natural da área. Dessa forma dos 37 pontos identificados na área, foram selecionado 10 pontos para o estudo de trajetória e energia cinética de impacto.

O estudo numérico das análises das trajetórias se iniciada a movimentação nos 10 pontos do com utilização do *Rockfall 4.05* permitiu refinamento na avaliação e na identificação dos pontos que atigiriam as

Edificações da Associação, onde dos 10 pontos avaliados com índice de perigo alto, somente 3 atigiriam a área. Logo o estudo proporcionou um maior controle na tomada de decisão como um instrumento capaz de avaliar previamente o impacto, auxiliando a escolha do tipo obra de estabilização ou de contenção, a ser realizada na área.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, R. R.; Oliveira, R. C. (2007). Análise Geoambiental dos setores de encosta da área urbana de São Vicente-SP. Sociedade e Natureza. Ano 19, n. 37. 19-40p.
- Ashayer, P. (2007) - Application of rigid body impact mechanics and discrete element modeling to rockfall simulation. Ann Arbor: University of Toronto (Canada). 230 p. Ph.D.
- Corteletti, R.C.; Filgueiras, R. A.C.; Santos, A. E. M. (2015) Projeto de Contenção da Encosta do Morro do Itararé - Associação dos Funcionários da Baixada Santista. São Vicente, SP. Vale Fertilizantes. 180p.
- Hasui, Y.; Sadowski, G.R. 1976. Evolução geológica do pré-cambriano na região sudeste do Estado de São Paulo. Rev. Bras. Geoc., 6:182-200.
- Hagiwara, I.; Sasaki, T.; Nishiyama, S. & Ohnishi, Y. (2006). *Estimation and Simulation of Vegetation Effect on Rockfall Using Discontinuous Deformation Analysis*. Disponível em: http://www.Suncoh.co.jp/gijutu/ronbun/200507UP/ARMS-No_258_DDA.pdf.
- Hoek, E. (2007). Practical Rock Engineering. Chapter 9, Analysis of Rockfall Hazards, Canada, 25p.
- IPT (1981) IPT.(1981) Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Levantamento das condicionantes do meio físico e estabelecimento de critérios normativos para a ocupação urbana dos morros de Santos e São Vicente. São Paulo: IPT, 1981 (Relatório n. 11.599).
- Martel, S. J. 2006. Effect of topographic curvature on near-surface stresses and application to sheeting joints, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L01308, doi:10.1029/2005GL024710. Acesso: 12.11.2015.
- Pinotti A.M. (2010). Técnicas de Geologia Estrutural para previsão e contenção de queda de blocos em encostas: aplicação na área do Granito Santos, Santos, SP. Campinas: IG-Unicamp. 71p. (Trab. Conclusão de Curso de Graduação em Geologia).
- Santana, M.A.; Mattos, J.T.de; Ohara, T. 2003. Zonas de movimento de massa na Serra do Mar: uma abordagem morfo-tectônica com imagem Landsat/TM. In: Simpósio de Geologia do Sudeste, 8, São Pedro, 2003. *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleos de São Paulo, Rio de Janeiro / Espírito Santo e Minas Gerais. p. 108.