

Estudo sobre a utilização de geossintéticos na preservação e restauração das dunas na praia de Jenipabu, Rio Grande do Norte, Brasil

Ewerton Alves Bezerra

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, ewerton.alvbez@gmail.com

Marcio Avelino de Medeiros

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, avelino.marcio@yahoo.com.br

Carina Maia Lins Costa

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, cmlins@gmail.com

Fagner Alexandre Nunes de França

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, fagneranfranca@gmail.com

RESUMO: O Estado do Rio Grande do Norte, Brasil, possui uma belíssima paisagem costeira, que compreende mais de 400 km de áreas litorâneas. A cidade de Natal está localizada na costa oriental do Rio Grande do Norte sendo a sede oficial do Governo do Estado. As formações dunares ao longo de seu litoral e nas cidades circunvizinhas oferecem um ambiente de interação com a natureza, com várias dunas, lagoas e vegetação natural. O turismo é um setor importante na região promovendo desenvolvimento socioeconômico para os locais. A Praia de Jenipabu é uma praia de destaque nesse cenário e muito visitada tanto por turistas brasileiros quanto por estrangeiros. Essa praia oferece diferentes atrações turísticas tanto no mar quanto nas dunas. Apesar de fazer parte da Área de Proteção Ambiental de Jenipabu (APAJ), a pressão excessiva dessas atividades está mudando sua paisagem. As atividades econômicas desenvolvidas no APAJ são realizadas pela população local, onde qualquer dano ambiental ocorrido afeta diretamente a comunidade. Dentre as atividades realizadas na APAJ, passeios de buggy são uma das mais exigidas pelos turistas. Devido ao tráfego de veículos exagerado, a erosão das dunas e a redução de áreas com vegetação são dois dos principais problemas na área. O objetivo desse trabalho é apresentar alternativas para promover a proteção das dunas contra os danos provocados por essas atividades, sem, no entanto, perturbar ou comprometer a subsistência da comunidade local e do potencial turístico da região. Assim, os geossintéticos são os materiais mais indicados para promover a resolução dessa problemática, pois são muito versáteis. Possíveis soluções que utilizaram geossintéticos foram encontradas na literatura, em que os impactos das atividades humanas foram mitigados. Apesar de essas soluções mudarem algumas características ambientais das áreas onde foram aplicadas, todas as atividades puderam ser realizadas de uma forma sustentável. As alternativas analisadas para a Praia de Jenipabu foram a utilização de geocélula, geofôrma e geocolchão, cada qual, sendo observada em relação às suas vantagens e limitações no contexto de economia, técnica, estética, durabilidade, facilidade de manutenção e viabilidade geral para a região específica. Dessa forma pode-se tomar uma decisão de qual tipo de geossintético se adapta melhor as condições ambientais e antrópicas encontradas em Jenipabu.

PALAVRAS-CHAVE: Geossintéticos, Área de Proteção Ambiental de Jenipabu, Processos erosivos, Passeios de Buggy.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, um país continental, possui uma enorme faixa costeira com diversos acidentes geomorfológicos. Em especial, as cidades da Região Nordeste do país possuem diversos atrativos turísticos relacionados à sua paisagem. Desse modo, as praias e as dunas são, sem dúvida, fatores importantíssimos na economia local, na qual o Turismo exerce participação de grande impacto. Entre elas, a cidade do Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte, com uma forte presença do turismo, a qual durante Segunda Guerra Mundial abrigou uma das mais estratégicas bases militares dos Estados Unidos da América, época em que houve grandes transformações na paisagem da capital. Natal e região metropolitana, que são banhadas pelo Oceano Atlântico, possuem praias paradisíacas e, por conseguinte, essa paisagem sofre constantemente com a ocupação e uso para as diversas práticas relacionadas à referida atividade econômica.

A praia de Jenipabu, localizada no município de Extremoz (região metropolitana de Natal) é um exemplo da problemática descrita. Ela está abrigada em uma Unidade de Conservação Ambiental, denominada APAJ – Área de Proteção Ambiental Jenipabu (Figura 1).



Figura 1. Vista por satélite da praia de Jenipabu.

Essa localidade é habitada por uma comunidade circunvizinha, de classe socioeconômica predominantemente baixa, na qual a atividade turística está fortemente presente (Figura 2), uma vez que o local constitui-se de uma paisagem cuja beleza é extremamente apreciada pelos visitantes e permite a prática de várias atividades de lazer.



Figura 2. Intensa movimentação de turistas na praia. (Fotografia do Prof. Ricardo F. do Amaral, 2015).

Tendo em vista o enorme potencial para o desenvolvimento do turismo, nota-se um grande desenvolvimento de empreendimentos (e serviços) relacionados com a atividade, tais como: bares, restaurantes, esquiduna, passeio com dromedários e o passeio de buggy nas dunas. Esse movimento econômico trouxe benefícios à população local, por se tratar da única fonte de renda para grande parte dos moradores da área. Entretanto, com o crescimento da atividade turística e o uso da área de dunas para esse fim, começaram a surgir problemas ambientais e o principal deles, a degradação da área dunar próxima da vegetação, que está relacionada com o passeio de buggy. Os bugueiros acabam por cometer manobras que prejudicam o corpo dunar o qual se fragiliza ainda mais frente à erosão eólica natural deste tipo de ambiente (Figura 3).

Para resolver tal situação, adotou-se o uso de uma cerca de proteção (constituída de arame e estacas de madeira) que delimitava as áreas que poderiam ser utilizadas e áreas de trânsito de veículos e pessoas que deveriam ser impedidas. A Figura 4 ilustra a cerca de proteção utilizada na área de estudo.



Figura 3. Buggys fazendo percurso com turistas. (Fotografia do Prof. Ricardo F. do Amaral, 2015).



Figura 4. Cerca utilizada para proteção. (Fotografia de Prof. Ricardo F. do Amaral, 2015).

Além do ponto de vista estético, em que as cercas não constituíam uma boa solução, pois obstruíam visualmente a paisagem, o cercamento, em pouco tempo, foi derrubado e perdeu, assim, sua função de proteção, como pode ser comprovado na Figura 5. Tal ação, embora não se saiba qual o agente executor (natureza, através da erosão eólica nas dunas móveis que faz diminuir ao longo do tempo a ficha das estacas no solo; ou homem, pela falta de educação e consciência ambiental, que poderá eventualmente derrubar as estacas para explorar as regiões delimitadas pela cerca), revela a ineficiência da iniciativa do uso da cerca de proteção e motiva este trabalho.

Tal situação torna evidente e urgente o estudo de uma técnica eficiente e de pouco impacto visual para evitar com que a degradação ambiental continue de maneira indiscriminada.

A fim de avaliar o uso de uma técnica de solução que mitigue, ou até mesmo extinga o

problema da degradação das dunas de Jenipabu, houve uma busca eletrônica de artigos científicos disponíveis nas plataformas de periódicos que abordassem a aplicação de geossintéticos para resolução deste problema ou que tratassem de experiências de uso de geossintéticos para problemas de engenharia costeira relacionados a materiais granulares, praias, reconstituição dunar etc.



Figura 5. Trecho da cerca que foi derrubada. (Fotografia do Prof. Ricardo F. do Amaral, 2015).

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste item, serão abordados alguns dos principais temas encontrados na literatura que deram embasamento para solucionar a problemática em questão.

Al-Refeai e Al-Suhaibani (1998) estudaram uma solução para a utilização de areia de duna na construção de pavimentos. Como na Arábia Saudita material de boa qualidade para tal fim é escasso e que as areias de dunas são de fácil alcance, resolveram testar o comportamento resiliente da areia reforçada com fibra de polipropileno, dispersa e de dois tipos diferentes, com o objetivo de aumentar sua rigidez e capacidade de carga. Fizeram alguns ensaios: CBR, triaxial e do módulo de resiliência (MR). Eles observaram que o teor de fibra ótima foi de 0,4% por volume de areia. Tanto o CBR quanto o MR tiveram aumento significativo quando reforçados com as fibras. A inclusão de fibras reduziu, também, a deformação vertical permanente no ensaio triaxial.

Dash *et al.* (2004) realizaram um estudo com o intuito de avaliar o desempenho de alguns

geossintéticos na aplicação de reforço em leitos de areia. Os geossintéticos utilizados foram: geocélula, geogrelha, elementos de fibra distribuídos aleatoriamente e uma associação entre a geogrelha com a geocélula. Os resultados dos testes demonstraram que o reforço executado com geocélula foi o melhor com uma capacidade de carga cerca de 8 vezes maior que o solo sem reforço. Houve aumento da capacidade de carga e redução nas deformações (Figura 6). Concluíram que tal desempenho deve-se ao fato da geocélula confinar o material e redistribuir as tensões através do fenômeno de colchão que a geocélula proporciona. Ou seja, são resultados clássicos encontrados na literatura acerca das geocélulas.

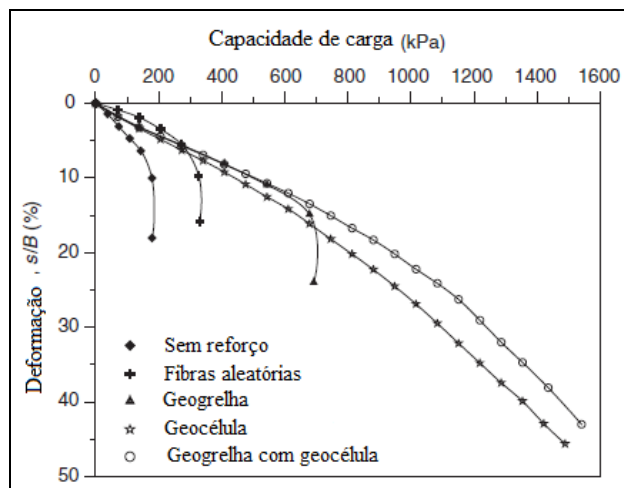


Figura 6. Capacidade de carga versus deformação. Fonte: traduzido de Dash et al. (2004).

Gómez-Piña *et al.* (2002) reuniram experiências de técnicas para restauração de corpos dunares em localidades costeiras da Espanha: Santander, Piélagos, Miengo, O Grove, Isla Cristina, Tarifa e San Roque. Nessas regiões, avaliaram-se as principais causas de degradação dos corpos dunares na Espanha destacando-se: massivo crescimento do turismo, pressão por recreação nas dunas, pisoteio humano, tráfego de veículos *off-road*, despejo de lixo, entre outras, que provocavam o aumento da ação erosiva e/ou a diminuição/degradação da vegetação. As soluções encontradas foram à utilização de técnicas *soft* (i.e. intervenções que não necessitam de obras de grande porte) de engenharia. Essas técnicas consistiram em

transplante de vegetação de uma área consolidada para uma área afetada, cercamentos, delimitação de locais para o tráfego de pessoas, informações e avisos ambientais sobre o ecossistema das dunas.

Contaram também com uma aplicação firme das políticas ambientais por parte do Ministério do Meio Ambiente da Espanha. Todas essas medidas mitigaram ou erradicaram as principais causas da degradação das dunas e podem ser tomadas em conjunto com a utilização dos geossintéticos. Apesar não utilizar geossintéticos esta experiência mostra o quão é importante os trabalhos de conscientização e educação social, visto que a utilização dos geossintéticos nesta problemática será realizada por uma comunidade carente e que este tipo de solução ainda é, até mesmo para engenheiros, desconhecido.

Pilarczyk (1996) abordou uma visão inicial das possíveis aplicações de geotêxteis (Figura 7) na engenharia costeira, além de mostrar alguns parâmetros para o projeto a serem observados. Destaca a relação custo/benefício dos geotêxteis quando comparados com sistemas tradicionais.

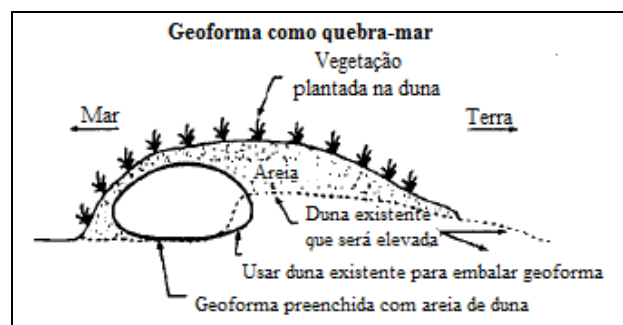


Figura 7. Geoforma utilizada para revitalizar duna. Fonte: Adaptado de Pilarczyk (1996).

Carmo (2013) relatou as intervenções feitas no corpo dunar da praia de Leirosa/Portugal. Esta localidade possui características naturais que promovem grande fragilidade ao sistema de dunas: condições hidrodinâmicas adversas e deficiente alimentação natural de areia. Por parte de fatores antrópicos tem-se a localização de um esporão e um emissário submarino. Para a recuperação dunar foram utilizados dois tipos de geossintéticos: geotubos e geocolchões. Refizeram a frente oceânica com o geotêxtil e plantaram imediatamente vegetação no topo da

duna. Tal vegetação serviu para garantir a coesão das partículas da duna, de modo a diminuir a intensidade do processo de erosão. A utilização do geotubo se deu como reforço para o geocolchão (“salcichão”) e reforço frontal da duna (Figura 8). A intervenção foi considerada um sucesso, pois a duna conseguiu se fixar, e houve uma redução dos impactos mais agressivos, com ênfase na defesa frontal do corpo dunar.



