

## A DEGRADAÇÃO DE UM GEOTÊXTIL SUBMETIDO AO INTEMPERISMO NO AMBIENTE COSTEIRO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Wagner Jose Opolski<sup>1</sup>; Dany Geraldo Kramer<sup>2</sup>

### Resumo

A aplicação geossintéticos na engenharia costeira é diversa, podendo ser usado em diques, arrecifes artificiais, revestimentos, paredes de contenção e quebra mares. Esse ambiente expõe os geotêxtis a diferentes tipos de agentes que causam a sua degradação, entre eles a radiação solar, variação térmica e salinidade, apresentando importâncias ambiental e econômica neste fenômeno. Assim, objetivou-se discorrer os sobre a degradação dos geossintéticos no ambiente costeiro através de uma revisão bibliográfica. Para tanto realizou-se buscas em bases de dados nacionais e internacionais, dentre os quais ScienceDirect, Scielo e Geoscienceworld, considerando-se os anos de 1995 até 2023. Como resultado, observou-se 50 estudos publicados que se encaixavam nesses parâmetros. Sendo ao final selecionados 15. Foi observado que a radiação UV e elevadas temperaturas são os fatores mais agressivos ao geotêxteis, podendo comprometer as propriedades físico-químicas do material e necessitar de substituições frequentes. Assim, estudos voltados a proteção e longevidade destes materiais devem ser expandidos. Palavras chaves: geossintéticos, degradação, radiação UV, durabilidade, polipropileno.

### 1 INTRODUÇÃO

O geossintético é um material polimérico plano, podendo ser sintético ou natural, usado em contato com materiais naturais ou qualquer outro material geotécnico no uso de práticas de engenharia civil. Já a definição de geotêxtil se classifica como material polimérico têxteis, bidimensional, composto de fibras cortadas, permeáveis, sendo definidos em três categorias

(tecidos, não tecidos e tricotados) dependendo do processo para o qual é fabricado (IGS, 2023; LOPES, LOPES, 2010).

Devido as características como rápida trabalhabilidade, variedade de produtos e aplicações, baixo custo e baixo impacto ambiental, os geossintéticos têm sido amplamente aplicados na construção civil (CARNEIRO et al, 2009). Os geotêxtis de fibra sintética apresentam maior durabilidade, pelo fato de não serem biodegradáveis, explicando assim o porquê do crescente uso deste tipo material, frente aos de fibra natural (LOPES, LOPES, 2010).

O uso de geossintéticos na engenharia costeira pode ser muito variado, podendo ser usado em diques, arrecifes artificiais, revestimentos, paredes de contenção, quebra mares, construções de cais, entre outros. Esse ambiente expõe os geotêxtis a diferentes tipos de agentes que causam a sua degradação, entre eles a radiação solar, água salina, e condições climáticas variadas. (CARNEIRO & LOPES, 2017).

Acerca disto, Carneiro (2021), identificou que a principal causa de degradação nos geossintéticos é a radiação UV seguido de elevadas temperaturas. Nos ensaios realizados pelo autor, foi avaliado as alterações nas propriedades mecânicas, submetidos a exposição natural durante 3 anos.

Em estudos semelhante, Silva et al (2022), analisaram o mesmo geocompósito em região costeira no nordeste brasileiro, concluindo que a perda de resistência a tração foi constatada em diferentes aspectos. Nessa pesquisa, as amostras foram posicionadas em condições com diferentes ângulos e diferente superfícies, e assim analisadas separadamente, concluindo que essas variáveis influenciam na degradação das amostras. Em decorrência da importância ambiental e econômica dos geossintéticos vem apresentando na sociedade, é importante aprofundarmos os estudos quanto a degradação do material ao intemperismo, principalmente ao ambiente costeiro, para qual discorreu-se através de uma pesquisa bibliográfica sobre a temática. .

## 2.1 Metodologia

O presente estudo envolveu buscas em fontes bibliográficas sobre diferentes tipos de geotêxtis com base de polipropileno e respectivos níveis de degradação deste material de diferentes formas. Como ferramentas de busca utilizou-se bases de dados nacionais e internacionais, dentre os quais ScienceDirect, Scielo e Geoscienceworld, além de revistas e sites que falam sobre geossintéticos. Como forma de pesquisa, diferentes filtros referentes a datas, assuntos e relevância foram utilizados. Como parâmetros para estes filtros foi utilizado palavras como: "degradação de geossintéticos", "geotêxtis", "intemperismos em geotêxtis" e "geotêxtis expostos a radiação". Como foco dessa pesquisa está na deterioração dos geotêxtis, fatores como exposição a radiação UV, variação térmica, intemperismo natural e elementos químicos (salinidade) foram dados mais ênfase na pesquisa dos artigos.

Outro parâmetro utilizado na busca de artigos foi a data de publicação, onde foram selecionados artigos entre os anos de 1995 até 2023. Como resultado, observou-se 50 estudos publicados que se encaixavam nesses parâmetros, onde foram selecionados aqueles que estudaram os geotêxtis para diferentes usos, desde resistência ao cisalhamento de interface entre geossintéticos de reforço e solo de cobertura de aterros sanitários até artigos referentes a estudos de geotêxtis a degradação simulada em laboratório. Ao final foram escolhidas 15 fontes para composição do presente artigo.

## 2.2 Geossintéticos e degradação

### A. Conceito

Os geossintéticos são feitos de polímeros, apresentando como base os poliésteres, em particular o polietileno tereftalato (PET), polipropilenos (PP), polietilenos (PE), polietilenos de muito baixa densidade (PEMBD), polietilenos de média densidade (PEMD), polietilenos de alta densidade (PEAD), polietilenos clorinados (CPE), polietilenos clorossulfunados (PECS), poliamidas (PA), entre outros (SHUKLA, 2002).

Os geossintéticos apresentam em sua composição química uma base polimérica, formados pela formação repetitiva de monômeros, formando

macromoléculas (LOPES, LOPES, 2010). As vantagens como alta resistência a corrosão, alta resistência a impactos e bom isolamento elétrico, menor custo energético de fabricação tornam esse material muito atrativo para a indústria civil (STRAPASSON, R. 2004).

De acordo com Neves (2003), o polipropileno (PP) é um ótimo polímero para se utilizar em obras de engenharia costeira, devido suas propriedades não apresentarem tanta variação elástica quando submetida a forças de tração como os outros polímeros, como podemos ver no gráfico abaixo.

#### B. Funções/ Aplicações

No geral, os geossintéticos são fabricados a partir de polímeros sintéticos, derivados do petróleo, tais como polipropileno, poliéster e poliamida (VERTEMATTI,2004), com diversas aplicações.

Os polímeros apresentam algumas propriedades, segundo Vertemati (2004) que contribuem para as características físico-químicas do geotêxtil, sendo estes:

O polipropileno (PP) que apresenta boa resistência mecânica e química, sendo um tipo de termoplástico sintético. Estas propriedades possibilitam ampla aplicação na confecção de produtos flexíveis, resistentes ao calor e ácidos, com baixo custo. Dentre os exemplos de aplicações, incluem-se setor automotivo e construção civil;

Já o poliéster (PET) tem alta resistência mecânica e química sendo também um termoplástico. É empregado em fibras para vestuário, recipientes para alimentos sólidos e muitos outros produtos que usamos no dia a dia. Por sua vez, a poliamida (PA) apresenta resistência mecânica, resistência a abrasão e química. Este polímero é utilizado no setor têxtil, setor de pesca, conectores elétricos e setor médicos.

A utilização destes materiais na síntese de geotêxteis se explica pela necessidade do material ter boa resistência, que é influenciada pelo peso molecular e cristalinidade dos polímeros, além de outros aditivos químicos. Levando-se em conta essas duas características, o polipropileno

poderia ser o material de escolha, uma vez que apresenta maior peso molecular e grau de cristalinidade em relação ao PET e PA.

Os geotêxteis são normalmente fabricados por técnicas tecidas ou não tecidas, os polímeros utilizados são geralmente materiais termoplásticos que contêm variações de regiões amorfas e semicristalinas (IGS,2023). Portanto a seleção do tipo certo de polímero para a fabricação de têxteis a ser utilizado em obras de engenharia civil é essencial.

### C. Degradação

Um fator crítico na utilização de geossintéticos em obras de engenharia refere-se quanto sua durabilidade (SOARES, 2023). Fatores como fabricação, manuseio, instalação também são responsáveis para determinar a qualidade do material (NEVES, 2003). Com relação a sua degradação por agentes físicos e químicos, temos a degradação por raios UV (fotoquímica), térmica e química. Esse artigo irá focar nesses três agentes de degradação, já que de acordo com os autores citados anteriormente, são os que mais prejudicam na durabilidade dos geotêxtis.

#### C.1 Degradação fotoquímica

De acordo com Soares (2023), a radiação solar a qual o material polimérico é exposto é suficiente para desintegrar as macromoléculas do material. Fatores como o tempo e da intensidade de exposição, além da concentração de oxigênio e umidade também podem influenciar no grau de degradação do material.

Em ensaios realizados por Lopes (2001), fatores como o tipo de geossintético e a adição de aditivos antirradiação são fundamentais para inferir se o geotêxtil irá garantir sua durabilidade.

#### C.2 Degradação Térmica

Temperaturas elevadas, e variações grandes na concentração de oxigênio resulta em reações químicas degradantes maiores, de acordo com Soares (2023). Por esta razão, quando o material está submerso em água, sua degradação é bem mais suave comparado quando submetido ao ambiente não submerso.

Em estudos realizados por Silva e Santos (2023), um geotêxtil (StrataTex W5050) foi analisado durante 41 dias na região costeira da cidade de Natal/RN. O material foi submetido em 3 condições diferentes: sobre uma mesa branca, uma preta e sobre uma superfície de areia. Ao final dos estudos conclui-se que o processo de degradação do geotêxtil foi acelerado quando submetido a maiores temperaturas (mesa preta). A perda de resistência média foi de 3,53 KN/m (cerca de 9% da resistência média original do material). O estudo laboratorial de Carneiro et al (2021) corroboram com esses resultados já que apontam que a radiação UV, junto com a variação de calor, são os principais responsáveis pela deterioração do material.

### C.3 Degradação Química

Basicamente a degradação química dos polímeros se deve a ação do oxigênio, íons, ácidos, bases ou outros agentes químicos presentes no meio. Esses elementos são os responsáveis na degradação do material polimérico.

#### Constituição Química

No Brasil o polipropileno mais comumente encontrado no mercado é o isotático, o qual é preparado a partir do monômero propileno em reação de poliadição com catalisador de Ziegler-Natta (Silva, 2013) conforme mostrado na figura 01.

É possível utilizar-se de métodos e análises para caracterizar os geotêxtis e estudar assim a composição química do polímero. Um dos ensaios possíveis para a caracterização do material é o de espectroscopia de infravermelho (FTIR). Esse método funciona nos informando a presença de grupos funcionais presentes na estrutura de um material, sendo ideal na identificação de um composto e saber sua composição química.

Ao realizar o ensaio espectroscopia de infravermelho em um geotêxtil cuja função é justamente para uso em obras de construção civil (Stratex W5050), podemos gerar a figura 2.

Para análise, separamos os picos de ondas de 2910  $\text{cm}^{-1}$ , 1475  $\text{cm}^{-1}$ , 1400  $\text{cm}^{-1}$ , 1100  $\text{cm}^{-1}$ , 1040  $\text{cm}^{-1}$ , 680  $\text{cm}^{-1}$  e 550  $\text{cm}^{-1}$ . Ao utilizar a tabela de Sigma Aldrich, espectro IV, por faixa de frequência (Acessado em <https://www.sigmaaldrich.com>), onde mostra a aparência da vibração e as

absorções para cada grupo funcionais, podemos identificar a composição química presente no material estudado.

Para o pico de 2910  $\text{cm}^{-1}$  podemos identificar o grupo caracterizado como estiramento C-H, onde pertence a classe dos compostos alcanos. Já a faixa de frequência 1475  $\text{cm}^{-1}$  apresenta o grupo de dobramento  $\text{CH}_3$ , pertencendo a classe do composto dos alcanos também. Nas Faixas de 1100 a 1400  $\text{cm}^{-1}$  temos o grupo que apresenta um estiramento de C-F pertencendo a classe dos Fluoretos. Por fim temos as faixas de 550 a 780  $\text{cm}^{-1}$  pertencente ao grupo de estiramento C-CL, sendo da classe dos cloretos.

### 3 CONCLUSÃO

Por fim, podemos concluir que é necessário realizar mais estudos quanto a deterioração dos geossintéticos em ambiente costeiro. O Brasil tem uma extensa margem costeira, com possibilidades infinitas de obras utilizando geossintéticos, acentuando ainda mais a importância desses estudos.

Como analisado nesse artigo, a radiação UV e a variação de temperaturas são os principais fatores que influenciam na degradação deste material, sendo assim necessário aumentar os dias de estudos, expandindo mais tempo o tempo de análise.

### REFERÊNCIAS

- BATHURST, R. J. Funções dos Geossintéticos. (International Geosynthetics). Disponível em: < <https://igsbrasil.org.br/wp-content/uploads/2020/04/2.pdf> >. Acesso em 26 Oct. 2023
- CARNEIRO, José Ricardo da Cunha et al. Durabilidade de materiais geossintéticos em estruturas de carácter ambiental: a importância da incorporação de aditivos químicos. 2009.
- CARNEIRO, J. R.; LOPES, M. L. Natural weathering of polypropylene geotextiles treated with different chemical stabilisers. *Geosynthetics International*, v. 24, n. 6, p. 544-553, 2017.
- CARNEIRO, José Ricardo; MIRANDA CARLOS, David; DE LURDES LOPES, Maria. Laboratory degradation of a reinforcement PET-PP geocomposite under accelerated weathering conditions. *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering*, v. 7, p. 1-11, 2021.

IGS - A SOCIEDADE INTERNACIONAL DE GEOSSINTÉTICOS (International Geosynthetics Society). disponível em: < <https://igsbrasil.org.br/material-tecnico/>>. Acesso em 01 Out. 2023.

LOPES, Margarida Pinho; DE LURDES LOPES, Maria. A durabilidade dos geossintéticos. FEUP Edições, 2010.

NEVES, L. Geossintéticos e Geossistemas em Engenharia Costeira. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. FEUP, Portugal. 2003.

PALMA, DANIELA M. L.C. Aplicação de geossistemas em obra de proteção costeira, o caso da restinga de Ofir. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade nova de Lisboa, Portugal. 2016. Acesso em 26 Oct 2023

SILVA, C.R. Propriedades mecânicas de blendas de polipropileno com polietileno de ultra alto peso molecular. Dissertação de Mestrado Orientador Rogério Antônio Xavier Nunes. 2013

SILVA, Rayanne Karlla Santos da. Degradação de geossintéticos por intemperismo natural em área costeira. 2022. Orientador: Fagner Alexandre Nunes de França. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

STRAPASSON, R. Valorização do polipropileno através de sua mistura e reciclagem. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Mecânica, setor de tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

SHUKLA, S. K. Geosynthetics and their application. 1ª ed. Thomas Telford Ltd. 425 p. 2002.), 25208–25219. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-103>.

SOARES, J.M. Aplicação de técnicas modernas com foco em geossistemas nas obras de proteção costeira: o caso de Matinhos – PR /João Marcos Soares; orientador, Marcos Aurelio Marques Noronha, 2023. 117p.

URASHIMA, B. M. C., URASHIMA, D. de C., Castro, C. A. C., & Guimarães, M. G. A. Degradação de Geotêxteis Expostos às Intempéries/ Degradation of Geotextiles Exposed to Weather. Brazilian Journal of Development, 2020.

Sobre o(s) autor(es)

Mestrando. Programa de Pós-graduação em Engenharia Têxtil – UFRN. [wagneropolski@gmail.com](mailto:wagneropolski@gmail.com).

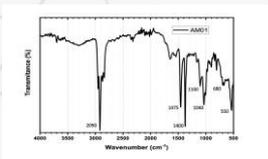
Prof. Dr. Programa de Pós-graduação em Engenharia Têxtil – UFRN. [dgkcs@yahoo.com.br](mailto:dgkcs@yahoo.com.br).

FigurA 1 - Monômero propileno em reação de poliadição



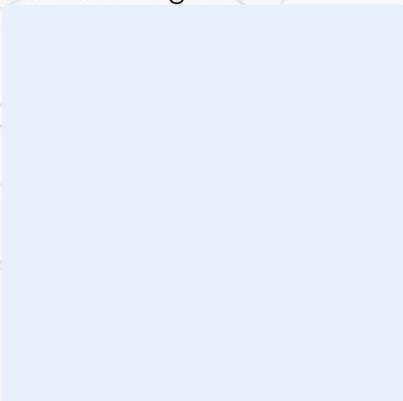
Fonte: Adaptado de: STRAPASSON, R (2004). Criado em [www.biorender.com](http://www.biorender.com)

CFigure 3 - FTIR de Amostra de PP.



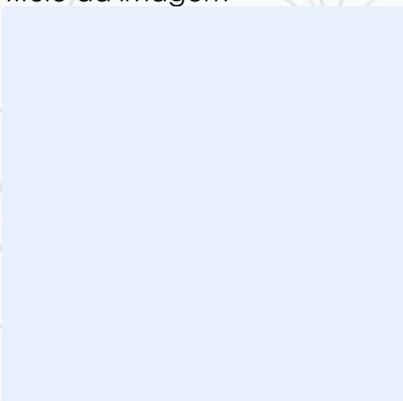
Fonte: Autores, 2023.

Título da imagem



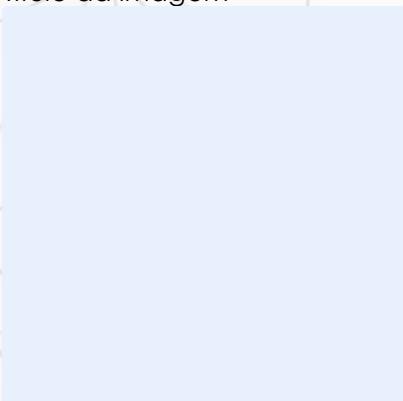
Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem