

INFLUÊNCIA DA FIBRA NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS GEOTÊXTEIS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Clélia Carvallho¹; Dany Geraldo Kramer²

Resumo

A fabricação dos geotêxteis pode ocorrer pela utilização de polímeros diferentes em vista a variedade de aplicação nas áreas de engenharias, para qual são requeridos diversos níveis resistências mecânicas. Neste sentido, se faz importante discorrer acerca da influência da fibra nas propriedades mecânicas dos geotêxteis, objeto do presente estudo. Para tanto foram realizadas pesquisa de referências datadas entre 1999 e 2023, em base de dados, Science Direct, Scielo, Scopus, Plataforma Sucupira e bibliotecas virtuais das Universidades. Por apresentarem uma relação intrínseca entre as propriedades mecânicas do polímero utilizado na fabricação da fibra e o geotêxtil produzido, observou-se no presente estudo que os polímeros de maior o peso molecular apresentam melhores propriedades mecânicas, bem como aqueles com maior grau de cristalinidade apresentarão melhor rigidez, resistência química, densidade e estabilidade dimensional. Neste sentido, a combinação de diferentes polímeros podem ser considerados para a produção de geotêxteis para melhor diversidade de propriedades mecânicas e aplicação em projetos de engenharia.

Palavras-chave: Geotêxteis, constituição e propriedades mecânicas.

1 INTRODUÇÃO

Os geotêxteis são materiais têxteis fabricados com fibras oriundas da fusão de polímeros, tais como: poliamida (PA), polietileno (PE), poliéster (PET), polivinil álcool (PVA), poliaramida (PPTA) e polipropileno (PP). Além disso, alguns produtos químicos são adicionados, durante a fabricação, visando garantir a durabilidade dos materiais poliméricos (COSTA, 2008; RAO, 2013).

Existem dois tipos destes materiais, os geotêxteis tecidos e não tecidos. A estrutura dos tecidos deve-se ao entrelaçamento de fios em duas direções (trama e urdume), os fios podem ser monofilamento, multifilamento e tipo fita achatada. Os não tecidos são formados por fibras ou filamentos que em sua fabricação são depositados de forma aleatória e sua interligação é efetuada por processo mecânico, térmico ou químico (COSTA,2008).

No processo de produção de geossintéticos ocorre uma variabilidade das características tais como: químicas, mecânicas, hidráulicas e de durabilidade dos produtos manufaturados, o que requer medições frequentes, através de ensaios específicos, das propriedades mais relevante dos materiais produzidos, para se garantir a qualidade destes materiais. (COSTA,2008; SILVA et al., 2021)

Em decorrência de diversidade de aplicação em engenharia, tais como construção civil, ambiental, hidráulica e agricultura, uma propriedade importante requerida dos geotêxteis é a resistência mecânica (BARBARA; LAMORRE, 2016), dos quais se testam, entre outras técnicas a resistência a tração. Esta propriedade depende do tipo de polímero e do processo de fabricação que origina a estrutura do produto, como também dos aditivos químicos empregados (SILVA et al., 2021).

Tais como, polímeros de maior peso molecular, terão maiores macromoléculas e conseqüente melhores propriedades mecânicas. Os polímeros formam sólidos com uma fase cristalina e outra amorfa, e a relação estequiométrica entre elas denomina-se grau de cristalinidade. Quanto mais cristalino é o polímero maior será a rigidez e a resistência mecânica (IGS, 2023). Assim, o presente estudo objetivou discorrer, por meio de uma revisão bibliográfica, sobre a influência da composição química do geotêxtil na sua propriedade mecânica.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O estudo caracterizou-se como uma pesquisa bibliográfica, para o melhor entendimento sobre as composições dos geotêxteis e suas

propriedades mecânicas. Na busca por fontes bibliográficas utilizaram-se os seguintes descritores: Geossintéticos, geotêxteis, geosynthetics, geotextile, woven, tensile tests, propriedades mecânicas e teste de tração. Como também foi utilizado o recurso de descritores booleanos e truncados. A datação dos documentos utilizados foi considerada entre os anos de 1999 e 2023. Como base de pesquisa empregou-se base de dados, o Science Direct, Scielo, Scopus, Plataforma Sucupira e bibliotecas virtuais das universidades.

Muitos artigos foram encontrados, como também teses e livros, o que demandou uma análise visando selecionar os que mais adequavam ou traziam informações pertinentes a pesquisa em questão. Selecionadas em torno de 3000 publicações, a primeira pesquisa foi efetuada através do título e em seguida analisou-se o resumo de 200. Escolhidos 30 para avaliar o conteúdo em mais detalhe e encontradas informações mais pertinentes nos 15 artigos referenciados.

2.2 Geossintéticos - Geotêxteis

A. Conceito

Os Geossintéticos formam um agrupamento de produtos polímeros que fazem parte os Geotêxteis, as Geomembrana, as Geomantas, as Geogrelhas e as Georredes. (COSTA,2008). Silva et al (2021 p. 3) define esses materiais como um produto em que ao menos um de seus componentes é produzido a partir de um polímero sintético ou natural, sob a forma de manta, tira ou estrutura tridimensional, com ampla aplicação na engenharia civil, geotécnica e ambiental.

Possuem uma variação natural em suas características químicas, mecânicas, hidráulicas e de durabilidade, a qual sofre influência do processo de fabricação e componentes poliméricos e químicos utilizados. Devido a relevância torna-se necessário que o controle de qualidade seja efetuado de maneira intensiva e através de ensaios especificados por Normas técnicas reconhecidas pelos órgãos controladores (COSTA,2008).

Há inúmeros produtos comerciais de geotêxteis variando em massa por unidade de área de 35 até 1000 gm⁻², e em força de 9 a 180 kN m⁻¹ para as

aplicações de filtragem ou separação. Devido a variabilidade inerente aos diferentes geotêxteis propriedades específicas do produto devem ser controladas através das normas técnicas vigentes (KOERNER,2001). São materiais poliméricos usados em construções subterrâneas em uma ampla e crescente gama de aplicações.

B. Matérias primas e características físicas

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 conforme descrição no quadro 1.

Os polímeros, descritos acima, 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 – Quadro 02.

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. Propriedades Mecânicas

As propriedades dos geossintéticos estão intrinsicamente ligadas às fibras sintéticas com as quais são fabricados e seu desempenho pode ser melhorado com a utilização de aditivos durante o processamento do polímero ou nas fases posteriores. Podem ser incluídos a matéria-prima dos polímeros componentes de reforço tais como: partículas de grafeno e óxido de grafeno, micropartículas de nano partículas de argila, nanotubo de carbono.

Ademais, o tipo de polímero utilizado influencia na propriedade mecânica do geotêxtil, pois quanto maior o peso molecular de um polímero maiores serão suas macromoléculas e como consequência melhores suas propriedades mecânicas.

Quanto ao grau de cristalinidade, relação estequiométrica entre a fase cristalina e outra amorfa, observa-se quanto maior este índice no polímero, intensifica as propriedades: rigidez, resistência química, densidade e estabilidade dimensional. Por outro lado provoca a diminuição de outras, como resistência ao impacto, alongamento na ruptura e resistência ao fenômeno do stress-cracking (microfissuramento sob tensão)

Já as formas de fabricação, tecidos, não tecidos e malhas, pode influenciar na propriedade mecânica do geotêxtil, sendo os tecidos com maior resistência a tração e menor ruptura ao alongamento que os não tecidos com a mesma gramatura e tipo de polímero.

Há inúmeros produtos comerciais de geotêxteis variando em massa por unidade de área de 35 até 1000 gm⁻², e em força de 9 a 180 kN/m para as aplicações de filtragem ou separação. Devido a variabilidade inerente aos diferentes geotêxteis propriedades específicas do produto devem ser controladas através das normas técnicas vigentes. (IGS) Quanto aos

valores de resistência à tração podem ser bastante elevados, dependendo da utilização para a qual o material foi fabricado, por exemplo, geotêxteis concebidos para reforço possuem resistência elevada, atualmente podendo alcançar até 1000 kN/m. Porém, os tecidos de polipropileno raramente possuem resistências à tração maiores que 250 kN/m (Carneiro, 2009; Lopes e Lopes, 2010; Sarsby, 2007).

Portanto é importante que o Geotêxtil selecionado utilize uma formulação de polímero adequada e sendo fabricado a partir de fibras produzidas com especificações controladas e com as propriedades projetadas para uso a longo prazo. Em todo o projeto de engenharia ao se selecionar um geotêxtil deve-se considerar não só as propriedades mecânicas e hidráulicas de fabricação, mas a durabilidade comprovada no ambiente de aplicação, tanto antes da instalação quanto durante a duração do projeto.

3 CONCLUSÃO

Os geotêxteis são produtos de grande utilização no ramo da engenharia como uma solução polivalente e de fácil aplicação. A partir do avanço tecnológico uma diversidade de polímeros surgiram o que atingiu uma gama ilimitada de aplicações. Com o aumento na diversidade de aplicação e por serem produzidos industrialmente, possuem, os geotêxteis, características previsíveis as quais podem ser controladas ao longo de sua instalação. Pressupondo-se, então, a importância no conhecimento de suas principais propriedades e o controle necessário para cada aplicação.

Os valores-índices de propriedades de materiais geossintéticos são fornecidos através de ensaios e servem como elemento de comparação entre diferentes produtos e como controle de qualidade no processo de fabricação. Nos geossintéticos as suas propriedades finais são relacionadas diretamente a composição química e a estrutura do polímero que o constitui.

Conclui-se que, por apresentarem uma relação intrínseca entre o polímero utilizado na fabricação da fibra e o geotêxtil produzido, é de suma

importância efetuar a escolha correta do geotêxtil a ser empregado no projeto, para assim, conseguir melhor eficiência e a durabilidade dos materiais que serão empregados para melhoria das propriedades mecânicas dos solos.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, C. J.-C.; Durabilidade de Materiais Geossintéticos em estruturas de carácter Ambiental - A importância da incorporação de aditivos Químicos; Dissertação Doutorado Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; Portugal; 2009.

COSTA, C. M. L.; Lodi, P.C.; Costa, Y.D.J.; Bueno, B.S., Avaliação de Recomendações Normativas sobre o uso de ensaios no Controle de Qualidade de fabricação de Geossintéticos, Polímeros: Ciência e Tecnologia, col.18, número 2, p. 158-169 ,2008.

CUENTAS, C. J.R.; Halasi P., C.A., Caracterización de las propiedades mecânicas de Geotextiles de Polipropileno no Tejido mediante Ensayos de Tracción e Elongación normalizados em una maquina universal para polímeros, Repositório de Tesis UCSM, Universidad Católica de Santa Maria, Arequipa, Peru ,2015.

DAVIS, J.R., Tensile testing Second edition, SBN: 0-87170-806-X, Copyright 2004 by ASM International., 2004.

IGS - International Geosynthetics Society. The durability of geotextiles. GEOfabrics Limited - Skelton Grange Rd. United Kingdom. Disponível em: <https://www.tencategeo.us/media/50b6a456-96ab-4943-9985-a137c8ad43c3/Uy8rA/TenCate%20Geosynthetics/Documents%20AMER/Industry%20Papers/The%20durability%20of%20geotextiles.pdf> . Acesso em: 200ut2023.

JARA, C. V.I., Determinación de propiedades últimas a tracción em geomallas según normativa ASTM, URI: <http://hdl.handle.net/20.500.12918/4789> , Tesis de Investigacion Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco, Perú, 2019.

KOERNER, R.M. Hsuan, Y.G., Geosynthetics Characteristics and Testing. In: Geotechnical and Geoenvironmental Engineering Handbook, Springer, Boston, MA, p. 173-196, 2001.

LOPES, P.M., Lopes, M.L., A durabilidade dos Geossintéticos, ISBN 978-972-752-120-3 – Primeira edição, 2010.

MISHRA, R; Militký, J.; Kremenáková, D.; Novelties in Fibrous Material Science - Volume IV, ISBN: 978-80-7494-390-4, Technical University of Liberec, Faculty of Textile Engineering, 2017.

RAO, K. S.; Handbook for Geosynthetics, Minister of Textiles, Government of India New Delhi, 2013.

SARSBY, R.W.; Geosynthetics in Civil Engineering; first edition, 21/12/2006

Silva, B. V., de Sá, G. R., & Amarante, M. dos S. (2021). ANÁLISE DO USO DE GEOSSINTÉTICOS PARA REFORÇO DE ATERROS. Revista Pesquisa E Ação, 7(1), 1-17. 2021

SPALDING, M. and Chatterjee, A.M., Handbook of Industrial Polyethylene and Technology, ISBN 9781119159766; John Wiley & sons, Inc. ,2017.

TANASĂ, F., Nechifor, M., Ignat, M.-E., Teacă, C.-A., Geotextiles – A versatile tool for enviromental sensitive aplications in Geotchnical Engineering, Textiles 2022, 2, 189-208, DOI 10-3390/textiles/2020011,2022

VERTEMATTI, J.-C., Manual Brasileiro de Geossintéticos, ABINT, ISBN 978-85-212-0344-5, São Paulo: Blucher, 2004.

WIEWEL, B.V.; Lamoree, M; Geotextile composition, application, and ecotoxicology—A review. ,Journal of Hazardous Materials, Volume 317, Pages 640-655, 5 November 2016.

Sobre o(s) autor(es)

Mestranda. Programa de Pós-graduação em Engenharia Têxtil – UFRN. clelia.carvalho.186@ufrn.edu.br.

Prof. Dr. Programa de Pós-graduação em Engenharia Têxtil – UFRN. dgkcs@yahoo.com.br.

Quadro 1: Polímeros usados na produção de Geossintéticos

Quadro 1: Polímeros usados na produção de Geossintéticos

Polímero	Sigla	Aplicações
Polipropileno	PP	Geotêxteis, barreiras geossintéticas, tubos drenos geossintéticos, georredes e geocompostos.
Poliéster	PET	Geotêxteis e Geogrelhas
Poliâmida	PA	Geotêxteis, geocompostos e Geogrelhas

Fonte: Adaptado de Vertematti, 2004.

Fonte: Adaptado de Vertematti, 2004.

Quadro 02 – Propriedades dos polímeros PP; PET e PA

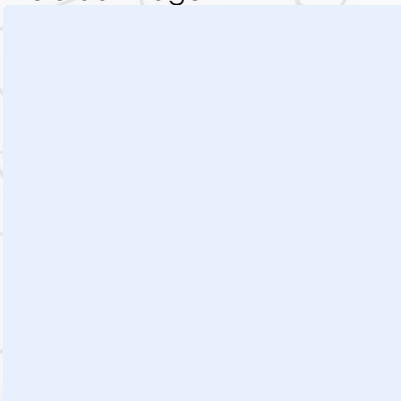
Quadro 02 – Propriedades dos polímeros PP; PET e PA

Polímeros	Peso Molecular (g/mol)	Densidade (g/cm3)	Tg (grauC)	Tf (grau C)	Cristalinidade (%)	Características
PP	80.000 a 500.000	0,90	4 a 12	165 a 175	60 a 70	Branco, Opaco
PET	15.000 a 42.000	1,33 a 1,45	70 a 74	250 a 270	Menor que 40	Branco, Transparente e Opaco
PA/6	10.000 a 30.000	1,12 a 1,14	60	215 a 220	Menor que 60	Amarelado, translucido

Fonte: Adaptado de Vertematti, 2004.
Tg= Temperatura de transição vítrea. Tf= temperatura de fusão.

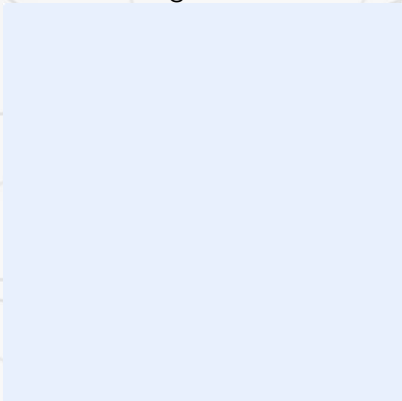
Fonte: Adaptado de Vertematti, 2004.

Título da imagem



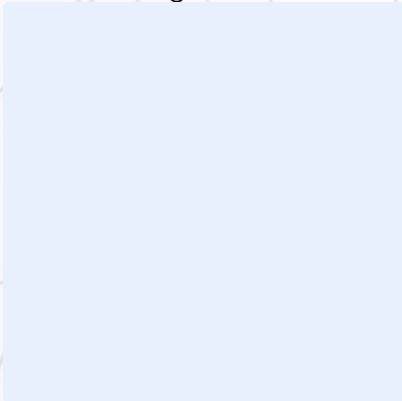
Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



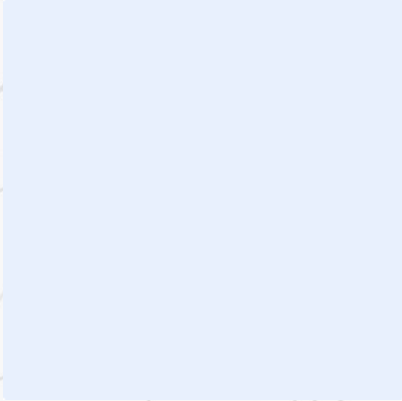
Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem