

UTILIZAÇÃO DE TUBOS GEOTÊXTEIS PARA EVITAR PROCESSOS DE ASSOREAMENTO E EROÇÃO EM PRAIA DE PALMAS TOCANTINS

Samara Sabino da Fonseca

Acadêmica, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO Campus Palmas, Palmas - TO, Brasil, samara.fonseca@estudante.ifto.edu.br

Heitor César Costa Carvalho

Acadêmico, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO Campus Palmas, Palmas - TO, Brasil, heitor.carvalho@estudante.ifto.edu.br

Annyelle Cristina Oliveira Pimenta

Acadêmica, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO Campus Palmas, Palmas - TO, Brasil, annyelle.pimenta@estudante.ifto.edu.br

Lucas Camargo Carrilho de Castro

Acadêmico, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO Campus Palmas, Palmas - TO, Brasil, lucas.castro2@estudante.ifto.edu.br

Flávio da Silva Ornelas

Professor, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO Campus Palmas, Palmas - TO, Brasil, flavioornelas@ifto.edu.br

RESUMO: O estudo aborda a problemática do assoreamento e erosão nas praias de Palmas – Tocantins, em vista que a preservação destas, é crucial para garantir a qualidade, o meio ambiente e a experiência positiva dos moradores e turistas. Nesse âmbito, propõe-se a implementação de tubos de geotêxteis como uma solução para mitigar esses processos, em busca de estabilizar e preservar as áreas de margens. Esses dispositivos permitem a passagem de água, mas retêm as partículas sólidas, agindo como barreiras eficazes contra a perda de areia e a degradação das margens. A pesquisa concentrou-se na instalação estratégica desses tubos em pontos críticos das praias de Palmas. Os resultados obtidos demonstram uma redução significativa no assoreamento nas áreas onde os tubos de geotêxteis foram implementados, melhoria da condição ambiental, promovendo um equilíbrio sustentável entre o desenvolvimento humano e a preservação do ecossistema. A conclusão destaca a eficácia dos tubos de geotêxtil como uma alternativa viável para sanar o assoreamento e erosão em praias. Contudo, ressalta-se a importância de estudos contínuos para avaliação a longo prazo, e adicionalmente, sugere-se a ampliação dessa solução para outras áreas com margens vulneráveis, considerando seu potencial impacto positivo e a necessidade de práticas sustentáveis na gestão destas margens. Em síntese, a utilização de tubos geotêxteis emerge como uma resposta promissora para os desafios enfrentados pelas praias de Palmas, representando não apenas uma solução técnica eficaz, mas também um compromisso com a preservação ambiental e a sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Assoreamento, erosão, praias, Tubos de geotêxteis, sustentável.

ABSTRACT: The study addresses the problem of siltation and erosion on the beaches of Palmas - Tocantins, as the preservation of beaches is crucial to guaranteeing environmental quality and a positive experience for residents and tourists. In this context, the implementation of geotextile tubes is proposed as a solution to mitigate these processes, in order to stabilize and preserve the shore areas. These devices allow water to pass through but retain solid particles, acting as effective barriers against sand loss and bank degradation. The research focused on the strategic installation of

these tubes at critical points on the beaches of Palmas. The results obtained show a significant reduction in siltation in the areas where the geotextile tubes were implemented, an improvement in the environmental condition, promoting a sustainable balance between human development and the preservation of the ecosystem. The conclusion highlights the effectiveness of geotextile tubes as a viable alternative for remedying siltation and erosion on beaches. However, the importance of ongoing studies for long-term evaluation is emphasized, and additionally, the expansion of this solution to other areas with vulnerable banks is suggested, considering its potential positive impact and the need for sustainable practices in the management of these banks. In summary, the use of geotextile tubes emerges as a promising response to the challenges faced by the beaches of Palmas, representing not only an effective technical solution, but also a commitment to environmental preservation and sustainability.

KEYWORDS: Siltation, erosion, beaches, Geotextile tubes, sustainable.

1 INTRODUÇÃO

As erosões fluviais são dilemas comuns em todas as praias, isso ocorre quando possui uma perda significativa da areia da praia, sendo elas com ações naturais, antrópicas ou a atuação de ambos os fatores. A problemática central do artigo está relacionada ao controle de erosão, especificamente no contexto de um estudo de caso na Praia do Prata, em Palmas, Tocantins. A erosão fluvial é um fenômeno natural e antropogênico que resulta na perda de sedimentos e recuo das linhas de costa, impactando negativamente o meio ambiente, a infraestrutura local e as atividades econômicas, como o turismo.

A Praia do Prata tem sofrido com a erosão, que compromete a estabilidade da faixa de areia, a segurança das construções adjacentes e a qualidade do ambiente para os frequentadores. O estudo aborda o uso de tubos geotêxteis como uma solução inovadora para a mitigação da erosão e do assoreamento. Os tubos geotêxteis são estruturas feitas de materiais permeáveis que permitem a passagem da água, mas retêm os sedimentos, ajudando a estabilizar a linha de costa. Além disso, esses tubos podem ser adaptados para diferentes formas e tamanhos, facilitando a sua aplicação em diversos contextos fluviais.

O objetivo é encontrar uma solução de melhoria nas praias de Palmas, tanto na questão de estética quanto a de segurança. A praia escolhida para a pesquisa foi a Praia do Prata, que é uma das mais utilizadas para banho na capital, possuindo uma área de 47.133m². Ela está localizada na parte sudoeste de Palmas, no qual o acesso principal é pela Avenida LO-19.



Figura 1. Vista aérea da Praia do Prata com o comparativo de 10 anos.

Os registros mostram que houveram diversas tentativas para conseguir reduzir o processo erosivo. Não obstante, mesmo utilizando diversas formas para poder sanar ou reduzir esse o processo erosivo, ele ainda persiste. Diante disso, procuramos alternativas para a melhoria da praia de forma criativa e moderna, utilizando materiais que dão mais liberdade tanto para os banhistas quanto para os movimentos naturais da água. Essa alternativa traria o retorno da estabilidade vital parte costeira da praia, com a utilização de tubos geossintéticos constituídos por polímeros sintéticos ou naturais que são confeccionados por polipropileno ou poliéster.

Em face desse comportamento erosivo estabilizado e com um processo de recuperação dos danos já causados, a praia pode retomar o status de preservação e conservação satisfatórios para garantir a vida útil e utilização da população de forma segura. Foram realizados alguns testes com esses tubos na praia escolhida, em que os primeiros resultados foram satisfatórios, atendendo o que se havia planejado.

2 METODOLOGIA

As praias de Palmas são grandes atrativos turísticos, no entanto, processos erosivos podem comprometer o local tanto na estética quanto no uso. Inicialmente, foram identificados processos de assoreamento e erosão de sedimentos da faixa de areia para o lago. Alguns processos experimentais foram realizados por comerciantes locais para tentar garantir a estabilidade entre eles, por exemplo: As geoformas de materiais não convencionais, pequenos aterros contidos com alvenaria e até com madeira. Além disso, foi observado uma tentativa com polímero e tecido, preenchido com areia em uma solução dupla para conter o assoreamento e a erosão, posicionado entre a faixa molhada e seca. A Figura 2, apresenta a imagem de erosões e de contenções empíricas na praia.



Figura 2. Erosão típica e sistemas empíricos de contenção da areia da praia.

Para a montagem desse projeto e coleta de dados, foram necessários alguns tipos de materiais, como: tubos geotêxteis de pequenos diâmetros, tubos de pvc, seixo, cimento, areia fina da praia, cavadeira, caibro, saco de milho, treliça, tinta spray branca, pincel permanente, trena de 10m, martelo, prego, fita zebra e uma placa informativa.



Figura 3. Grupos de tubos de geotêxtil para retenção de areia da praia e proteção de vandalismos.

2.1.1 Tubos Geotêxteis

Para a realização deste estudo, utilizou-se tubos geotêxteis SoilTain DW 105/105, confeccionados a partir de tecido de polipropileno de alta tenacidade, ultra-estabilizador anti-UV. São destinadas ao confinamento de partículas sólidas de forma provisória ou permanente, com o objetivo de reduzir impactos ambientais. As principais especificações técnicas incluem uma resistência à tração nominal de 105 kN/m em ambas as direções (longitudinal e transversal), uma gramatura de 440 g/m², abertura de filtração de 240 µm e permeabilidade de 20×10^{-3} m/s. As costuras são sêxtuplas, tipo sobreposta, realizadas mediante processos industriais na própria fábrica, utilizando linha de alta tenacidade, o que garante durabilidade em diversas condições de uso.

A compatibilidade dos tubos de geotêxtil com o solo local, é crucial para garantir uma interação adequada e a estabilidade da estrutura. Essa compatibilidade assegura adaptação ao terreno, distribuição uniforme das tensões e resposta eficaz às variações do solo. Incompatibilidades podem causar problemas de aderência ou transferência de carga, comprometendo a estabilidade da estrutura. Assim o enchimento dos tubos foi realizado manualmente, em um único ciclo e com o material (areia) do próprio local de instalação dos mesmos.

2.1.2 Ensaios de Laboratórios

Para conhecermos o material nesse projeto de pesquisa, foram realizados dois ensaios: Granulometria e o ensaio de massa específica do solo. O ensaio de granulometria é um processo no qual detalha a porcentagem de cada faixa do material, o que determina o tamanho de partículas representada na massa total do ensaio. Neste caso, além da amostra retirada in loco de 500g é necessário a utilização da norma da ABNT NBR 7181, Solo - Análise granulométrica, para determinar qual as peneiras a serem utilizadas, o equipamento, tempo, velocidade e após todos os processos, determinar as frações de dimensões das partículas. Já o ensaio para determinar a densidade real dos grãos, foi realizado conforme as diretrizes da ASTM D854 -14, como guia de ensaio onde foi determinado o peso específico dos grãos de 2,66 g/cm³. O ensaio foi previsto para analisar alguma correlação da massa do tubo cheio, com a sua estabilidade à dinâmica fluvial. A Figura 4 apresenta o gráfico das curvas granulométricas do material de preenchimento dos tubos geotêxteis e na Figura 5, os equipamentos utilizados nos ensaios.

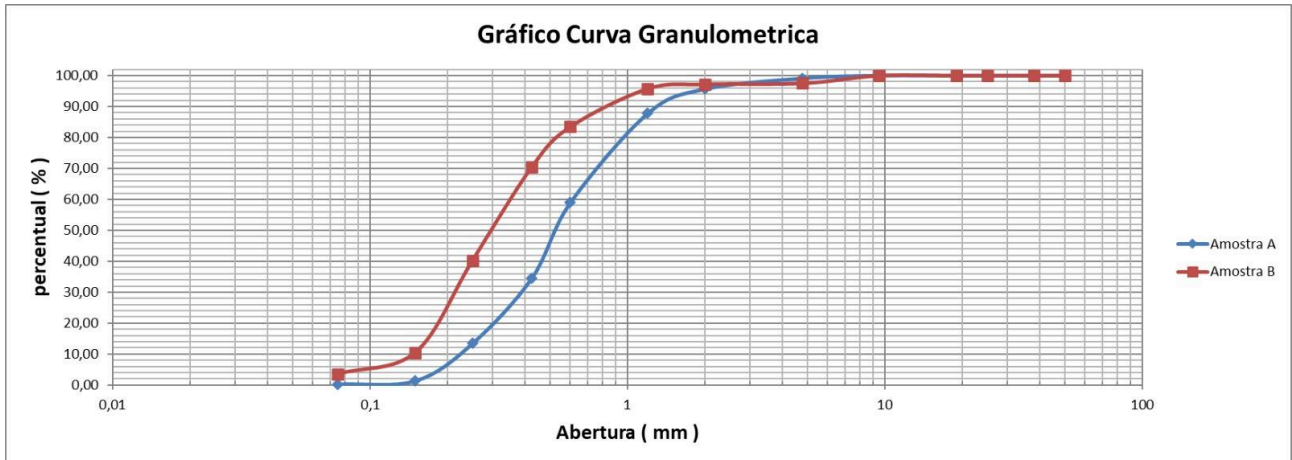


Figura 4. Gráfico de Curva Granulométrica.



Figura 5. Materiais utilizados para o ensaio da granulometria e ensaio do picnômetro.

Os parâmetros fundamentais e de engenharia do tubo geotêxtil preenchidos com capacidade máxima, foram relacionados por Lawson (2008). A Figura 6 apresenta os Parâmetros fundamentais do tubo geotêxtil (a) e parâmetros de engenharia importantes para tubos geotêxteis cheios (b).

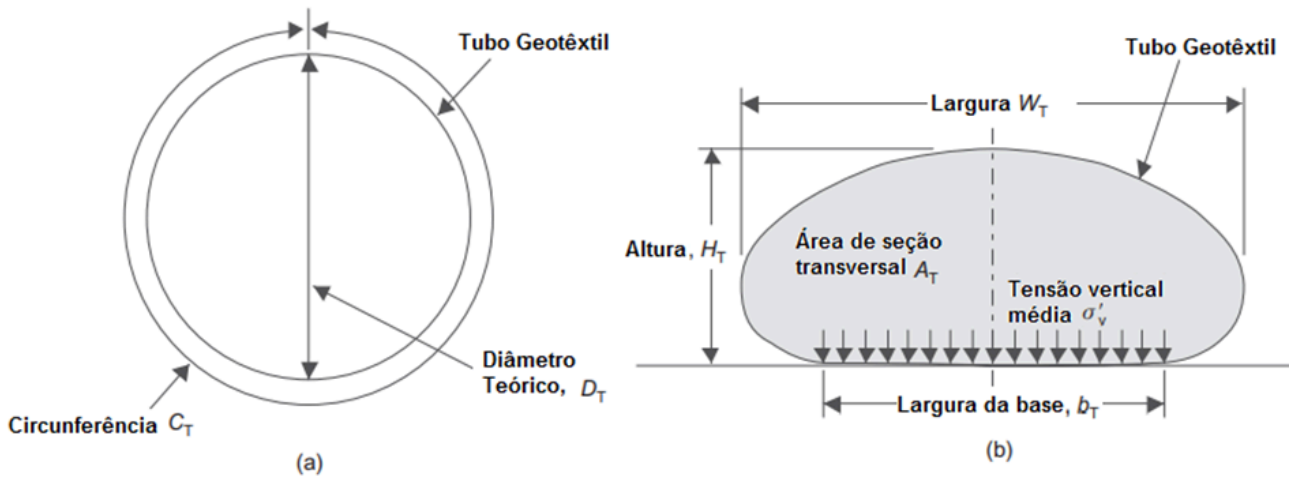


Figura 6. Parâmetros fundamentais do tubo geotêxtil (a); parâmetros de engenharia importantes para tubos geotêxteis cheios (b) (traduzido e adaptado de LAWSON, 2008).

A Tabela 1 mostra a comparação das relações aproximadas entre parâmetros fundamentais e de engenharia de tubos de geotêxtil conforme Lawson (2008).

Tabela 1. Comparação das relações aproximadas entre parâmetros fundamentais e de engenharia de tubos de geotêxtil conforme Lawson (2008).

Relações	Diâmetro do tubo geotêxtil 23,56 (cm)	Diâmetro do tubo geotêxtil 17,19 (cm)			
		Diâmetro teórico, D_T	valor de referência	obtido	valor de referência
Altura máxima de enchimento, H_T	$H_T \approx 0,55 D_T$	18,60	12,96	15,20	9,45
Largura preenchida W_T	$W_T \approx 1,5 D_T$	28,70	35,34	19,80	25,79
Largura do contato de base b_T	$b_T \approx D_T$	18,50	23,56	12,00	17,19
Área de seção transversal A_T	$A_T \approx 0,6 D_T^2$	419,25	333,04	236,37	177,30

Os tubos de 17,19 cm de diâmetro não conseguiram conter a dinâmica das ondas e com isso, não garantiu estabilidade suficiente para conter material. O fator forma mantém o menor contato da base e com menor massa, foi considerado inadequado sua utilização, pelo excesso de movimentação e deslocamentos.

A densidade aparente do tubo geotêxtil de 23,56 cm de diâmetro, cheio, foi de 2,08 g/cm³, obtida pela razão do peso (122 kg) e volume do tubo cheio úmido. Estudos posteriores podem indicar a densidade adequada do preenchimento confinado e consolidado, para estruturas permanentes. É sugerido que o fator forma pode influenciar tanto quanto a massa do tubo, no caso, os tubos com formas próximas aos parâmetros de Lawson (2008), demonstraram ter o melhor comportamento frente a dinâmica e os experimentos continuaram sem estes.

2.1.3 Coleta de Dados

Na coleta de dados, foram realizadas visitas semanais ao local. Para a medição de dados submersos, utilizamos uma trena e uma mangueira de nível, pois o drone não coleta dados de assoreamento abaixo da superfície da água, dessa forma escolhendo o método convencional. Com o auxílio de um drone, conseguimos analisar a disposição dos tubos na área escolhida para o estudo e obter uma avaliação dos deslocamentos horizontais. Na primeira tentativa, foi realizada a separação de um dos tubos geotêxteis, enquanto dois tubos permaneceram juntos, um ao lado do outro. No entanto, os resultados esperados não foram satisfatórios.

O tubo geotêxtil foi instalado na região costeira da praia, porém devido ao alto índice de variação do nível da água ocasionado pela chuva, resultou o recobrimento do tubo pela superfície da água. Após juntar os tubos um ao lado do outro, nota-se um resultado mais eficaz exercendo a função de conter o nível de areia, evitando o assoreamento e a erosão. Foi observado também que os tubos atingiram a sua capacidade máxima de retenção, e quando isso ocorria se perdia uma parte do material retido onde permitia que fosse retido mais material até que o seu limite estabelecido.

Sendo assim, ainda com a grande variação do nível da água, período de chuvas intensas e correntes fortes, os tubos foram testados na pior condição, com verificação constante para observar possíveis falhas que pudessem comprometer o experimento. Os dados coletados eram inseridos em

uma planilha e após 4 meses de observação e coleta de cotas obtivemos alguns resultados que sustentam um embasamento para uma aplicação maior, o processo de estabilização começou a ocorrer mesmo com a dinâmica mais agressiva.

Os principais pontos de observação eram a cota de areia antes do tubo de geotêxtil (areia retida), o topo desta contenção e a cota após este. As cotas permaneceram mais estáveis após a areia alcançar o topo do tubo de geotêxtil, no entanto, havia uma grande variação sempre que ocorriam tempestades causando retirada e preenchimento de areias antes e após o tubo que se mantinha estável. Essa dinâmica ocorria por conta da influência de não terem contenções específicas nas extremidades laterais e para evitar estes processos é sugerido que sejam realizadas também, contenções nestes locais. A Figura 7 apresenta o método convencional de coleta de dados de variação da cota da superfície e também, a imagem do tubo geotêxtil estável e com areia contida até o topo após 4 meses. A Figura 8 apresenta o gráfico de variação das cotas da superfície coletadas nos pontos antes e depois da contenção com os tubos de geotêxtil.



Figura 7. Um outro método utilizado além do drone para captação de dados

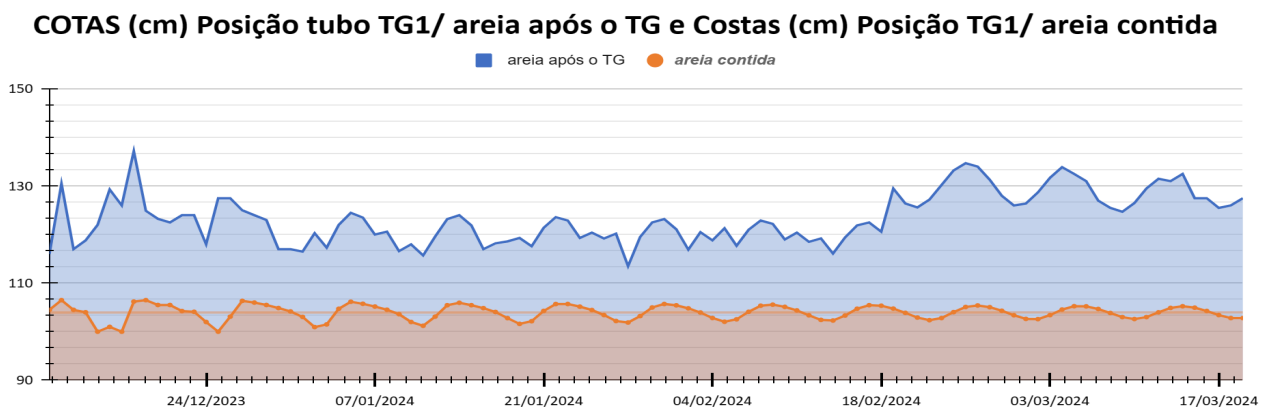


Figura 8. Variação das cotas de areia antes e depois da contenção com os tubos de geotêxtil.

3 CONCLUSÃO

A adoção de tubos geotêxteis representa uma estratégia promissora para enfrentar os desafios de assoreamento e erosão nas praias de Palmas Tocantins. Os resultados preliminares mostram uma eficiência na retenção da areia, que reduz consequentemente o assoreamento. Contudo, é imperativo realizar estudos contínuos para avaliar a viabilidade a longo prazo dessa abordagem, e com tubos de maiores dimensões, pois devido ao tamanho da área onde o projeto foi implementado e a dimensão dos tubos utilizados, não representa tamanha significância em relação ao amplo que seria toda a parte costeira de Palmas, em particular a praia do Prata. Além disso, recomenda-se a expansão dessa solução para outras áreas de erosões fluviais vulneráveis, visando fortalecer os estudos e resultados para fomentar um projeto com uma escala maior de impacto.

Em resumo, os tubos geotêxteis simbolizam não apenas uma possível solução técnica eficaz, mas a sua aplicação traz resultados positivos e possui uma metodologia simples e barata, fazendo com que o custo benefício e a eficiência resultem na sua escolha. Nessa perspectiva, além da eficiência e custo benefício, os tubos são “medida suave” diante dos impactos ambientais. Dessa forma, outras alternativas como estruturas permanentes de grande porte, maior custo e impacto tornam-se retrógradas perante as novas tecnologias e meios para solucionar essa problemática. Logo, o tubo geotêxtil torna-se uma excepcional opção, podendo não só evitar uma degradação ambiental como também econômica, visto que muitas dessas localidades são também pontos turísticos. Desse modo, reforçamos o aprofundamento da pesquisa na utilização desses tubos com solução para evitar esses “intemperismos” em diversos aspectos de aplicação e layout, que por sua vez, pode gerar resultados e eficiências diferentes para cada tipo de situação.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT-NBR 6457 (2016). Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro.
- ABNT-NBR NBR 7181 (2018). Solo — Análise granulométrica. Rio de Janeiro.
- ASTM International (2014). ASTM D854-14: *Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer*.
- Barbosa S. dos R., Silva da C. J. (2022) I Simpósio Nacional de Mecânica dos Fluidos e Hidráulica. Disponível em: <[http:// IFluHidros - Simpósio Nacional de Mecânica dos Fluidos e Hidráulica/](http://IFluHidros-SimpósioNacionaldeMecânicadosFluidoseHidráulica/)>. Acesso em 14 jan. 2024.
- Das, B.M. (1990). *Fundamentos de engenharia geotécnica*. Tradução da 6. Ed americana. São Paulo: Thomson Learning, 562p
- International Journal of Earth Sciences and Engineering ISSN 0974-5904, Volume 04, No 06 SPL, October 2011, pp. 1013-1016 Geotubes for Beach Erosion Control in Goa.
- Lawson, C. R. (2008). Geotextile containment for hydraulic and environmental engineering. *Geosynthetics International*, 15, No. 6, 384–427. [doi: 10.1680/gein.2008.15.6.384]
- Parab SR, Chodankar DS, Shirgaunkar RM, Fernandes, M, Parab AB, Aldonkar SS, Savoikar PP, (2011); Geotubes for Beach Erosion Control in Goa. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*; pp. 1013-1016