

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE TÉCNICAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM
TALUDE DO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS GUARARAPES/PE: LONA
PLÁSTICA X GEL POLÍMERO.**

**COMPARATIVE STUDY BETWEEN WATERPROOFING TECHNIQUES ON THE
SLOPE OF MUNICIPALITY THE JABOATÃO DOS GUARARAPES / PE: PLASTIC
CANVAS X GEL POLÍMERO.**

Bruna Candida de Lima Santana¹
André Vinicius Azevedo Borgatto²

RESUMO

Encostas são formações geológicas naturais caracterizadas principalmente por grandes declives sobre maciços de solo ou rocha. Desta maneira, os escorregamentos em áreas de encostas ocupadas costumam ocorrer em taludes de corte, aterros e taludes naturais agravados pela ocupação desordenada de imóveis e ação humana. Portanto, é necessário ampliar cada vez mais o estudo de soluções para melhorar a estabilização de taludes, mitigando assim o risco associado a população mais vulnerável e exposta a condições não seguras de habitabilidade. Com o objetivo de realizar um estudo qualitativo entre as técnicas de impermeabilização baseada na aplicação de lona plástica e produto químico a base de gel polímero acrílico em talude do município de Jaboatão dos Guararapes/PE, através da comparação de aspectos como durabilidade, impacto ambiental, manutenção, vida útil da estrutura, custo e etapas de execução das técnicas de melhoramento de permeabilidade foi capaz de determinar a técnica de maior aceitação pela população local e com maior benefício/custo. Demonstrar a existência de uma técnica que pode substituir o uso da lona, que apesar do maior custo apresenta uma série de benefícios que embasam a sua utilização. **Palavras-chave:** Encostas, Talude, Gel Polímero, Lona plástica, Jaboatão dos Guararapes.

ABSTRACT

Slopes are natural geological formations characterized mainly by large slopes over massifs of soil or rock. In this way, landslides in areas of occupied slopes usually occur in slopes of cut, embankments and natural slopes aggravated by the disordered occupation of buildings and human action. Therefore, it is necessary to increasingly expand the study of solutions for greater stabilization of embankments, thus mitigating the risk associated with the most vulnerable population and exposed to unsafe conditions of habitability. In order to carry out a

¹ Bacharelada em Engenharia Civil - Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho. 2021

² Orientador do Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Civil – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho

qualitative study between the waterproofing techniques based on the application of plastic canvas and chemical product based on acrylic polymer gel on the slope of the municipality of Jaboaão dos Guararapes / PE, by comparing aspects such as durability, environmental impact, maintenance, useful life of the structure, cost and stages of execution of the permeability improvement techniques was able to determine the technique of greatest acceptance by the local population and with the greatest benefit / cost.

Keywords: Slopes, Slope, Polymer Gel, Plastic Canvas, Jaboaão dos Guararapes.

INTRODUÇÃO

Jaboaão dos Guararapes possui 259 km² e uma população de 706.867 habitantes, dos quais 65% (sessenta e cinco por cento), cerca de 459.464 cidadãos ocupam áreas de morros, segundo o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) 2019-2020, na maioria das vezes em assentamentos precários e desordenados gerando situações de risco, dentre essa população.

O município tem um grande déficit de investimento em áreas de risco, frente a forte dinâmica de ocupação, que gera cotidianamente novas situações de risco de desastres. Os registros mostram um número crescente de pontos de risco na cidade, o que implica na necessidade de avaliação e monitoramento permanente, mostrando assim, a importância de enfrentar o problema de modo sistêmico, com ações de vistorias, monitoramento, demolições de moradias em áreas expostas, colocação de lona, educação preventiva, capinação, e erradicação de árvores de pequeno porte em linha de projeção de imóveis; de modo a enfrentar os períodos de chuvas, que diante do cenário, é previsto o aumento de ocorrências de movimento de massa, desabamentos, erosões severas e inundações.

O Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) foi desenvolvido no ano de 2005, pela Gestão Municipal e destaca a intensa ocupação desordenada nas encostas e áreas susceptíveis ao risco, ao longo do tempo, dividida em 7 (sete) regionais dentro de

Jaboaão dos Guararapes, sendo elas: regional I (Jaboaão Centro), regional II (Cavaleiro), regional III (Curado), regional IV (Muribeca), regional V (Prazeres), regional VI (Praias), e regional VII (Guararapes). Evidencia-se que no ano de 2016, a Defesa Civil Municipal contabilizou 14.183 (quatorze mil, cento e oitenta e três) pontos de risco em áreas susceptíveis a movimento de massa e inundações. Com isso, foi visto a necessidade de se fazer um trabalho preventivo, antecipando-se ao período chuvoso, que aumenta a propagação de movimento de massa nesses territórios.

O número de pontos de risco nas sete regionais do município, representa uma necessidade permanente na atuação do órgão de proteção e Defesa Civil em atuar na mitigação, preparação, resposta e recuperação como protagoniza a Lei 12.608/2012. A fim de atender as diretrizes dessa legislação, o Governo Federal criou o Programa Gestão de Riscos e Resposta a Desastres no ano de 2012. Neste programa destacam-se os esforços na prevenção de desastres, sendo estruturado para identificação dos principais desastres que ocorrem no país. Segundo BERTONE E MARINHO (2013), os municípios críticos foram selecionados conforme a recorrência dos principais desastres, o número de pessoas desalojadas ou desabrigadas e o número de óbitos entre 1991 e 2010, em cada município. Assim, chegou-se ao número de 821 municípios críticos sujeitos a desastres, que representam 94% das mortes registradas e 88% das pessoas

afetadas. Seguindo o regulamento, o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, norteia diretrizes na vertente da redução de riscos de desastres, com vistas a criação de um sistema de informações e monitoramento de desastres, mitigação em relação aos efeitos desses desastres, considerando também a integração das políticas públicas.

Na perspectiva da redução de desastres nas áreas de morros do município de Jaboatão dos Guararapes, se faz necessário um investimento em ações estruturais e não estruturais de prevenção pautado na premissa da lei 12.608/2012. Nesse contexto, (COUTINHO, 2017) defende que para a redução do risco nos morros, se faz necessário um estudo detalhado dos cenários, considerando que na maioria dos casos de estabilização dos processos de movimento de massa, executam-se diversas obras combinadas. As obras de drenagem e de proteção superficial não devem ser encaradas apenas como obras auxiliares ou complementares no projeto de impermeabilização (LUCENA, 2012). O diagnóstico vem comprovar que a existência do risco é fundamentalmente uma questão ligada às causas antrópicas, embora, no caso do Jaboatão dos

Guararapes, as condições ambientais do território favoreçam os processos de movimentos de massa nos solos arenos-argilosos da formação barreiras e do solo residual, os problemas com a erosão são quase sempre induzidos pelos cortes executados para a extração mineral de areia ou pela ocupação desordenada das encostas. O Município foi se configurando entre problemas socioambientais e disparidades sociais acentuados por uma elevada exploração imobiliária, principalmente na área que compõe a faixa litorânea da cidade”. Baseado no crescimento da população exposta ao risco a Prefeitura do município de Jaboatão dos

Guararapes atua com políticas de impermeabilização de encostas visando a mitigação de movimentos de massa que levem a um possível desastre natural (LUCENA, 2006).

Vale destacar que ao acontecer os desastres, uma grande quantidade de pessoas feridas, desabrigadas e desalojadas, são também registradas, causando assim danos sociais, econômicos e ambientais. SILVA (2010) comenta que a redução no número de mortes na região metropolitana do Recife (RMR) entre o período de 2001 a 2008 ocorreram devido às intervenções de obras de engenharia e ações não estruturais realizadas. Devido à gravidade dos problemas e da impossibilidade de eliminação do risco em curto prazo, se faz necessário uma ação de convivência com os riscos através de elaborações de planos preventivos de defesa civil (COUTINHO, 2017). No entanto, a redução dos riscos é obtida primordialmente pela adoção de medidas preventivas adequadas, como ações educativas, monitoramentos, limpeza e desobstrução de sistemas de drenagem, mapeamento das áreas de risco, cadastro de abrigos. Tais medidas necessitam de estudos prévios dos fatores condicionantes e dos mecanismos dos fenômenos envolvidos, bem como de uma avaliação do perigo e do risco. Dois elementos são essenciais na formulação do risco: o perigo de se ter um evento, fenômeno ou atividade humana potencialmente danosa e a vulnerabilidade, ou seja, o grau de suscetibilidade do elemento exposto ao perigo. Isso indica que o impacto do desastre dependerá das características, probabilidade e intensidade do perigo, bem como da vulnerabilidade das condições físicas, sociais, econômicas e ambientais dos elementos expostos. Embora a maior parte dos perigos naturais seja inevitável, os desastres não o são. A investigação dos

perigos que ocorreram no passado e o monitoramento da situação do presente possibilitam entender e prever a ocorrência de futuros perigos, permitindo que uma comunidade ou o poder público possa minimizar o risco de um desastre (TOMINAGA, 2019). As soluções do gel polímero e lona plástica não são pensados como obras de contenção ou estabilização de taludes, mas sim como soluções de impermeabilização, por funcionarem de forma similar como uma proteção superficial que facilita a captação das águas pluviais, para que não haja infiltração. Portanto há a importância de um sistema de drenagem eficiente que destine corretamente essas águas. Segundo FERRAZ (2017), a drenagem é, na maior parte, a intervenção mais importante para a estabilização de um talude, sendo intrínseca às obras de contenções e de proteção superficial, pois asseguram a redução dos esforços que a obra resistirá, devido à ação da água. Com isso, um comportamento satisfatório de uma estrutura de contenção não pode ser obtido sem a utilização de sistemas eficientes de drenagem, que podem ser superficiais ou internos.

Em vista disso, a falta ou a não devida atenção para com essas obras em taludes, denominadas de “complementares”, como sistemas de drenagem, revestimento vegetal e proteção superficial, pode vir a prejudicar, ou até mesmo provocar a ruína total de todo o conjunto de obras. Sendo assim, é despertada a importância que deve ser dada às obras “complementares” de taludes, em especial no que diz respeito aos sistemas de drenagem. (PEREIRA, 2017)

Durante o presente trabalho serão avaliados dois métodos impermeabilizantes de taludes: lona plástica e gel polímero. A lona plástica utilizada tem como componente principal polietileno de baixa densidade, tendo como característica um

combinado de propriedades mecânicas, sendo as principais: alto módulo de tenacidade, boa resistência ao impacto, flexibilidade alta, fácil processabilidade, e baixo ataque de agentes oxidantes. Para o estudo foi considerado lona plástica da cor preta, com espessura de 200 micros (μm) (WURTH, **Lona Plástica**).

Já o produto gel polímero acrílico é composto por uma dispersão aquosa de um copolímero baseado em éster acrílico em teor de 40% a 50%, água em teor de 50% a 60% da solução, e pigmento a base de água em teor de 3,0%, geralmente de coloração azulada. O produto polimérico acrílico atende a NBR 14.725 (Produtos Químicos - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente), e a Ficha de Informações de Segurança de Produto Químicos (FISPQ). As substâncias que contém uma dosagem acima de 3.0 mg/L terão as suas propriedades especificadas por terem um papel mais intenso na composição do gel. O Etilbenzeno (3.1 mg/L) possui propriedades de resistência a abrasão, o tolueno (10.0 mg/L) possui a especificidade de ser utilizado como solvente, dando um aspecto mais líquido na mistura do gel concentrado, os sólidos em suspensão (100 mg/L) referem-se ao pó de serra, as sementes rasteiras, pó de papel picado, antiácido e o corante azulado. O óleo e graxa (15 mg/L) está presente na solução para prover consistência, viscosidade aparente, ponto de gotejamento, e separação. Por fim, a presença da substância acrilonitrilo © (7,55 mg/L) proporciona fluidez, resistência térmica e resistência ao impacto.

O gel polímero possui base de polímero acrílico que pode ser usado para controle de erosão em encostas, supressão de poeira, e estabilização do solo, é fabricado em Santa Bárbara d' Oeste, interior de São Paulo, e distribuída por todo Brasil. Para sua aplicação é necessário o cumprimento

de algumas etapas recomendadas pelo fabricante para um comportamento preciso do produto em encostas (GLOBAL ROAD TECHNOLOGY. GRT, **Enviro Binder: Erosion Control Product**).

É sugerido que a comunidade residente participe e entenda todo o processo de aplicação e assim se sinta parte atuante do método. O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso em um talude do bairro de Socorro, Jaboatão, avaliando a infiltração das águas pluviais através da aplicação da lona plástica e do gel polímero, comparando indicadores como: durabilidade, impacto ambiental, manutenção, vida útil do sistema, custo, e todas as etapas de execução na aplicação das técnicas em encostas do município.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a construção do presente trabalho consistiu, principalmente, em revisão bibliográfica e estudo de caso em um talude, dentre vários existentes na região analisada, através da análise dos seguintes indicadores qualitativos: durabilidade, impacto ambiental, manutenção, vida útil da estrutura e custo dentro das etapas de execução das técnicas. Com o propósito de fortalecer a pesquisa, foi essencial o trabalho de campo, onde foi possível acompanhar a equipe de Proteção e Defesa Civil de Jaboatão dos Guararapes durante cinco meses, no estudo e execução das duas técnicas de impermeabilização avaliadas, permitindo assim uma melhor visualização do local de estudo e suas dificuldades, além de avaliações acerca da situação das moradias e as medidas adotadas pela prefeitura, por meio da Secretaria Executiva de Serviços Urbanos e Defesa Civil, através da coordenação de operações, para a contenção dos deslizamentos e a ocorrência de desastres.

As etapas de execução das técnicas serão apresentadas nos seguintes tópicos:

1. Caracterização da área de estudo

O mapeamento de risco nas áreas de talude abrangeu assentamentos precários indicados pela Superintendência de Proteção Defesa Civil de Jaboatão dos Guararapes, de acordo com os riscos associados a deslizamentos ou a erosões. Inicialmente os endereços com problemas foram identificados e a partir dessas indicações foi realizado o mapeamento dos setores de risco dessas áreas, posteriormente agregadas por localidades. Para a comparação entre os produtos de impermeabilização estudados, foi utilizado o ponto de risco localizado na Rua 3ª Travessa Lisboa, N° 14, no bairro de Socorro, em Jaboatão dos Guararapes/PE, correspondente às coordenadas geográficas 9.103.608,00 N e 280.865,90 E, conforme mostra a figura 01.

Figura 1: Localização via satélite da encosta na 3ª Trav. Lisboa, 14.



Fonte: Defesa Civil de Jaboatão (2020)

A partir de agora as duas técnicas serão descritas em relação a suas etapas de aplicação, ambas adotando dimensões de 42,40 metros de comprimento e 7,40 metros de altura antes da aplicação do gel e

da lona plástica, com a encosta em estado natural e inclinação aproximada de 75° , totalizando uma área de $313,76 \text{ m}^2$. O estudo priorizou um talude com classificação de cenário baseado no Ministério das Cidades em um grau de risco Alto –R3, pois taludes com riscos Muito Alto- R4, necessitam de obras definitivas de contenção para retornar à condição de estabilidade.

2. Aplicação do meio Impermeabilizante

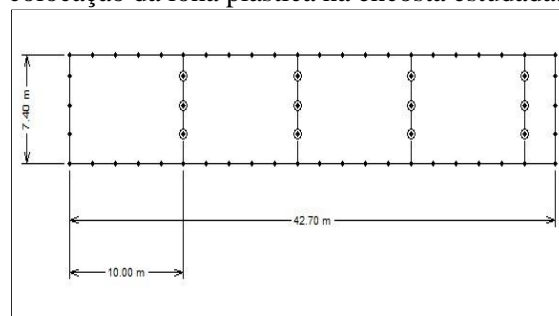
A. Lona Plástica

Foi realizado acompanhamento da aplicação de lonas plásticas, executada por técnicos operacionais da empresa terceirizada “AA”, habilitados para desenvolver trabalhos em altura com auxílio de equipamentos de segurança como cintos e cordas de escalada. Os mesmos são treinados para trabalhos em encostas e realização de atividades de limpeza e capinação realizados anteriormente à colocação da lona plástica. Não houve necessidade de retaludamento do solo, ou execução de qualquer tipo de drenagem para a aplicação do produto lona plástica. Para a fixação da lona plástica utilizou-se piquetes de madeira mista, da marca MD, medindo $38 \times 3 \times 2,5$ centímetros, com ponta, apresentando bom aspecto, sem cupins, sem deterioração e sem fissuras na madeira. Devido a metragem da lona ser 8 por 10 metros, foi necessária união, sendo realizada com auxílio de arame galvanizado N°18, com $1,24\text{mm}$, da marca ARCELOR.

A inclinação e quantidade de piquetes utilizados em uma colocação de lona são dependentes da geomorfologia do talude e do estado dele. Para o talude da 3ª Travessa da Rua Lisboa, foram utilizados 50 piquetes distribuídos de dois em dois

metros, na sua altura e comprimento, e 4,8 metros de arame galvanizado, distribuídos em cortes de 40 centímetros com espaçamento de 60 centímetros, seguindo o desenho 1.

Desenho 1: Desenho esquemático para colocação da lona plástica na encosta estudada.



Fonte: Autora (2021)

Portanto na técnica de impermeabilização através de aplicação de lona plástica foram utilizados os seguintes materiais e serviços para a composição de uma matriz aproximada de custos:

- $313,76 \text{ m}^2$ de lona plástica de 200 microns (μm) de espessura.
- 50 piquetes de madeira mista.
- 4,8 metros de arame galvanizado N°18.
- 4 homens com tempo de 4 horas para aplicação da lona.

B. Gel Polímero Acrílico

B.1 Limpeza e regularização do talude

Inicia-se a execução com a limpeza completa da encosta. Muitas vezes a encosta encontra-se com restos de materiais de aterro, metralhas de reformas, lixo, e a própria vegetação, podendo ela ser rasteira, mista, ou de grande porte. É necessário remover todo material que se encontra sob o talude, além de uma capinação em qualquer tipo de vegetação. A limpeza superficial foi realizada manualmente, com a utilização de luvas

PVC ou de borracha para a proteção dos trabalhadores, eliminando todo e qualquer material estranho ao substrato como, por exemplo: restos de lonas plásticas, sacos plásticos, garrafas, vidros, materiais metálicos, ou restos de árvores.

Nesse processo foram eliminadas pragas de escorpiões, ratos e baratas. Após a limpeza recomenda-se uma raspagem na encosta de até 5 cm visando a remoção do solo solto que se encontra na sua parte mais exposta, como mostra a figura 2. É importante saber que qualquer tipo de vegetação deve ser removido e a encosta deve estar no seu estado natural para se dar continuidade no processo. A regularização do substrato foi executada manualmente com a utilização de ferramentas manuais, sendo elas, a enxada, enxadecos, pás e raspadores metálicos, com a finalidade de remover qualquer saliência existente na superfície. As áreas ravinadas tiveram tratamento especial, de forma que foram aparadas as arestas e aliviadas as profundidades dos sulcos, propiciando a eliminação de obstáculos e facilitando o escoamento das águas, do ponto mais alto para o mais baixo. Em determinados pontos houve a necessidade de remoção de uma camada de até 20 cm de espessura da superfície do solo para eliminação de imperfeições e restos de solo solto. Em nenhum ponto do talude pode haver qualquer tipo de enxerto, aterro e/ou compactação de solo sobre a superfície, mantendo-se sempre o solo natural existente. A inclinação adotada para a regularização do talude varia de acordo com o projeto das canaletas e a geomorfologia do local podendo variar de 70° a 75° graus.

Figura 2: Regularização da encosta na 3ª Trav. Lisboa, 14.



Fonte: Defesa Civil de Jabotão (2020)

B. 2 Transporte de material

Após a limpeza e regularização do talude, se fez necessário a remoção e o transporte do material retirado na etapa anterior para um local adequado. Esse deslocamento é realizado pela equipe operacional com auxílio de equipamentos apropriados, como carro de mão e pás, a uma distância de no máximo 50 metros do ponto de retirada. Uma parte desse material é colocado em um caminhão basculante e direcionado até seu destino final, outra parte desse material é utilizada na própria execução da drenagem, dando inclinação nas canaletas de crista e de base. Em alguns pontos do talude o solo retirado foi destinado a moradores do entorno, a pedido dos mesmos.

B. 3 Drenagem

A execução da drenagem se inicia com talude limpo e sem nenhum material de solo solto, de acordo com a figura 4. O projeto com a metragem linear, e o local exato da execução já são discutidos e aprovados previamente, portanto para compor o sistema de drenagem simples na localização adotada foram utilizadas meia canaletas de 30 cm de diâmetro e meia

canaleta de 60 cm de diâmetro. Em alguns pontos foi necessário para uma correta inclinação e destino das canaletas a utilização de alvenaria complementar, dissipadores de velocidade, caixas estabilizadoras, entre outras ferramentas que auxiliam na diminuição da velocidade das águas no curso da canaleta, como mostra a figura 3. As canaletas de crista e de base se unem em um determinado ponto e seguem para o ponto mais baixo do cenário avaliado, desaguardando em córregos ou canais que compõem os cursos de água da bacia mais próxima.

Figura 3: Execução de parte do sistema de drenagem na encosta da 3ª Trav. Lisboa, 14.



Fonte: Defesa Civil de Jaboatão dos Guararapes (2020)

Figura 4: Execução da destinação de águas na encosta da 3ª Trav. Lisboa, 14



Fonte: Defesa Civil de Jaboatão

B. 4 Aplicação do gel polímero acrílico

Para aplicação do produto foi necessária uma etapa anterior de preparação e diluição do polímero concentrado. Seguindo o cronograma da obra, após a finalização de todas as etapas anteriores de limpeza e regularização do talude, transporte de material, e drenagem, a encosta está pronta para receber o gel polímero. A diluição acontece momentos antes da aplicação, após a retirada do lacre do recipiente que contém o produto concentrado. A diluição ocorre dentro do caminhão aplicador, como mostra a figura 5, onde a capacidade total do veículo é de 3000 litros de líquido. A proporção recomendada pelo fabricante é de uma parte de gel para cinco partes de água, além da mistura de pó de serra, sementes rasteiras, pó de papel picado, antiácido e corante azulado. Esses elementos juntos alcançam a consistência e ativam as propriedades desejadas de fixação das sementes na encosta, e controle do pH nas camadas mais expostas do solo (horizonte O). Todo processo de diluição e aplicação aconteceu sob fiscalização da Defesa Civil do Município de Jaboatão dos Guararapes/PE em parceria com a empresa terceirizada “AA”, que executou a aplicação. Para a encosta estudada foi utilizado um recipiente de gel concentrado, contendo 500 litros do produto, que quando diluído com água na proporção especificada de 500 litros de gel e 2500 litros de água formam um caminhão completo de 3000 litros para aplicação. O produto quando aberto e diluído deve ser utilizado todo em uma única vez, e não deve haver sobras. Foi estudado pela Defesa Civil juntamente com a empresa “AA” responsável pela aplicação que para atingir uma consistência e fixação esperada na encosta deve-se aplicar um recipiente de 500 litros concentrado em uma encosta de no máximo 500 m², caso a área seja

superior é necessário a diluição de um novo recipiente, o que não é o caso da localidade estudada, que possui 313,76 m². O caminhão aplicador fica o mais próximo possível do terreno preparado e todo curso até o ponto específico foi feito por meio de mangueiras, como mostra as figuras 6 e 7, portanto é muito importante a verificação de furos que possam vir ocasionar vazamentos no trajeto. A previsão do tempo é um fator que também foi analisado para o dia da aplicação, pois para a completa secagem do produto no talude é importante que não haja contato com água. Portanto na técnica de impermeabilização através de aplicação de gel polímero acrílico foram utilizados os seguintes materiais e serviços para a composição de uma matriz aproximada de custos, destacando que o item hora/homem está embutido em cada um dos itens:

- Limpeza manual do terreno com raspagem superficial;
- Transporte com carro de mão de areia, entulho ou terra até 100 metros;
- Remoção de material de primeira categoria em caminhão basculante, com carga e descarga manual;
- Calha de concreto simples, em meia cana de concreto, com diâmetro de 600 milímetros;
- Preparo de concreto magro para lastro em betoneira de 400 litros, com traço de 1:4,5:4,5
- Fornecimento e aplicação de revestimento polimérico com corante em encosta, com assistência técnica e equipamentos para mão de obra.

Figura 5: Pré etapa verificação e mistura do produto no caminhão.



Fonte: Defesa Civil de Jaboatão

Figura 6: Aplicação de gel na encosta da 3ª Trav. Lisboa, 14.



Fonte: Defesa Civil de Jaboatão

Figura 7: Aplicação de gel na encosta da 3ª Trav. Lisboa, 14.



Fonte: Defesa Civil de Jaboatão (2020)

3. Pesquisa de satisfação

Simultaneamente a execução e fiscalização das etapas para a aplicação do gel polímero

acrílico, em conjunto com a equipe de assistência social da Defesa Civil foram realizadas reuniões dentro da localidade.

Foi desenvolvido um questionário para avaliar a aceitação e as experiências que os moradores tiveram em relação aos dois tipos de impermeabilização, levando em consideração o tempo que as famílias residem na área, acompanhamento da aplicação da lona e do gel, segurança em relação a durabilidade e confiabilidade no material utilizado, fazendo com que a população participasse abertamente do processo de construção por uma comunidade com melhores condições de segurança e habitação.

A diminuição do grau de risco da encosta e exposição da população ao risco podem ser fortalecidos nos excertos de P, M1 e M2 descritos no Anexo B como: entrevistador, morador 1 e morador 2, respectivamente relativos à aplicação de questionário de satisfação após a finalização da aplicação do gel polímero acrílico na 3ª Travessa Lisboa.

A entrevista citada refere-se a dois moradores da localidade estudada, contudo a entrevista foi realizada com 71 moradores contemplados direta e indiretamente da 3ª Travessa da Rua Lisboa com os dois sistemas de impermeabilização.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados serão apresentados em quadros comparativos de vantagens e desvantagens entre a técnica de impermeabilização à base de lona plástica e a técnica de impermeabilização à base de gel polímero acrílico, além de discussões acerca de aspectos como durabilidade, impacto ambiental, manutenção, vida útil da estrutura e custo. Para compor os resultados técnicos dessa pesquisa foi reproduzido alguns depoimentos de

moradores na localidade da 3ª Travessa Lisboa, em Socorro, comparando um método ao outro.

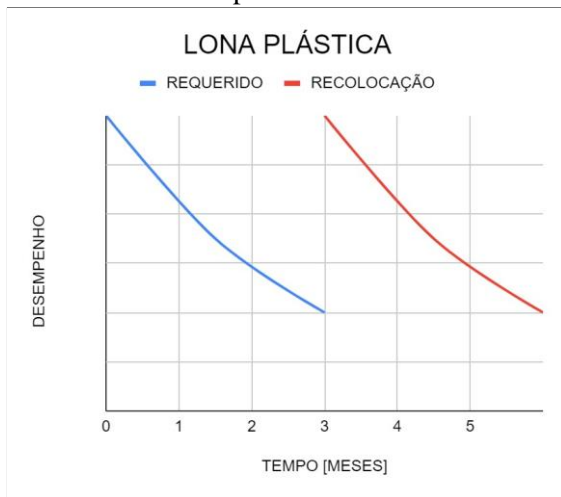
Durabilidade

Para o uso abordado, a lona plástica tem uma durabilidade média de três meses, como mostra o gráfico 1.1, podendo variar de acordo com a sua correta execução com os amarres e piquetes, intensidade solar, nível e intensidade de precipitações. Por ser uma durabilidade estimada, baseada na vivência de colocação de lonas existem outros aspectos que podem interferir em seu desempenho. Qualquer rasgo na superfície na lona compromete o seu funcionamento correto, diminuindo assim sua durabilidade e aumentando a frequência de troca. Contudo, para fins de cálculo foi considerado uma durabilidade de três meses, antes da sua primeira troca. Sabe-se também que próximo do terceiro mês, a lona plástica já não desempenha com mesma intensidade a sua função, devido ao desgaste diário ao qual está exposto o produto. Essa durabilidade inferior quando comparada ao produto gel polímero interfere crucialmente na escolha entre uma técnica e outra de impermeabilização.

Em relação ao polímero acrílico, tem-se garantido pelo fabricante uma durabilidade de um ano, após a aplicação, como mostra o gráfico 1.2, sendo executado após a correta finalização das etapas de limpeza e regularização do talude, transporte de material, e drenagem. Naturalmente, é necessário seguir todas recomendações do fabricante quanto a armazenamento, transporte, diluição e aplicação do produto a fim de se obter a durabilidade esperada de um ano. Após esse tempo, inicia-se o ciclo de manutenção, que não foi abordado neste estudo, contudo desempenha um

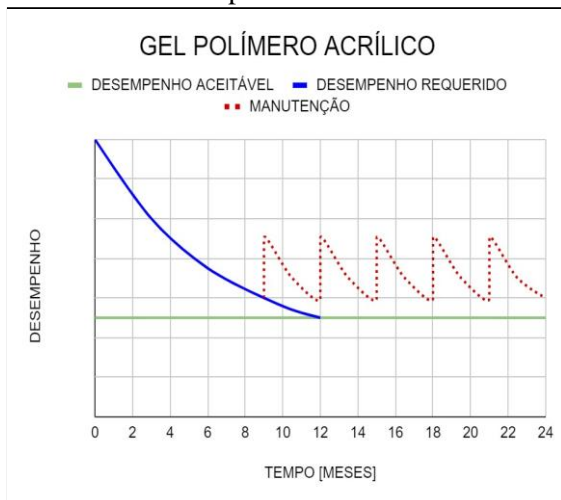
papel fundamental para a conservação do desempenho do produto.

Gráfico 1.1: Desempenho da aplicação da lona plástica.



Fonte: Autora

Gráfico 1.2: Desempenho da aplicação do gel polímero



Fonte: Autora

Impacto Ambiental

Por não haver uma impregnação do produto lona plástica a base de polietileno de baixa densidade nas camadas naturais do solo das encostas, as consequências da aplicação desse tipo de produto para impermeabilização de taludes em relação aos impactos ambientais no ponto de aplicação e localidades próximas, estão

fundamentadas no descarte de seus resíduos sólidos, além de outras consequências como o acúmulo de animais mortos em sua base, causando mal odores aos usuários diretamente afetados. Mesmo com a fixação realizada por piquetes e amarração nas emendas realizada com auxílio do arame galvanizado, esse sistema de impermeabilização pode deixar algumas aberturas em seu corpo, principalmente na sua base, permitindo a entrada de animais terrestres como besouros, escorpiões, lagartos, ratos e timbus. Fato esse, que não impacta diretamente na qualidade do solo estudado, contudo altera a qualidade de vida e segurança dos moradores.

Estudos comprovados pelo fabricante do gel polímero acrílico (GRT – *Global Roady Technology*), através de sua ficha técnica, garantem que o produto de controle de erosão é baseado em um polímero que não causa nenhuma reação perigosa quando armazenado e manuseado de acordo com as instruções. Após longo armazenamento, pequenas quantidades de monóxido de carbono podem ter se formado e liberado ao meio ambiente no ato da sua utilização. Em relação a sua aplicação direta na encosta foram realizados testes avaliando a sua ecotoxicidade, mobilidade, persistência e degradabilidade, e seu potencial de bioacumulação. Os resultados apresentados estão em acordo com a ABNT NBR 14725-2, Produtos Químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente, e são exibidos de acordo com os índices mínimos permitidos. A toxicidade obtida para os peixes e invertebrados aquáticos ficaram com LCR > 100 mg/l dentro de um período de 96 horas e EC50 > 100 mg/l dentro de um período de 48 horas, respectivamente, considerada aguda para esses tipos de animais, em relação às plantas aquáticas, seu índice de EC50 também se apresentou superior aos 100

mg/l dentro de um período de 72 horas. Por último foi avaliado a toxicidade do produto quando em contato com microorganismos em um período de 30 minutos, apresentando uma toxicidade EC50 superior a 100mg/l. Relacionando a sua mobilidade, não foi apresentada nenhuma conclusão de impacto, sendo ele seguro quando transportado de acordo com as recomendações. A sua persistência e degradabilidade refere-se à capacidade de eliminação de seus compostos e está fundamentada na ISO 9888/96 - Qualidade da água - Avaliação da biodegradabilidade aeróbia de compostos orgânicos em meio aquoso. Esse aspecto foi mensurado através da capacidade de redução do DOC > 70%, assegurando uma facilidade de eliminação quando associado com água. O último elemento abordado no estudo de impacto ambiental do gel polímero acrílico foi o seu potencial de bioacumulação que conforme o seu fabricante, em consequência das suas propriedades estruturais não houve comprovação de acumulação em organismos.

Manutenção

A lona plástica não possui ferramentas para manutenção. Devido à rápida degradação, o seu desempenho fica comprometido ao ponto da sua total perda de funcionalidade, sendo necessária à sua reposição imediata. Qualquer furo ou rasgo na lona, ocasionado por ressecamento, perfuração de vegetação, ou ação do vento é um ponto de infiltração de águas pluviais, fazendo assim que a lona plástica não cumpra seu objetivo de impermeabilizar. Portanto, para esse aspecto de comparação, não houve estudos na técnica de lona.

Conforme previsto em ficha técnica do produto gel polímero acrílico, a encosta precisará de pequenas manutenções após os primeiros 12(doze) meses de aplicação

do produto. A preservação consiste no corte e preservação da vegetação crescida através da aplicação das sementes, além de reparos na encosta em pontos de descolamento do gel. Todo esse custo de aplicação está embutido no orçamento do contrato firmado com a empresa terceirizada “AA”. A manutenção descrita refere-se a parcela não definitiva da obra de impermeabilização, com relação ao sistema de drenagem implantado, com as canaletas de base, canaletas de crista, caixas de passagens, e dissipadores de energia, a manutenção pós obra remete a limpeza e desobstrução do conjunto, que é realizada por meio da Secretaria de Serviços Urbanos.

Vida útil do sistema

A técnica de impermeabilização com lona plástica não apresenta a necessidade de construção de nenhum tipo de estrutura complementar como ferramentas de drenagem e destinação final das águas. A aplicação é realizada na encosta no estado em que se encontra, apenas com uma pequena limpeza, se necessário. Visando a mitigação de deslizamentos de encostas a aplicação de lona plástica é uma considerada uma estrutura paliativa e não definitiva, reduzindo momentaneamente a exposição ao risco. Diferentemente da aplicação do gel polímero acrílico que é uma solução parcialmente definitiva, pois as estruturas auxiliares de drenagem, através da implantação do sistema de microdrenagem a base de canaletas de concreto simples, em meia cana são definitivas, e duradouras. Contudo o gel polímero acrílico também é considerado uma estrutura não definitiva diferentemente de muro de contenção, geomantas, telas argamassadas entre outras técnicas.

Portanto, analisando os dois métodos de impermeabilização estudados, infere-se que a aplicação do gel traz como produto definitivo um sistema atuante de drenagem, composto por canaletas de crista e de base, caixas estabilizadoras e dissipadores de velocidade do tipo escada. Elementos esses que contribuem para uma correta destinação das águas, evitando alagamento nos pontos mais baixos, e um menor volume de água sobre a encosta, diminuindo a possibilidade de infiltração no solo em seu estado natural.

Custo

O estudo comparativo entre os custos das duas técnicas de impermeabilização de encostas foi baseado no tempo de vida útil do gel polímero de 24 meses, contabilizando o quantitativo de material e valor de hora/homem. Tendo em vista o tempo de vida útil da lona plástica de 3 meses, o valor obtido por colocação foi multiplicado por oito para obter o custo final dentro do prazo analisado.

Para a verificação de custo foi realizado uma estimativa de custo para a encosta da Rua 3ª Travessa Lisboa, N° 14, no bairro de Socorro, em Jaboatão dos Guararapes/PE, com a composição embasada nos preços e serviços aprovados em licitação pela gestão pública do município. A técnica de impermeabilização a base da lona plástica apresentou os custos apresentados na Tabela 1.

De acordo com os aspectos analisados a estimativa de custo final por uma colocação de lona plástica na localidade da 3ª Travessa Lisboa 14, é de R\$ 956,44 (novecentos e cinquenta e seis reais e quarenta e quatro centavos), ou seja, em 24 meses o custo total de aplicação de lona plástica será de R\$ 7.651,52 (cinco mil e seiscentos reais). O mesmo procedimento se repete para segunda técnica, para a

verificação do custo do gel polímero acrílico foi realizada uma análise de consumo de materiais e serviços, como mostrado na tabela 2.

Segundo o estudo de custos realizado, o valor final de aplicação do gel polímero acrílico é de R\$ 24.041,64 (Vinte quatro mil e quarenta e um reais e sessenta e quatro centavos), sendo os primeiros 12 meses a garantia de aplicação do produto e os 12 meses posteriores as pequenas manutenções previstas.

Depoimentos de moradores

Após a aplicação do questionário aos 71 moradores da região estudada, constatou-se que na ótica dos usuários: 77% opta pela aplicação do gel polímero, declarando que a durabilidade do produto é superior ao da lona, além de não acumular insetos nem lixo ao entorno do talude, contra 23% que optam pela manutenção da aplicação da lona plástica, alegando que o material tradicionalmente usado já é conhecido o resultado.

Diante do resultado obtido, constato que a experiência em aceitação da população beneficiada com os dois métodos de impermeabilização é mais satisfatória com o uso do gel polímero.

Tabela 1: Orçamento para lona plástica

| PLANILHA ORÇAMENTÁRIA - LONA PLÁSTICA- | | | | | | |
|--|---------------------------------------|---|----------------|------------------|----------------|------------------|
| ÁREA DE APLICAÇÃO DA LONA | | COMPRIMENTO DO TALUDE | UNID | ALTURA DO TALUDE | UNID | |
| 313,76 m ² | | 42,4 | m | 7,4 | m | |
| ITEM | ORIGEM VALOR UNITÁRIO | DESCRIÇÃO | UNID | QUANT. | VALOR UNITÁRIO | TOTAL |
| 1. | (SINAPI NOVEMBRO 2020) CÓDIGO : 42408 | ROLOS (BOBINAS) DE LONA PLÁSTICA DE 200 MICRA. DIMENSÃO 8 X 100 M | m ² | 800 | R\$1.392,00 | R\$545,94 |
| 2. | (LICITADO POR PREÇO DE MERCADO) | PIQUETES DE MADEIRA MISTA, COM PONTA. DIMENSÕES 38 X 3 X 2,5 CM | unid | 50 | R\$2,93 | R\$146,50 |
| 3. | (SINAPI NOVEMBRO 2020) CÓDIGO : 0345 | ARAME GALVANIZADO 18 BWG, D = 1,24MM | m ² | 106 | R\$26,10 | R\$1,18 |
| 4. | (SINAPI NOVEMBRO 2020) CÓDIGO : 88316 | SERVENTES COM ENCARGOS COMPLEMETARES | H | 16 | R\$16,42 | R\$262,72 |
| | | | | | TOTAL | R\$956,34 |

Fonte: Autora (2021)

Tabela 2: Orçamento para gel polímero

| PLANILHA ORÇAMENTÁRIA - GEL POLÍMERO ACRÍLICO- | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--|----------------|------------------|----------------|---------------------|
| ÁREA DE APLICAÇÃO DA LONA | | COMPRIMENTO DO TALUDE | UNID | ALTURA DO TALUDE | UNID | |
| 313,76 | m ² | 42,4 | m | 7,4 | m | |
| ITEM | ORIGEM VALOR UNITÁRIO | DESCRIÇÃO | UNID | QUANT. | VALOR UNITÁRIO | TOTAL |
| 2. | | TRABALHO EM TERRA | | | | |
| 2.1 | (SINAPI JULHO 2020) CÓDIGO : 73948/16 | LIMPEZA MANUAL DO TERRENO (C/ RASPAGEM SUPERFICIAL) | m ² | 313,76 | R\$4,46 | R\$1.399,37 |
| 2.4 | (EMLURB JULHO 2018) CÓDIGO 0402160 | TRANSPORTE COM CARRO DE MÃO DE AREIA, ENTULHO OU TERRA ATÉ 100 M | m ² | 15,688 | R\$60,73 | R\$952,73 |
| 2.5 | (EMLURB JULHO 2018) CÓDIGO 0403060 | REMOÇÃO DE MATERIAL DE PRIMEIRA CATEGORIA EM CAMINHÃO BASCULANTE, D.M.T. 20 KM, INCLUSIVE CARGA MANUAL E DESCARGA MECANICA. | m ² | 15,688 | R\$60,66 | R\$951,63 |
| 3. | | DRENAGEM | | | | |
| 3.1 | (SINAPI JULHO 2020) CÓDIGO : 73882/5 | CALHA EM CONCRETO SIMPLES, EM MEIA CANA DE CONCRETO, DIAMETRO 600 MM | m | 84,6 | R\$85,31 | R\$7.217,23 |
| 3.2 | (SINAPI JULHO 2018) CÓDIGO : 94962 | CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L AF 07/2016 | m ² | 5,088 | R\$286,90 | R\$1.459,75 |
| 4. | | APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO POLIMÉRICO | | | | |
| 4.1 | V.U COTADO/LICITADO | FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO POLIMERICO COM CORANTE, PARA REVESTIMENTO DE ENCOSTA, INCLUSIVE ASSISTENCIA TÉCNICA, EQUIPAMENTOS E MÃO DE OBRA | m ² | 313,76 | R\$38,44 | R\$12.060,93 |
| | | | | | TOTAL | R\$24.041,64 |

Fonte: Autora (2021)

Matriz comparativa final

Como forma de analisar e comparar as principais vantagens e desvantagens entre os métodos de impermeabilização estudados, foi elaborado uma matriz para contrastar os dados testados e assim estabelecer qual técnica mais adequada na encosta. Portanto, para conclusão do estudo, segue a matriz comparativa mostrada na tabela 3

Tabela 3: Matriz comparativa



| | |
|---|---|
| ■ | MELHOR RELAÇÃO CUSTO x BENEFÍCIO |
| ■ | MAIOR RENTABILIDADE EM MANUTENÇÃO E REPOSIÇÃO |
| ■ | IMPACTO NA POPULAÇÃO |
| ■ | MENOR RENTABILIDADE EM MANUTENÇÃO E REPOSIÇÃO |
| ■ | MENOR RELAÇÃO CUSTO x BENEFÍCIO |

Fonte: Autora (2021)

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

No estudo de técnicas que visam uma maior permeabilidade de encostas na localidade de Jaboaão dos Guararapes/PE, foi observado que o uso de lona plásticas é

mais utilizado devido a seu custo e rapidez de aplicação. Contudo, recentemente o município investiu na aplicação de um produto químico a base de gel acrílico em 101 (cento e um) das suas encostas por ter sua eficácia comprovada imediatamente após a sua aplicação, promovendo a interligação do solo e prevenindo o impacto e a erosão em qualquer área de solo exposta. Os critérios qualitativos avaliados como durabilidade, impacto ambiental, manutenção, vida útil da estrutura, etapas de execução das técnicas de melhoramento de permeabilidade, além de questionamentos dos moradores acerca das duas técnicas.

Por fim, em análise da matriz comparativa entre as duas ferramentas avaliadas, foi visto que a característica do gel polímero em suportar o crescimento de sementes e vegetação rasteira, formando uma matriz de ligações dentro do solo, permitindo que o crescimento aconteça enquanto mantém suas propriedades de mitigação a erosão e infiltração, produzem uma redução positiva no grau de risco avaliado na encosta. O uso da lona plástica, mesmo sendo muito difundida em todo território do estado, possui desvantagens por não permitir o crescimento de vegetação adequada, e pela sua baixa durabilidade, comprometendo assim as condições de segurança da população exposta ao risco.

Em relação ao critério de análise de custo de aplicação, a lona plástica apresentou um valor 34% inferior quando comparado ao gel polímero, contudo quando analisando o conjunto de recursos total da obra, o preço torna-se justificável. O fato da técnica de impermeabilização à base de gel apresentar toda rede de microdrenagem como definitiva é um ponto importante do processo, além de que, de acordo com os depoimentos da população contemplada, a destinação final das águas e estética das

encostas nas comunidades são benefícios diretos da aplicação do método, que é refletido na porcentagem de aceitação de 77%. Dessa forma, é possível afirmar que para a aplicação de mecanismos que visem uma maior estabilidade de encostas, se faz necessário esse estudo comparativo entre técnicas e os aspectos mais relevantes entre ambas, contudo para a definição de qual procedimento é o mais adequado para a localização escolhida não se pode avaliar apenas a vertente financeira. Assim sendo, o trabalho exposto analisou e discutiu os aspectos qualitativos listados, comparando as duas técnicas de impermeabilização e demonstrando vantagens ao se utilizar o método a base de gel polímero quando confrontado a outra técnica estudada.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **ABNT NBR: 14725-2: Produtos Químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 2: Sistema de classificação de perigo.** Rio de Janeiro: ABNT, 2019. Disponível em : <http://files.chemicalwatch.com/Amendment%20to%20Brazil%20GHS%20%284%29.pdf> . Acesso em: 11 de fev. 2021
- ALHEIROS, M. M. O Plano Municipal de Redução de Risco. In: SANTOS, C. GALVÃO, T. (orgs). **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais.** Brasília: 2006. p.1-113.
- BANDEIRA, A. P. **Mapa de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no município de Camaragibe-PE.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009. Disponível em : https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5797/1/arquivo6627_1.pdf . Acesso em: 4 mar. 2021.
- BONTEMPO, B. E. ; MARINHO, C. Análise da vulnerabilidade a desastres naturais no município de Olinda-PE. **Estudos Geológicos**, Recife, ano 2, n 1, ed. 27, p. 61-81, janeiro 2017. Disponível em <https://periodicos.ufpe.br/revistas/estudosgeologicos/article/view/25355>. Acesso em: 25 fev.2021.
- BRASIL. **Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção de Defesa Civil.** Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm. Acesso em 27 de fev. de 2021.
- WURTH. **Lona Plástica.** São Paulo: WURTH, [2020]. Disponível em : <https://static.wurth.com.br/catalog/PDF/Info/LONA-PLASTICA.pdf> . Acesso em 17 de nov. 2020.
- BERTONE, P.; MARINHO, C. Gestão de riscos e resposta a desastres naturais: A visão do planejamento. In: CONGRESSO CONSAD DE GESTÃO PÚBLICA, 2013, Brasília.
- COUTINHO, R. Q.; BANDEIRA, A. P. N. Processos de instabilização de encostas e avaliação do grau de risco: estudo de caso nas cidades de Recife e Camaragibe. In: LACERDA, W. A. (org.) et al. **Desastres naturais: suscetibilidade e risco, mitigação e prevenção gestão e ações**

emergenciais. Rio de Janeiro: 2012. p. 42-74.

COUTINHO, R. Q. Projeto de mapeamento de áreas de riscos em municípios da Região Metropolitana do Recife. In: CARVALHO, C.; SEABRA F.; FERREIRA L.; GALVÃO T. (orgs) et al. **Gestão e mapeamento de riscos socioambientais**. Pernambuco: 2015. p. 130-156.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. CPRM aponta que mais de 40 mil pessoas vivem em risco em Jaboatão dos Guararapes. [S.I]: CPRM,2020. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/CPRM-a-ponta-que-mais-de-40-mil-pessoas-vivem-em-risco-em-Jaboatao-dos-Guararapes-6256.html>, acesso em 01 de março de 2021.

EHRlich, M. (Org.) **Desastres Naturais: suscetibilidade e Riscos, Mitigação e Prevenção Gestão e Ações Emergenciais**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2012. v.1, p. 163-178.

FERRAZ, R. L.; SANTOS, I. G.; PAIM, M. A. M. Caso de Ruptura de um talude associado a problemas no sistema de drenagem superficial. In: **VII COBRAE - Conferencia Brasileira sobre estabilidade de encostas**, 7, 2017, Florianópolis, SC.

GLOBAL ROAD TECHNOLOGY. GRT Enviro Binder: Erosion Control Product . [S.I]: GRT, c 2020.

LUCENA, R. **Percepção das ações antrópicas na comunidade do Alto do Vento, bairro de Sucupira – Jaboatão dos Guararapes – PE**. Tese (Mestrado em

Gestão de Políticas Públicas) - Faculdade Joaquim Nabuco. Recife, p. 58. 2006. Disponível em : <https://www.unisd.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/415610759.pdf> . Acesso em 04 mar. 2021

PEREIRA, A. C. A. **Sistemas de drenagens em obras de contenção de taludes**. Trabalho de conclusão de curso (Monografia de conclusão de curso Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2017.1/sistemas-de-drenagens-em-obras-de-contencoes-de-taludes.pdf> . Acesso em: 1 mar. 2021

SANTANA, Q. R. **Análise de soluções de engenharia para estabilização de encostas ocupadas na Região Metropolitana do Recife-PE. Estudo de caso: Ruptura ocorrida em encosta com ocupação desordenada na UR-2 Iburá**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5555/1/arquivo6174_1.pdf. Acesso em: 25 fev. 2021.

SILVA, J. D. **Mapa de risco de deslizamento e erosão em encostas com ocupações desordenadas no município de Abreu e Lima – PE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em : [https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/17287/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20%20DANIELA%20JOSEFA%](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/17287/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20%20DANIELA%20JOSEFA%20)

20DA%20SILVA.pdf . Acesso em: 25 fev. 2021.

TOMINAGA, L.K; SANTORO, J; AMARAL, R. **Desastres naturais:** Conhecer para Prevenir. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2019.196 p. Disponível em: http://www.sidec.sp.gov.br/defesacivil/media/OSDownloads/1438375861_DesastresNaturais.pdf. Acesso em 4 mar, 2021.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Superintendência de Proteção e Defesa Civil do município de Jaboatão dos

Guararapes/PE por permitir que o presente estudo fosse desenvolvido e implementado; a Maria Luísa, minha mãe, por todo encorajamento e sobretudo a Eng. Laís Martins por todo carinho. Sou grata também aos meus colegas de trabalho Eng. MSc Fernando Mellia e Eng. MSc Pedro Oliveira, que muito me auxiliaram no desenvolvimento dessa pesquisa.

ANEXO A

Para o estudo foi considerado lona plástica da cor preta, com espessura de 200 micros (μm) com os seguintes parâmetros expresso da tabela 3

Tabela 3: Ficha técnica lona plástica

| Dados técnicos | LONA PLÁSTICA |
|------------------------------------|----------------------|
| Peso por m^2 | 110 g |
| Densidade | 1,10g/ cm^3 |
| Resistência à tração | 18 N/ mm^2 |
| Resistência à tração transversal | 16 N/ mm^2 |
| Alongamento na ruptura | 309% |
| Alongamento na ruptura transversal | 366% |

Fonte: Ficha técnica lona plástica WURTH

Especificamente o gel polímero contém as seguintes substâncias descritas na tabela 4:

Tabela 4: Ficha técnica GRT

| | |
|--------------------------------|---------------|
| Ftalato de Dimetil | 1.0mg/L |
| Etilbenzeno | 3.1 mg/L |
| Fluoranteno | 0.042 mg/L |
| Fluoreto | 1.8 mg/L |
| Ferro Total | 1.0 mg/L |
| Chumbo Total | 0.0816 mg/L |
| Magnésio | 0.0636 mg/L |
| Manganês | 1.0 mg/L |
| Mercurio Total | 0.0024 mg/L |
| Níquel Total (H) | 1.417 mg/L |
| PCB - 1016 (c) | 0.000127 mg/L |
| PCB - 1221 (c) | 0.10 mg/L |
| PCB - 1232 (c) | 0.000318 mg/L |
| PCB - 1242 (c) | 0.00020 mg/L |
| PCB - 1248 (c) | 0.002544 mg/L |
| PCB - 1254 (c) | 0.10 mg/L |
| PCB - 1260 (c) | 0.000477 mg/L |
| Fenóis Totais | 1.0 mg/L |
| Pireno (PAH,c) | 0.01 mg/L |
| Selênio Total | 0.2385 mg/L |
| Prata Total | 0.0318 mg/L |
| Tolueno | 10.0 mg/L |
| Tricloroetileno (c) | 0.0027 mg/L |
| Demanda de Oxigênio Bioquímico | 30mg/L |
| Demanda de Oxigênio Químico | 120 mg/L |
| Sólidos em Suspensão Totais | 100mg/L |
| Óleo e Graxa | 15 mg/L |
| Nitrogênio Nitrato + Nítrico | 0,68 mg/L |
| Fósforo Totais | 2.0 mg/L |
| Ph | 6.0-9.0 s.u |
| Acilonitrilo (c) | 7.55 mg/L |
| Alumínio Total (pH 6.5 - 9) | 0.75 mg/L |
| Amônia | 0.75 mg/L |
| Antimônio Total | 0.636 mg/L |
| Arsênio Total (c) | 0.16854 mg/L |
| Benzeno | 0.01 mg/L |
| Berílio Total | 0.13 mg/L |
| Ftalato de Butilbenzil (c) | 3 mg/L |
| Cádmio Total (h) | 0.0159 mg/L |
| Cobre Total | 0.0636 mg/L |
| Cianeto Total | 0.0636 ml/L |

Fonte: Gel Polímero GR

ANEXO B

Entrevista com dois dos 71 moradores entrevistados:

P: Quanto tempo a sua família reside em área de morro?

M1: Nós moramos aqui nessa barreira a uns 15 anos, mas a casa que a gente morava antes, deu uma chuva e a barreira levou, nessa casinha aqui já faz uns 4 anos.

P: Você já acompanhou uma colocação de lona plástica realizada pela Defesa Civil do município nessa encosta da 3ª Travessa da Rua Lisboa?

M1: Já, direto. Eles vêm aqui umas três ou quatro vezes por ano para colocar uma lona nova, ela fica muito ressecada, ou acaba rasgando com os galhos. Às vezes até a própria população daqui joga algum entulho aqui no “pé” para segurar.

P: Você se sentia mais seguro com o talude coberto com a lona em épocas de chuvas?

M1: Então, moça, a lona é melhor do que não ter nada né, mas dizer que a gente aqui se sente seguro com lona, não sente não. O bom mesmo seria um murro de arrimo aí né, enquanto não chega a gente fica ligando para eles virem colocar a lona para ajudar a não desabar quando chove né.

P: Houve todo um trabalho de sensibilização da equipe da Defesa Civil para apresentar o produto gel polímero aqui na comunidade e informar a diferença dele com o material anteriormente aplicado, a lona plástica.

Ficou entendido as vantagens que o produto vai trazer para a encosta?

M2: Então, vieram aqui, fizeram reunião na comunidade, os engenheiros explicaram todo passo a passo da obra, mas a gente foi entendendo melhor né com o passar do tempo. A obra foi avançando e a gente foi vendo resultado, teve muito trabalho antes do caminhão vim aplicar o produto, os homens deixaram a encosta bem limpinha,

raspada, fizeram todas canaletas em cima e embaixo da barreira, aí só depois veio o caminhão e aplicou. Agora com a obra finalizada a gente tá vendo todas as vantagens que o gel trouxe, a barreira agora sempre está sequinha, e as canaletas fazem o trabalho de levar a água da chuva para o canal lá embaixo.

P: Qual técnica para impermeabilizar a encosta localizada na 3ª Travessa da Rua Lisboa, utilizada pela Defesa Civil é mais eficaz ou que trouxe mais benefícios para a população do entorno?

M2: Esse gel é bem melhor, com certeza. A barreira fica mais bonita, as águas das chuvas escoam direto nas canaletas, a vegetação que cresce faz bem para a encosta. A lona é uma solução que sempre tem que está trocando, a gente entende que é mais barata, porém não traz a sensação de segurança que o gel está trazendo, a nossa comunidade está bem mais bonita, estamos bem contentes com o resultado de todo esforço.