

Vinícius Rocha Gomes Pereira

Geosoluções – Strata, São Paulo, vinicius.rocha@geosolucoes.com, (11) 96056-8360.

José Orlando Avesani Neto

GeoSoluções – Strata, São Paulo, avesani.neto@geosolucoes.com, (11) 94753-9724.

Fagner Alexandre Nunes de França

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, fagneranfranca@gmail.com, (84) 99868-2333.

Reforço com Geossintéticos e Solo Grampeado: uma solução geotécnica eficiente

RESUMO: A execução de estruturas de solo reforçado com geossintéticos usualmente apresentam custo competitivo, facilidade executiva e uma conseqüente velocidade construtiva. Adicionado a isso, a versatilidade dessa técnica permite a sua aplicação em diferentes geometrias e sua associação a outras técnicas utilizadas nas construções de estruturas de contenção. Nesse contexto, este artigo apresenta um caso de obra em que a estabilização de um talude natural com a técnica de solo grampeado foi complementada com um aterro em solo reforçado com geogrelhas. A obra localiza-se no município de São José de Ribamar, MA. Trata-se de uma residência de alto padrão, de propriedade particular, construída sobre falésias, cerca de 50 m acima do nível do mar. A obra refere-se à parte superior desse desnível, cuja porção inferior é um talude natural até a cota da praia. Duas estruturas de contenção construídas anteriormente sofreram colapso em um curto período de tempo. Percebeu-se, portanto, ser um caso bastante peculiar, em um terreno bem valorizado e com grande visibilidade aos usuários da praia. A construção do aterro reforçado com geossintéticos, associado ao emprego de chumbadores para estabilização do talude natural, resultou na recuperação e ganho de área do terreno acima da estrutura, perdida nos escorregamentos anteriores. Adicionalmente, o sistema de face empregado (*Lock and Load*®) permitiu um excelente acabamento estético e com fins paisagísticos.

1. INTRODUÇÃO

As estruturas de solo reforçado com geossintéticos encontram-se entre as opções da Engenharia Geotécnica para a execução de aterros com face vertical ou subvertical. Nelas, os materiais geossintéticos são utilizados com a função de reforço, i.e. utiliza-se do comportamento tensão-deformação do geossintético para melhorar o comportamento mecânico do solo (ou de outros materiais de construção) (NBR ISO 10318; IGS Brasil, 2015). Koerner (2012) destaca o efeito sinérgico da inclusão de geossintéticos num maciço de solo compactado, gerando um compósito de maior resistência e menor deformabilidade. Essas estruturas são construídas, basicamente, com a execução de camadas de solo compactado, intercaladas com a disposição dos materiais geossintéticos, em geral geogrelhas e geotêxteis. A interação solo-geossintético promove a referida melhoria do comportamento mecânico da obra, resultando em projetos de grande apelo técnico (e.g. vantagens construtivas, possibilidade de uso de solo local, versatilidade geométrica e de aplicação com outras técnicas) e econômico (e.g. custo competitivo, alta velocidade de execução).

Nos sistemas de solo reforçado com geossintéticos, a interação solo-geossintético permite que as tensões transferidas pelo solo sejam mobilizadas completamente pelas inclusões, tornando dispensável uma face com função estrutural (Portelinha, 2012). Porém, recomenda-se a execução de um faceamento na estrutura, que assume outras funções (e.g. prevenção de erosão, degradação do geossintético e vandalismo, apelo estético, cobertura com vegetação). Entre as diversas técnicas empregadas, destacam-se os blocos segmentais e placas de concreto pré-moldado. O sistema *Lock and Load*® é um exemplo de sistema de faceamento de estruturas reforçadas com geossintéticos em que placas de concreto pré-moldado são utilizadas. Nele, placas retangulares (800 x 400 mm) de concreto armado são utilizadas com contrafortes que, ao se unirem, permitem o confinamento e a compactação mecanizada de material granular junto à face. Como resultado, tem-se um conjunto de elevado peso próprio, de fácil manuseio e sem a necessidade de içamento, e alta capacidade de drenagem junto à face do paramento. Adicionado a isso, destaca-se, devido à presença dos

contrafortes, a possibilidade de compactação mecanizada junto à face, o que conduz a uma maior rapidez no processo executivo das contenções (GeoSoluções – Strata, 2015).

A utilização de materiais geossintéticos em obras de solo reforçado permite grande flexibilidade de opções ao Engenheiro Geotécnico, com adaptações publicadas corriqueiramente no meio técnico, que destacam novos aspectos considerados, geometrias de obra diversificadas e a associação com muitas outras técnicas consagradas para execução de cortes e aterros. Portelinha (2012), por exemplo, avaliou a influência do avanço da frente de umedecimento em protótipos de um solo fino reforçado com geotêxteis. Em relação à geometria da obra e a carregamentos pouco convencionais, Santos et al. (2014) apresentaram a construção de uma estrutura de solo reforçado com geometria arrojada e que deveria suportar o tráfego de guindaste destinado à montagem da cobertura de um estádio de futebol. França e Pereira (2012) e Campos et al. (2014), por sua vez, apresentaram casos de obras em que o reforço de solos com geossintéticos foi empregado juntamente com outras técnicas consagradas (solo grampeado e tirantes). Esses casos exemplificam fortemente a versatilidade de aplicação dos geossintéticos como reforço em estruturas de contenção.

Este artigo apresenta um caso de obra no qual a versatilidade dos geossintéticos é destacada. Trata-se da associação entre o uso de chumbadores metálicos (solo grampeado), para estabilização de um talude natural, e a execução de uma estrutura de solo reforçado com geossintéticos, para recuperação e ganho de área do terreno superior, perdida após escorregamentos anteriores, bem como a promoção do aspecto estético da contenção. A obra foi construída em uma região costeira, de falésias, com desnível de cerca de 50 m. Apenas o trecho superior da falésia foi alterado, visto que a porção inferior é um talude natural estável até a cota da praia. Deu-se considerável importância ao acabamento estético da obra, no sistema de faceamento, uma vez que se trata de uma residência de alto padrão e que o proprietário (particular) demandou esse aspecto.

2. CARACTERÍSTICAS DA OBRA

2.1. Localização

A obra foi realizada no município de São José de Ribamar, situado na região metropolitana de São Luís, MA. Trata-se da estabilização de um talude natural e ampliação do terreno da porção superior, onde se localiza a residência do proprietário (particular). A Figura 1a apresenta a localização do município de São José de Ribamar e a Figura 1b mostra uma fotografia das proximidades do local da obra, salientando tratar-se de uma região costeira, bastante próxima à zona de praia.



Figura 1 – a) Localização do município de São José de Ribamar; b) Fotografia das proximidades do local da obra, com destaque ao ambiente costeiro (Wikipedia, 2014; Google, 2016).

2.2. Descrição do problema de Engenharia

O problema de Engenharia descrito neste artigo diz respeito à estabilização de um talude natural, acima do qual está construída uma residência de alto padrão. Esse talude natural é um exemplo de falésia, encostas íngremes de sedimentos pré-quadernários do grupo Barreiras, verificadas ao longo do litoral nordestino (Scudelari et al., 2005). A residência está construída a cerca de 50 m acima do nível do mar. Anteriormente à execução da obra, foram construídos muros de contenção em outros dois momentos. Ambos sofreram colapso em um pequeno intervalo de tempo, demonstrando

tratar-se, portanto, de um caso que exige grande atenção do Engenheiro Geotécnico na escolha da melhor solução. As obras que ruíram somaram cerca de R\$ 500.000,00 necessários para sua execução. A Figura 2 ilustra a situação encontrada no local da obra em uma primeira visita técnica, realizada no mês de agosto de 2016. Percebe-se claramente a presença de uma estrutura de contenção executada anteriormente, a qual havia sofrido colapso.

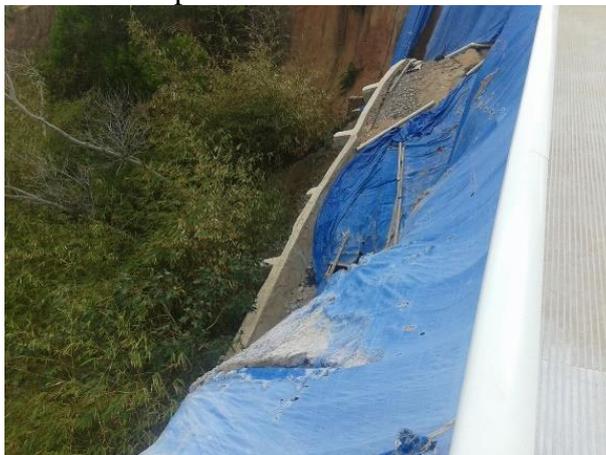


Figura 2 – Aspecto inicial do local de implantação da obra em estudo, com destaque para a estrutura de contenção pré-existente, após colapso.

Verificou-se a necessidade de promover a estabilização do talude natural. Os escorregamentos anteriores resultaram numa redução da área do terreno acima da falésia, onde a residência está localizada. Assim, um dos requisitos para a concepção deste projeto foi a recuperação da área perdida no topo da falésia. Além disso, por se tratar de um local de grande visibilidade, próximo à praia, que é frequentemente utilizada por diversos usuários, foi uma exigência do proprietário a atenção ao aspecto estético da obra, fator que ganhou grande importância.

2.3. Solução de Engenharia proposta

Este problema de Engenharia diz respeito à estabilização de um talude natural, sobre o qual está construída uma residência de alto padrão no município de São José de Ribamar, MA. Entre os aspectos exigidos pelo proprietário da obra, tem-se a necessidade de recuperação da área superior perdida em escorregamentos anteriores e a atenção ao aspecto estético da face da estrutura. Após visita ao local e avaliação dos boletins de sondagem disponibilizados pelo proprietário, a solução geotécnica proposta consistiu na utilização da técnica de solo grampeado para estabilização de taludes em situação de corte, associada a uma estrutura de solo reforçado com geogrelhas, com face em sistema *Lock and Load*®. A face foi projetada com duas jardineiras, nas quais foram plantadas plantas ornamentais. As jardineiras foram executadas no sistema *Lock and Load*® por meio do recuo da face do muro em alturas pré-estabelecidas. Essa solução permitiu a recuperação da área do aterro, perdida em escorregamentos anteriores, e um excelente acabamento estético da obra. A Figura 3 ilustra a seção transversal considerada para a solução adotada neste caso de obra.

A estabilização do talude em solo grampeado empregou 315 chumbadores metálicos com 9 m e 12 m de comprimento e 100 mm de diâmetro (barras de aço CA-50, 20 mm de diâmetro envoltos em calda de cimento) dispostos numa malha de 1,5 x 1,4 m (horizontal x vertical). A ampliação do terreno superior foi realizada por meio da execução de um aterro de solo reforçado com geogrelhas uniaxiais de poliéster, fabricadas pela Strata, modelo StrataGrid, com resistência à tração nominal de 60 kN/m e 100 kN/m. O faceamento da contenção foi executado, como mencionado, com o sistema *Lock and Load*®, com dois recuos ao longo da altura da contenção para a instalação de jardineiras. Salienta-se que a obra foi construída na porção superior do talude, com altura média de 10 m e 65 m de extensão. A porção inferior da falésia não apresentava problemas de instabilidade.

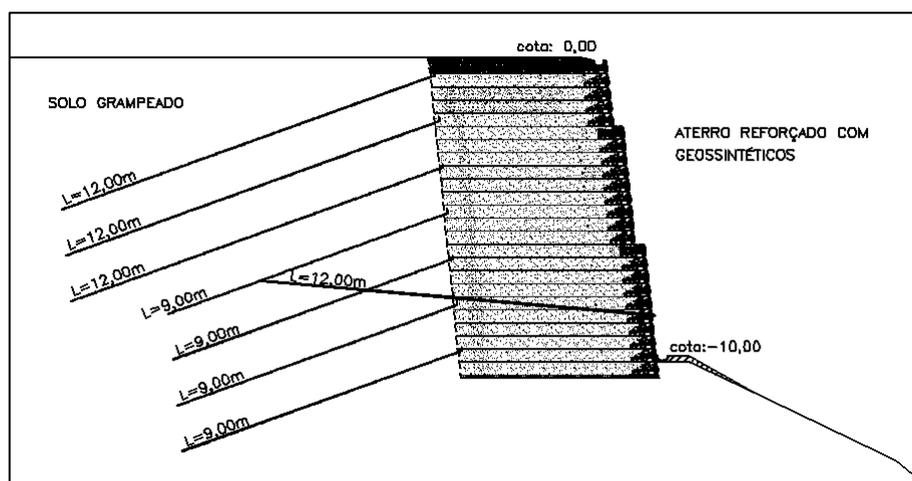


Figura 3 – Seção transversal esquemática da solução adotada na obra relatada neste artigo.

O material de aterro utilizado em toda a obra foi uma areia média a grossa, de jazida próxima ao local, imprimindo uma considerável redução nos custos construtivos. O comprimento de reforço por geogrelhas foi definido de forma que atingissem a face do solo grampeado. Isso garantiu uma cobertura da camada desde a face em *Lock and Load*® até o talude de corte estabilizado por chumbadores metálicos. A interação entre os chumbadores e as geogrelhas foi garantida por meio da ligação física entre esses elementos com um dispositivo de conexão, formado por uma barra de aço CA-50 de 20 mm de diâmetro inserida em um tubo de PVC com 40 mm de diâmetro e preenchido com calda de cimento. Esse conjunto foi apoiado nos ganchos (“esperas”) dos chumbadores, uma para cada linha de chumbadores. As geogrelhas com cotas coincidentes à linha de chumbadores envolveram o dispositivo de conexão e retornaram para dentro do aterro, em pelo menos 1,50 m. As “esperas” dos chumbadores também foram protegidas mecanicamente, sendo envolvidas em tubos para drenagem preenchidos com calda de cimento.

A solução adotada também incluiu a execução de 23 drenos horizontais profundos (DHP’s) ao longo da extensão do muro, em uma única linha situada a cerca de 3 m de sua base. Os DHP’s foram especificados com 12 m de comprimento e 40 mm de diâmetro envolvidos com tela de nylon. Na base do aterro foi executado um sistema de drenagem com trincheiras e tubos drenos. Durante a execução da obra ocorreram fortes chuvas e foi possível observar o sistema de drenagem funcionando perfeitamente. O item 3 a seguir apresenta as diversas etapas de execução da obra.

3. EXECUÇÃO DA OBRA

A obra para estabilização do talude natural e recuperação do terreno perdido em deslizamentos anteriores relatadas neste artigo foi executada entre os meses de Novembro de 2015 e Abril de 2016, e envolveu diferentes etapas. A seguir são descritas as várias fases de sua execução.

3.1. Limpeza e correção do terreno

A obra teve início com a realização de alguns serviços preliminares de investigação do local, limpeza manual do terreno, remoção do solo desagregado, demolição dos destroços das obras anteriores que ruíram. Foi observado que uma parte da contenção que ruíra, na região central do terreno, foi bastante danificada. Ela teve sua verticalidade de face alterada, mas não atingiu o colapso completo. Apesar de ter havido uma significativa movimentação vertical do solo no tardoz da contenção, esse muro comprometido ainda funcionava como uma contenção de solo em um trecho de, aproximadamente, 2,5 m de altura e 20,0 m de extensão. Porém, esse muro não foi considerado nas avaliações para o dimensionamento da obra.

3.2. Execução dos chumbadores

A estabilização do talude no trecho central do terreno, acima da porção de solo remanescente do último colapso da estrutura, foi realizada com a instalação de 315 chumbadores metálicos, dispostos em malha de 1,5 x 1,4 m (horizontal x vertical) (Figura 4a). Eles foram executados em furos

de 100 mm de diâmetro e com 9 m e 12 m de comprimento, preenchidos em duas etapas: bainha (vazio entre a barra de aço e as paredes do furo) e uma fase de reinjeção. Empregaram-se barras de aço CA-50, com 20 mm de diâmetro para compor os chumbadores, e fator água-cimento igual a 0,5 (bainha) e 0,7 (reinjeção). Um comprimento em excesso das barras foi deixado no lado externo dos furos e dobrado em um trecho de cerca de 300 mm (“esperas”). Esse trecho será empregado para unir os chumbadores às geogrelha empregadas como reforço do solo. O processo de escavação e remoção desses escombros ocorreu concomitantemente à execução dos chumbadores e, ao término desta etapa, foi possível demolir definitivamente o trecho danificado pelos escorregamentos anteriores e remover o solo do local. A Figura 4b ilustra o talude estabilizado pelo sistema de solo grampeado e a base preparada para execução do aterro.



Figura 4 – a) Execução de chumbadores metálicos; b) Talude estabilizado com o sistema Solo Grampeado e preparação da base para execução do aterro. Detalhe para o dispositivo de conexão entre os chumbadores metálicos e as geogrelhas.

3.3. Execução da estrutura em solo reforçado com geossintéticos

As condições topográficas do terreno levaram à necessidade de regularização da base do aterro em uma área maior que a área em que estariam dispostas as geogrelha (2 m à frente da contenção). Um aterro de solo-cimento compactado foi executado longitudinalmente em frente da contenção, para garantir um embutimento mínimo dessa estrutura, de modo a prevenir possíveis problemas de erosão na base da estrutura. Uma calha foi executada após o início da execução do aterro reforçado, disposta longitudinalmente à contenção. A Figura 5a apresenta o trecho do talude natural em solo grampeado, as primeiras placas de concreto armado do sistema *Lock and Load*® e a calha para drenagem no pé da estrutura. A Figura 5b mostra uma visão geral da obra nessa fase executiva.



Figura 5 – Início da etapa de construção da estrutura de solo reforçado com geossintéticos: a) Vista localizada; b) Vista geral.

Geogrelhas uniaxiais de poliéster com resistência à tração nominal igual a 60 kN/m e 100 kN/m e deformação na ruptura igual a 10% foram empregadas como elementos de reforço na estrutura de contenção. O comprimento da inclusão foi determinado pelo comprimento disponível entre a face da contenção e a face do talude estabilizado com chumbadores. As geogrelhas dispostas nas cotas das

linhas de chumbadores foram unidas a eles por meio de um dispositivo constituído por uma barra de aço CA-50, inserida em um tubo de PVC de 40 mm de diâmetro e preenchido com calda de cimento. As barras de aço foram envolvidas pelas geogrelhas posicionadas nas mesmas cotas dos chumbadores e dispostas sobre as “esperas” mencionadas no item 3.2. As “esperas” foram adequadamente protegidas por um tubo dreno preenchido com calda de cimento. As geogrelhas envolveram o dispositivo de conexão e são posicionadas novamente para dentro do aterro, num comprimento de, no mínimo, 1,5 m. A Figura 6 permite a visualização das “esperas” para ligação entre as geogrelhas e os chumbadores metálicos.



Figura 6 – Detalhe da ligação entre geogrelhas e chumbadores metálicos.

A aplicação do sistema *Lock and Load*® possibilitou a execução de uma obra com elevado acabamento estético. Adicionalmente, a utilização de recuos para implantação de jardineiras tem o propósito de permitir uma melhor integração com a vegetação circundante à obra. Esses aspectos ganham bastante destaque não apenas pela exigência do proprietário, mas também pela grande visibilidade da obra pelos usuários da praia adjacente (Figura 7). Destaca-se ainda a execução de drenos horizontais profundos com 12 m de extensão e 40 mm de diâmetro, com espaçamento horizontal constante de 3 m, num total de 23 DHP's. A Figura 7a mostra uma vista geral da obra próxima à sua conclusão, com a indicação das jardineiras (recuos da face) e os DHP's. A Figura 7b, por sua vez, ilustra a vista da praia, indicando a visibilidade da obra para seus usuários e transeuntes.

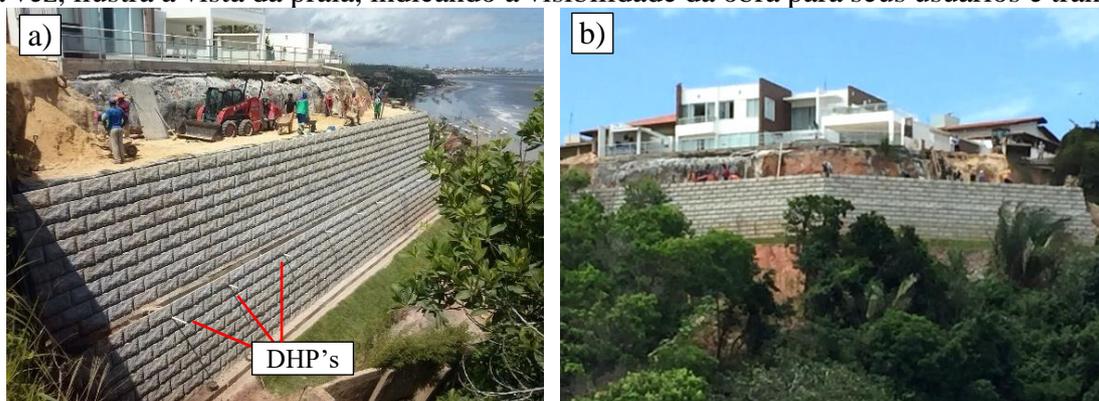


Figura 7 – Vistas gerais da obra próxima à sua conclusão. a) Destaque para recuos na face (jardineiras) e DHP's; b) Visibilidade da obra para usuários da praia.

A estrutura de solo reforçado com geogrelha foi finalizada com a execução de uma camada de argila plástica de baixa permeabilidade na superfície. A obra foi entregue em abril de 2016, seis meses após o início dos serviços, e o seu dimensionamento atendeu completamente a critérios técnicos e estéticos. A falta de espaço físico para o desenvolvimento dos trabalhos, bem como a complicada logística da obra resultou em significativo atraso no tempo de execução. A Figura 8 apresenta a execução da última camada de solo compactado (solo fino pouco permeável) (Figura 8a) e o aspecto final da obra (Figura 8b).



Figura 8 – Fase final da execução da estrutura de solo reforçado com geogrelha. a) Execução da última camada de solo pouco permeável; b) Aspecto final da obra.

4. VANTAGENS TÉCNICAS, CONSTRUTIVAS E ECONÔMICAS OBTIDAS

O caso de obra relatado neste artigo destaca-se como um exemplo da versatilidade de aplicação dos geossintéticos com a função de reforço, que diz respeito à geometria que a estrutura pode assumir e a sua associação com outras técnicas. Salienta-se, também, o aspecto inovador na concepção de um projeto em que chumbadores metálicos foram conectados às geogrelhas utilizadas como reforço na estrutura de contenção. Por fim, destaca-se também o emprego do sistema *Lock and Load*® como face da obra, o que conferiu um aspecto estético excelente para a obra e a possibilidade da construção de jardineiras, além de possibilitar a recuperação/ganho de cerca de 300 m² de área de terreno. Diante desses aspectos, percebe-se que as principais vantagens técnicas que podem ser destacadas nessa obra devido à utilização de geossintéticos referem-se, principalmente, à flexibilidade de associação com outras técnicas, à rapidez executiva e ao aspecto estético da obra.

Em termos construtivos, a simplicidade executiva, comum para obras de solo reforçado com geossintéticos, implicou numa grande facilidade para formação das equipes que trabalharam na obra. A utilização de equipamentos de menor porte foi necessária devido à limitação de espaço físico e atendida com a técnica escolhida. Adiciona-se a esses aspectos o fato de o sistema *Lock and Load*® permitir a compactação mecânica com equipamentos mais pesados próximo da face da contenção e não necessitar de içamento das peças, levando a um aumento na capacidade produtiva das equipes.

Em termos econômicos, optou-se por guardar sigilo devido a obra ser particular. Porém, destaca-se a utilização de solo local, que resultou numa redução expressiva dos custos construtivos. Outras técnicas exigem a aquisição e transporte de solos específicos e blocos de rocha (rachão), elevando o custo da obra. Além disso, a ausência de estruturas de concreto armado e da necessidade de formas, armadura e espera para lançamento e cura do concreto promove a construção de uma obra menos onerosa. Assim, pode-se entender as soluções com geossintéticos para reforço de solos com um grande apelo econômico em relação a outras técnicas consagradas na Engenharia Geotécnica.

5. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou um caso de obra referente à estabilização de um talude natural (falésia) e ao ganho e recuperação de uma área perdida em escorregamentos anteriores no local, no município de São José de Ribamar, MA. Após a avaliação do problema, optou-se pela execução de chumbadores no talude natural, vinculados a uma estrutura de solo reforçado com geogrelhas. A obra foi executada no trecho superior da falésia, pois a porção inferior apresentou estabilidade satisfatória. Uma residência de alto padrão localiza-se acima da falésia em questão.

É importante salientar a versatilidade apresentada pela solução em solo reforçado com geossintético, uma vez que foi possível associá-lo com a técnica de solo grampeado e conectar as inclusões (geogrelhas) a chumbadores utilizados para estabilizar o talude natural. Dessa forma, foi possível recuperar a área perdida no topo da encosta devido a escorregamentos recentes e, portanto, aumentar o lote no topo da estrutura de contenção.

Outro aspecto importante desta obra é referente ao seu componente estético. Como exigência do proprietário, e devido à visibilidade da obra aos usuários da praia adjacente, houve uma demanda considerável por uma solução com acabamento externo de grande valor estético e a possibilidade de integração com a vegetação circundante. A solução com o sistema *Lock and Load*® permitiu a construção de uma estrutura de solo reforçado com geogrelha com excelente acabamento externo e com a presença de jardineiras, formadas por recuos na disposição das placas de face em alturas pré-definidas. Além disso, esse sistema proporcionou reduções de custo executivo, uma vez que permitiu a compactação mecânica próximo à face e que não necessita de içamento das peças de concreto.

Este caso de obra ganhou destaque por se tratar de uma obra peculiar, construída em uma geometria complexa, numa falésia, com associação com outra técnica consagrada, i.e. solo grampeado, e num ambiente de grande visibilidade. É, portanto, uma ótima oportunidade bastante interessante de demonstrar o potencial de aplicação dos geossintéticos com a função de reforço e impulsionar sua utilização.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Geosoluções – Strata e RGP4 Construtora Ltda. pela disponibilização dos dados referentes ao caso de obra descrito neste artigo e ao Departamento de Engenharia Civil e ao Centro Acadêmico de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte pelo suporte técnico para sua elaboração.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOSSINTÉTICOS – IGS BRASIL (2015). Funções dos geossintéticos. Disponível em: <<http://igsbrasil.org.br/wpcontent/uploads/2015/08/Fun%C3%A7%C3%B5es-dos-Geossint%C3%A9ticos.pdf>>. Acesso em: 30 abril 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2013). NBR ISO 10318:2013, Geossintéticos – Termos e definições.
- CAMPOS, M.V.W.; AVESANI NETO, J.O.; PEREIRA, V.R.G.; FRANÇA, F.A.N. (2014). Associação de técnicas tradicionais e inovadoras de estabilização e reforço de maciço de solo. Revista Fundações e Obras Geotécnicas. v.52, p. 50-55.
- FRANÇA, F.A.N.; PEREIRA, V.R.G. (2012). Emprego de geossintéticos para recomposição de talude com recuperação da geometria original e uso de solo local. Revista Fundações e Obras Geotécnicas. v.26, p. 56-64.
- GEOSOLUÇÕES – STRATA (2015). Lock+Load – Valor estético + Viabilidade econômica. Disponível em: <<http://www.geosolucoes.com/#!blank/c1y10>>. Acesso em: 30 abril 2016.
- Google (2016). Imagem da Av. Atlântica. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-2.4658869,44.1999197,3a,75y,195.51h,84.6t/data=!3m6!1e1!3m4!1s14GkehYCwSNyMu0Q-krDQw!2e0!7i13312!8i6656!6m1!1e1>>. Acesso em: 04 maio 2016.
- KOERNER, R.M. (2012). Designing with geosynthetics, 6ed., vol. 1. Xlibris Press.
- PORTELINHA, F.H.M. (2012). Avaliação experimental da influência do avanço do umedecimento no comportamento de muros de solos finos reforçados com geotêxteis não tecidos. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SANTOS, P.J.; ANANIAS, E.J.; FERRETI, P.C.B.; PRADO, J.A. (2014). Estádio em Itaquera – Muro de contenção em solo reforçado com geossintéticos. Revista Fundações e Obras Geotécnicas. v.51, p. 52-57. São Paulo.
- SCUDELARI, A.C.; BRAGA, K.G.; COSTA, F.A.A.; SANTOS JÚNIOR., O.F. (2005). Estudo dos processos erosivos instalados na praia de Pipa – RN. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, v.9, p. 31-37.
- WIKIPEDIA (2014). São José de Ribamar. Disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/62/Maranhao_Municip_SaoJosedeRibamar.svg/758px-Maranhao_Municip_SaoJosedeRibamar.svg.png>. Acesso em: 04 maio 2016.