Figura 8. Intervenção com geocolchão na praia de Leirosa, Portugal. Fonte: Carmo (2013).

3 TÉCNICAS PROPOSTAS PARA REVITALIZAÇÃO DAS DUNAS DE JENIPABU

Na busca por uma solução adequada à problemática, ou seja, de permitir os passeios de veículos nas áreas mais susceptíveis (que são as mais procuradas pela bela paisagem ofertada) a degradação, lançou-se mão da possibilidade de aplicação de geossintéticos. O geossintético possui vantagens de ser um material com rápida velocidade de execução em campo, excelente controle de qualidade, custos relativamente baixos (ideal para o tipo de comunidade), além de possuírem um excelente leque de opções a depender do material que melhor se adapta a cada situação.

Na referida situação, pode-se perceber que areia da duna possui uma boa capacidade de carga. Porém, os buggys, na tentativa de proporcionarem mais emoção ao passeio (Figura 9), transitam cada vez mais perto da vegetação,

o que fragiliza suas raízes, recuando a vegetação naquele ponto. Com isso, as partículas de areia ficam mais propensas a serem carreadas com a ação do vento ou ação antrópica. A erosão eólica (ação natural), que, por sua vez move os grãos de areia novamente, fragilizando as raízes das vegetações, amplifica a degradação. É um ciclo vicioso que prejudica os fatores ambientais e socioeconômicos da região.



Figura 9. Veículo passando próximo a vegetação. (Fotografia do Prof. Ricardo F. do Amaral, 2015).

A intervenção com geossintéticos deverá contemplar toda essa dinâmica, que inclui um equilíbrio geotécnico, estético e econômico. Pela sua própria natureza, as dunas sofrem erosão eólica, seja com mais intensidade (em dunas móveis) ou menos intensidade (em dunas fixas).

A intervenção em estudo deverá permitir a passagem dos veículos sem que haja perda de capacidade de carga do solo, a fim de não prejudicar a atividade econômica que serve de fonte de renda aos moradores locais; reforçar a fixação das raízes da vegetação que diminuirá a erosão causada pelo vento; mitigar a erosão causada pela passagem do veículo e atender a padrões estéticos subjetivos da comunidade e dos turistas, permitindo ainda sim uma paisagem natural. Por se tratar de uma comunidade cuja maior parte da população apresenta baixo poder aquisitivo, a manutenção desse sistema deve ser menos onerosa possível, sendo realizável, preferencialmente, apenas material encontrado no local ou próximo dele.

Dessa maneira três tipos de geossintéticos foram escolhidos como potenciais para

utilização na área: Geocélula, Geoforma e Geocolchão. Estes foram adotados devido à possibilidade de tanto poderem confinar o material dentro de si, no caso a areia de duna, quanto de permitir a sementeira da vegetação nativa.



Figura 10. Detalhes de uma geocélula (Taylor Built Ltd., 2016).



Figura 11. Detalhes de uma geoforma sendo utilizada em uma duna (TenCate, 2015).

A geocélula tem como principal característica conter e confinar uma camada de solo, no caso a areia de duna, fornecendo uma elevada rigidez a fundação (local de passagem dos veículos) melhorando sua capacidade de carga (Avesani Neto, 2013). As dunas possuem capacidade suficiente para suportarem o trânsito de veículos (buggy) no que se refere à carga. A utilização deste material se dá pelo fato da geocélula possuir uma execução que forma um colchão composto com células interconectadas. Isso, além de aumentar o suporte, possibilitaria a

utilização de cada célula como uma espécie de muda para o plantio da vegetação e proteção da mesma em relação à erosão eólica. Pelo fato de que deve estar enterrada não sofreria danos referentes à radiação UV que faria sua vida útil ser reduzida devido aos impactos aos compostos poliméricos do material. Isso é uma vantagem se tratando da manutenção, além de não afetar esteticamente a bela paisagem.

Para o processo de instalação seria necessário retirar (em um curto período) parte da areia. Em seguida prosseguia-se com a colocação de um geotêxtil que serviria para evitar com que a geocélula afunde (funcionando como uma espécie de base). Posteriormente a geocélula seria colocada e preenchida com a areia que fora inicialmente retirada deixando uma camada de 15 cm entre a superfície e a geocélula. Por fim, efetuar-se-ia o plantio de mudas da vegetação. Esta vegetação deveria ser de um tipo que prepararia o terreno para futuras colonizadoras, ou seja, elas dariam as condições mínimas para a chegada de espécies vegetais mais exigentes (e resistentes) nutricionalmente que existem na região.

A geoforma constituída por geotêxtil possui uma configuração de seção transversal aproximadamente circular, o que ajudaria na reconstrução do contorno do perfil inclinado da duna. A colocação da vegetação poderia ser efetuada através de pequenos furos ao longo de sua extensão. Dessa forma ao se preencher seu interior com areia da própria duna deveria ser colocado uma espécie de adubo ou quaisquer outros nutrientes para que as mudas possam se desenvolver e realizarem sua função de restauração da flora. Neste caso poderia até mesmo utilizar os vegetais mais exigentes.

O geocolchão é constituído do mesmo material da geoforma. A diferença que este tem seção transversal bem mais elíptica e altura extremamente reduzida em relação a geoforma, e necessitaria de algumas camadas para reconstruir o contorno da duna. As primeiras camadas serviram como base da estrutura e a última camada seria preenchida com adubo para o desenvolvimento da vegetação. Esta já poderia ser a vegetação definitiva, pois o volume de aterro nesta solução é maior que a das geocélulas. Dessa forma poderia se ter uma

melhor acomodação das estruturas na duna e um aspecto final mais natural (ondulado). Em relação à manutenção do material, este ficaria boa parte de sua vida útil enterrado sendo protegido dos raios UV.

Estas soluções devem ser indicadas para a comunidade de forma imparcial. Deve conter reuniões expositivas e seções abertas a indagações e dúvidas. Independentemente da solução que a comunidade escolher, deverá ser feito todo um trabalho de conscientização para com eles, mostrando os prós e contras das intervenções, além, claro, de ratificar a importância do ambiente dunar não só para o próprio meio ambiente, mas as consequências que poderão incidir no contexto sócio-econômico da comunidade.

O processo de sensibilização e informação deverá atuar em três frentes: em escolas, com o público alvo as crianças, para que possam ser instruídas desde cedo acerca da preservação das dunas que fazem parte de seu bairro, pais e professores; com os bugueiros, que se utilizam das dunas para sua subsistência; e os turistas, que visitam a paisagem e devem desde a descida do aeroporto estar conscientes da importância que as dunas têm para o meio ambiente, para a comunidade local e para a economia do Rio Grande do Norte como um todo.

Assim, pode-se ter toda comunidade envolvida, orientada e vigilante que atuará na manutenção do sistema escolhido e na fiscalização, não permitindo excessos e descumprimentos de exigências ambientais que garantem a integridade das dunas.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Ricardo Farias do Amaral, do Departamento de Geologia da UFRN, pela cessão de fotografias e preciosa ajuda acadêmica na consolidação deste artigo, e à Pró-Reitoria de Extensão da UFRN pela concessão de aporte financeiro por meio de projeto de extensão.

REFERÊNCIAS

Al-Refeai, T. e Al-Suhaibani, A. (1998). A dynamic and

static characterization of polypropylene fiber-reinforced dune sand, *Geosynthetics International*, Vol. 5, p. 433-458.

Avesani Neto, J.O. (2013). Desenvolvimento de uma metodologia de cálculo e simulações numéricas aplicadas na melhoria da capacidade de carga de solos reforçados com geocélula. 336 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

Carmo, J.S.A. do (2013). Experiência de recuperação de sistema dunar e proposta de instrumentos complementares de proteção, atração e valorização ambiental, *Revista de Gestão Costeira Integrada*, Vol. 13, p. 317-328.

Dash, S.K.; Rajagopal K. e Krishnaswamy, N.R. (2004). Performance of different geosynthetic reinforcement materials in sand, *Geosynthetics International*, Vol. 11, p. 35-42.

Gómez-Pina, G. et al. (2002). Sand dune management problems and techniques, Spain, *Journal of Coastal*, Vol. 36, p. 325-332.

Pilarczyk, K.W. (1996). Geotextile systems in coastal engineering – an overview, *Coastal Engineering Proceedings*, Vol. 1.

Taylor Built Ltd. (2016). Geocell Textured HDPE. Disponível em: <<http://www.taylorbuilt.co.nz/index.php/civil/geocell-hdpe>>. Acessado em 15 de abril de 2016.

TenCate (2015). Resistent to Sandy. Disponível em: <<http://www.tencate.com/txtures/winter-012/Resistant-to-Sandy.aspx>>. Acessado em 15 de abril de 2016.

Vertematti, J.C. (2004). Manual Brasileiro de Geossintéticos, Editora Edgard Blücher LTDA, São Paulo.