

Aplicação de Geossintéticos no reforço de camadas de Pavimentos asfálticos: Revisão Teórica e Análise de Viabilidade Econômica

Ângela Gabriele França ¹; André Augusto Dantas ²; Alécio Mattana ³

Resumo – Este artigo apresenta uma revisão teórica sobre a aplicação de geossintéticos no reforço de camadas de pavimentos asfálticos, com foco nos materiais do tipo geogrelha e geotêxtil. O objetivo principal foi reunir e analisar estudos recentes que evidenciem os benefícios do uso desses materiais em projetos de pavimentação. A metodologia adotada consistiu na seleção de trabalhos atualizados da literatura técnica e científica que tratam especificamente do comportamento e das vantagens do uso de geossintéticos, especialmente das geogrelhas, em diferentes contextos geotécnicos. Os resultados obtidos a partir da análise dos artigos selecionados demonstram que os geossintéticos exercem papel fundamental no desempenho dos pavimentos, promovendo efeitos como a restrição lateral dos materiais granulares, o aumento da capacidade de suporte do subleito e o chamado efeito de membrana tensionada. Esses mecanismos contribuem para a redução das deformações permanentes ao longo do tempo, resultando em maior vida útil da estrutura e em menor necessidade de manutenção. Além disso, observa-se que o uso de geossintéticos pode possibilitar a redução da espessura total das camadas de pavimento, o que representa economia de materiais e ganhos ambientais. Dessa forma, conclui-se que o uso de geossintéticos, especialmente geogrelhas e geotêxteis, representa uma alternativa eficiente, técnica e economicamente viável para o reforço de pavimentos, sendo uma solução com grande potencial de aplicação na engenharia geotécnica e na melhoria da infraestrutura rodoviária.

Abstract – This article presents a theoretical review on the application of geosynthetics in the reinforcement of asphalt pavement layers, focusing on geogrid and geotextile materials. The main objective was to compile and analyze recent studies that highlight the benefits of using these materials in pavement projects. The methodology adopted consisted of selecting up-to-date technical and scientific publications that specifically address the behavior and advantages of geosynthetics, especially geogrids, in different geotechnical contexts. The results obtained from the analysis of the selected articles show that geosynthetics play a fundamental role in pavement performance by promoting effects such as lateral confinement of granular materials, increased bearing capacity of the subgrade, and the so-called tensioned membrane effect. These mechanisms contribute to the reduction of permanent deformations over time, resulting in longer service life and reduced maintenance needs. Moreover, the use of geosynthetics can allow for a reduction in the total thickness of pavement layers, which leads to material savings and environmental benefits. Therefore, it is concluded that the use of geosynthetics, especially geogrids and geotextiles, represents an efficient, technically and economically viable alternative for pavement reinforcement, offering a solution with great application potential in geotechnical engineering and in the improvement of road infrastructure.

Palavras-Chave – Pavimento, geossintéticos, geogrelha, geotêxtil, reforço, base.

¹ Eng., Graduada, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Goiás, (61) 99661-4516, engangelagabriele@gmail.com

² Eng., DSc, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Goiás, (84) 9985-9985, andre.dantas@ifg.edu.br

³ Eng., M.Sc, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Goiás, (61) 9877-6561, alecio.mattana@ifg.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário se destaca como o principal meio de deslocamento no Brasil, sendo responsável por cerca de 65% do escoamento de cargas e por quase 95% do transporte de passageiros, de acordo com o Boletim Estatístico da CNT (março/2025). Diante dessa relevância, o desenvolvimento econômico e social do país está diretamente relacionado à qualidade das rodovias. Segundo a Pesquisa CNT de Rodovias (2024), cerca de 95% dos pavimentos asfaltados registrados na estimativa, estão com suas superfícies afetadas, com manifestações patológicas recorrentes, como desgaste, trincas em malhas, afundamentos, ondulações, buracos ou totalmente destruído.

Primeiramente, vale salientar que muitas dessas manifestações mencionadas estão intimamente ligadas ao processo de execução e/ou ao uso contínuo e sem manutenções dos pavimentos. Por isso, este tipo de obra de infraestrutura necessita de atenção especial em todas suas fases, isto é, a execução das camadas que compõem um pavimento (subleito, leito, camadas complementares, base e revestimento) deve ter um acompanhamento e gerenciamento estritamente profissional e qualificado. Com um destaque às camadas complementares mencionadas, tem-se o reforço do subleito como item de extrema importância quando se trata de solos mais instáveis, sendo necessário, dessa maneira, métodos de melhoria. Na construção, há diversas técnicas de reforço, como solo-cal, solo-cimento, inserção de rejeitos de minérios, inclusão de fitas de aço ou mantas de geossintéticos, dentre outros (Teixeira, 2003).

Em projetos de pavimentação, os geossintéticos são empregados como solução para diversas funções, como controle de erosão superficial, separação de camadas, filtração, drenagem, impermeabilização e reforço estrutural. Quando utilizados com a finalidade de reforço, esses materiais são geralmente posicionados entre as camadas de base e sub-base, ou entre uma dessas camadas e o subleito, especialmente em estruturas de pavimentos flexíveis. O uso do geossintético pode também ser pertinente para processos de recapeamento do pavimento, como elemento antirreflexão de trincas na restauração de pavimentos rígidos e flexíveis (DNIT, 2024).

As motivações do uso de geossintético, especificamente no caso de reforço do subleito, são inúmeras, tendo destaque a redução de escavação de material inadequado (diminui os custos com transporte bota fora); redução da espessura de base; redução de recalques diferenciais (principalmente no ponto de contato corte/aterro); aumento da serventia do pavimento e redução dos custos de reparo (Correia e Neto, 2016).

Nesse contexto, os geossintéticos têm se mostrado vantajosos, especialmente na construção de pavimentos, quando aplicados em subleitos com baixa capacidade de suporte. Seu uso contribui para a melhoria do desempenho estrutural, aumento da vida útil do pavimento e redução de custos com manutenção. Diante desses benefícios técnicos, torna-se fundamental discutir e difundir o uso dos geossintéticos como solução eficiente para a otimização dos pavimentos flexíveis.

2. GEOSSINTÉTICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Desde 3000 a.C, a utilização de materiais naturais como melhoria para qualidade dos solos é uma prática muito realizada, desde estivas de junco, solo com palha, bambus e outros materiais constituídos de fibras resistentes (Vermatti, 2004). Sob esse viés, após o desenvolvimento de tecnologias, técnicas industriais e construtivas, surgiram os materiais geossintéticos, produtos estes que segundo a NBR ISO 10722:2024: Geossintéticos Parte 1: Termos e definições, são materiais poliméricos (sintético ou natural) industrializados, que se apresentam na forma de manta, tira ou em estrutura tridimensional. São usados em contato com materiais naturais ou com qualquer outro material geotécnico.

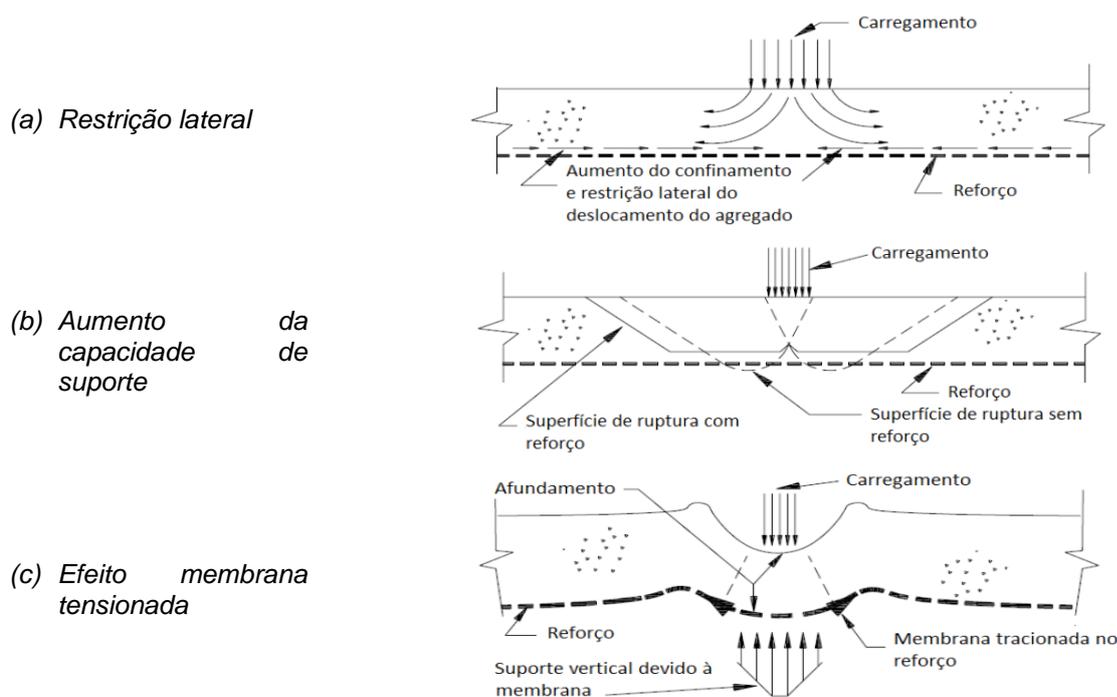
Os geossintéticos podem ser classificados pela natureza do polímero utilizado, pelo arranjo de fibras, pela tecnologia empregada ou por suas possíveis aplicações geotécnicas. Produtos específicos, como geotêxteis, geogrelhas, geocélulas, geomembranas, geocompostos, etc., têm sido progressivamente desenvolvidos para várias aplicações de engenharia geotécnica. A seguir, na Tabela 1, será apresentado os tipos de geossintéticos e suas principais funções:

Tabela 1. Tipos de geossintéticos e suas principais funções (Antunes, 2008)

| Tipo de Geossintético | Função característica | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|
| | Reforço | Separação | Drenagem | Filtração | Proteção | Barreira |
| Geotêxtil | X | X | X | | X | |
| Geotêxtil Não-tecido | X | X | X | X | X | |
| Geogrelha | X | | | | | |
| Georrede | | | X | | | |
| Geodrenos | | | X | X | | |
| Geomembranas | | X | | | | X |
| Geocélulas | X | | | | X | X |
| Geocompostos | X | | X | X | X | X |

Em relação ao reforço, os geossintéticos desempenham 3 efeitos distintos sobre o pavimento: restrição lateral, aumento da capacidade de suporte e efeito membrana tensionada. O efeito de restrição lateral impede o deslocamento horizontal do material granular, proporcionando maior confinamento e estabilidade. O aumento da capacidade de suporte diz respeito a redistribuição das tensões que o geossintético realizará, permitindo que o pavimento suporte cargas mais elevadas. Por fim, o efeito de membrana tensionada está ligado ao processo de que ao ser deformado sob carga aplicada, o geossintético atua como uma membrana esticada servindo como ajuda para transferir esforços para áreas adjacentes, reduzindo deformações verticais e melhorando a performance geral do sistema (Leonardo e Suraci, 2022; Correia e Neto, 2015; Giroud e Han, 2004; Perkins e Ismeik, 1997; Giroud e Noiray, 1981). Veja na Figura 1 os efeitos mencionados em forma de ilustração

Figura 1: Efeitos desempenhados sobre o pavimento com uso de geossintético (Leonardi e Suraci, 2022)



Neste trabalho, será apresentado os tipos de geossintéticos mais utilizados na engenharia rodoviária para retardar a reflexão de trincas e seus estudos relacionados: as geogrelhas e os geotêxteis (Antunes, 2008). As geogrelhas se diferem de acordo com as aberturas que cada uma possui, permitindo interação com o meio que estão inseridas. Já no grupo dos geotêxteis, existem os do tipo tecido e os do tipo não tecido, que diferem de acordo com o processo de fabricação.

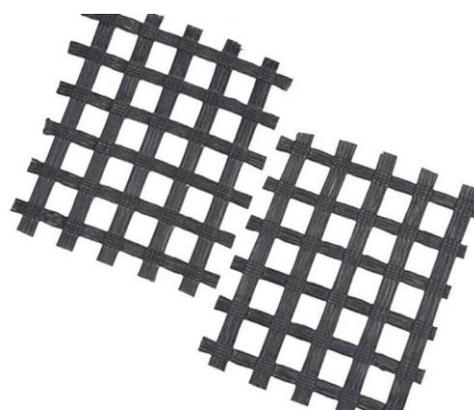
2.1. Geogrelha

A geogrelha (Figura 2) é um tipo de geossintético que possui um alto peso molecular e fios de alta tenacidade, possui dimensões estáveis e resistente à tração. Elas são comumente fabricadas de polipropileno, polietileno, poliéster e PVA, destacando aquelas compostas pelos dois primeiros com maior rigidez a flexão. Esse tipo de geossintético tem apresentado vantagens quando utilizado para reforço de pavimentos, uma vez que há uma redução de deformações elásticas e permanentes que ocorrem durante o uso do elemento, a partir do uso da geogrelha. Dessa forma, o uso desse material diminui a necessidade de manutenções (Correia e Neto, 2016). Veja na Figura 2 as geogrelhas usadas na pavimentação e o material isolado.

Figura 2: Geogrelha



a) Geogrelha usada na pavimentação



b) Geogrelha

A geogrelha, quando usada em sistemas de pavimentos rodoviários, pode desempenhar suas principais funções para três situações diferentes: (a) servir como ajuda em pavimentos sobre solos moles; (b) melhoria ou aumento da vida útil do pavimento; (c) redução de deformações permanentes (Antunes, 2008). Esse geossintético tem a capacidade de obtenção de compactação de agregados, ao mesmo tempo que reduz o montante de material requerido para ser reposicionado. Além disso, a geogrelha tem um aspecto diferencial de restringir o movimento lateral do solo granular, levando a ter uma menor deformação sob carga repetida (Banerjee *et al*, 2022). Dessa forma, tradicionalmente, as aplicações das geogrelhas são: estabilização mecânica do pavimento, reforço de agregados e reforço de camadas de concreto asfáltico.

2.2. Geotêxtil

Os geotêxteis são materiais flexíveis, permeáveis, e compostos por fibras têxteis ordenadas ou dispostas aleatoriamente. Os geotêxteis podem ter origem de tecidos e não tecidos. Os tecidos são feitos de monofilamentos, multifilamentos ou fios fibrilados, sendo fabricados pelo Sistema de tecelagem. Os geotêxteis não tecidos são produzidos com filamentos interligados de forma aleatória numa estrutura planar, por meio de processos mecânicos, químicos e/ou térmicos. Cabe salientar que o geotêxtil deve possuir propriedades específicas, como apresentar uma resistência à tração maior do que 7 kN/m, capacidade de retenção de ligante betuminoso maior do que 0,9 l/m² e ponto de amolecimento superior a 180 °C, para que então seja aplicável para reforços em pavimentos (DNIT, 2024).

Sua principal função para obras rodoviárias, é de separar a sub-base do subleito, resultando em uma estrada mais resistente, pois o geotêxtil fornece uma massa densa de fibras na interface das duas camadas. Além disso, vale ressaltar que sua estrutura colabora para o processo de

drenagem, sem que ocorra erosões, pois esse geossintético faz com que partículas de solo fiquem retidas e o fluido percole (Agrawal, 2011). Com o uso desse geossintético, a resistência à tração do solo é melhorada, pois os reforços oferecidos por materiais como este permitem que aterros e estradas sejam construídos sobre solos muito fracos. Veja na Figura 3 os geotêxteis usados na pavimentação e o material isolado.

Figura 3: Geotêxteis



(a) Geotêxtil na pavimentação

(b) Geotêxteis

A utilização de geotêxteis na pavimentação também possui grande vantagens quando se trata de recapamento, pois evita que haja a continuação de trincas do pavimento antigo até o novo, uma vez que as fibras do material irá redistribuir as tensões (Mendes e Souza, 2015).

3. ANÁLISE TEÓRICA

A metodologia aplicada neste trabalho foi de seleção de trabalhos que realizaram ensaios relacionados a aplicação de geossintéticos em pavimentos asfálticos, além de trazer os seus respectivos resultados. Para seleção desses, foi levado em consideração os seguintes itens: o método de ensaio (quantidade significativa de amostras, método amparado por normas técnicas, controle e execução dos processos); atualidade do artigo (foi dado preferência a artigos mais atuais e com uma maior gama de referências também atuais); efetividade do assunto (escolha de trabalhos que fariam sentido para compor esse artigo em questão).

Os estudos selecionados demonstram a importância na utilização de materiais geossintéticos em diferentes aplicações, e principalmente no setor da construção civil. Estes produtos são capazes de revolucionar e ampliar a gama de técnicas dentro de obras rodoviárias, e principalmente colaborar para resolução de rodovias já construídas, beneficiando toda a população.

Tabela 2: Estudos de casos de uso de geossintéticos no reforço de pavimentação

| Título | Geossintético | Referência | Objetivo | Método | Conclusões |
|--|---------------|-----------------------|--|--|--|
| Comportamento de Camadas de Agregado Reforçadas na Base com Geogrelhas | Geogrelha | Oliveira, G. M., 2023 | Analisar experimentalmente o comportamento de interface agregado-geogrelha em condições de carregamento axissimétrico, além de avaliar a influência dessa interação. | Foi realizado de ensaios triaxiais sob baixa pressão de confinamento em amostras de solo reforçadas com geogrelha, com o objetivo de analisar o comportamento da interface de uma estrada ou vias não pavimentadas | O estudo numérico ratificou que o aumento da rigidez da geogrelha não determina um comportamento mecânico muito melhor para diferentes níveis de deformação da interface. Além disso, as simulações numéricas mostraram uma boa correspondência com os ensaios, mas não para a extensão local prevista nas geogrelhas. |

| | | | | | |
|---|------------------|--|---|---|--|
| <p><i>A 3D-FE Model for the Rutting Prediction in Geogrid Reinforced Flexible Pavements</i></p> | <p>Geogrelha</p> | <p>Leonardi, G., Suraci, F. (2022)</p> | <p>Apresentar resultados de simulações de elementos finitos e o desenvolvimento de deformações permanentes em pavimento flexível, ambos submetidos a uma carga cíclica.</p> | <p>Foi feita análise comparativa de um trecho rodoviário com reforço e sem reforço de geogrelha por meio de um software 3D-FE, utilizando um modelo de plasticidade de Drucker-Prager e a lei de fluência</p> | <p>Os resultados encontrados foi de que a incorporação de geogrelhas de fibra de vidro melhora a resistência a deformações permanentes (rotação) e prolonga a vida útil do pavimento. O modelo 3D-FE desenvolvido apresentou-se eficaz na previsibilidade do pavimento, evidenciando a aplicabilidade efetiva da geogrelha como reforço de pavimentos.</p> |
| <p><i>A Novel Approach to the Design of Geogrelha-Reinforced Flexible Pavements</i></p> | <p>Geogrelha</p> | <p>Banerjee e S. et al, 2022</p> | <p>Analisar numericamente os efeitos do uso de geogrelha em pavimentos flexíveis, visando otimizar o desempenho e durabilidade dos pavimentos, por meio desse reforço geossintético</p> | <p>Foi realizada uma análise numérica de pavimentos flexíveis reforçados com geogrelha e não reforçados com diferentes valores de Índice de Suporte Califórnia (CBR) para cargas de subleito e tráfego, por meio do software PLAXIS 2D.</p> | <p>Este estudo introduziu um método de projeto de reforço com geogrelhas em pavimentos flexíveis que melhorou a sua vida útil em até 1,67 vezes mais em comparação aos pavimentos sem reforços. A espessura do pavimento também reduziu, e a deformação no subleito reduziu consideravelmente.</p> |
| <p><i>Performance of Geosynthetic Reinforced/Stabilized Paved Roads Built Over Soft Soil Under Cyclic Plate Loads</i></p> | <p>Geotêxtil</p> | <p>Abu-Farsakh et al. (2016)</p> | <p>Avaliar os benefícios de geogrelha e geotêxtil de alta resistência para reforçar camadas de base e subleito</p> | <p>Foram utilizados seis testes de carga de placa cíclica de laboratório em larga escala conduzidos para examinar os efeitos dos geossintéticos</p> | <p>Os resultados demonstraram que ambos os produtos geossintéticos melhoram significativamente o desempenho da seção do pavimento, relacionado a redução de deformações permanentes e extensão da vida útil. Além de resultar na redistribuição da carga aplicada para uma área maior, o que colabora para menos deformações acumuladas no subleito.</p> |
| <p><i>Performance of geotextile-reinforced bases for paved roads</i></p> | <p>Geotêxtil</p> | <p>Saghebfar et al (2016)</p> | <p>Produzir de uma base de dados sobre desempenhos de filtros geotêxteis sob diferentes condições de utilização.</p> | <p>Foi realizado testes de pavimentação acelerados e grande escala em seis seções de teste com bases reforçadas com vários tipos de geotêxteis tecidos. As seções foram</p> | <p>Por meio desse ensaio, foi observado que as camadas reforçadas foram significativamente mais resistentes que a camada sem reforço, confirmando a ideia de que se não houver um separador na interface da camada de base e do subleito, há uma perda no suporte do agregado, entretanto, medições na parte inferior da camada de</p> |

instrumentadas com pressões no topo do subleito e então era realizada a medição de tensão no geossintético. asfalto quente indicaram que a vida útil à fadiga não melhorou com o reforço do geotêxtil. Além disso, os testes mostraram que as seções de base reforçadas superam a seção de controle em termos de sulcos de pressão, além de reduzir a pressão no subleito

4. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Avaliar a viabilidade econômica em obras rodoviárias é essencial para garantir soluções duráveis, com menor custo de manutenção e melhor aproveitamento dos recursos investidos. Nesse contexto, soluções como o uso de geossintéticos se destacam por oferecerem benefícios técnicos expressivos com potencial de redução significativa nos custos totais do pavimento.

O uso de geossintéticos em obras rodoviárias apresenta dentre os mais diversos benefícios, a redução das camadas do pavimento. O método da AASHTO (1993) é muito conhecido para dimensionamento de pavimentos flexíveis, no qual utiliza parâmetros do Índice de Suporte Califórnia (ISC), isto é, verifica o quanto de pressão um solo suporta, por meio de um equipamento com pistão. Ademais, vale salientar que o método de AASHTO (1993) é aplicável a pavimentos que utilizam geossintéticos, porém adaptações são necessárias, aplicando-se, então, a taxa de benefício de tráfego – TBR.

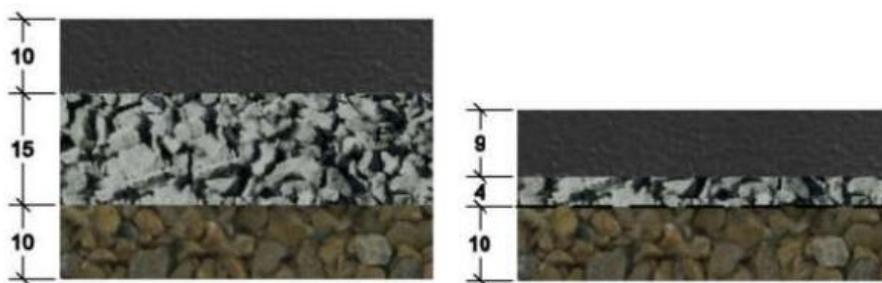
Lima (2017) realizou um estudo de viabilidade econômica do uso de geogrelha em pavimentos, a partir de um estudo de caso no município de Delmiro Gouveia-AL. Para esse trabalho, a autora descreveu os processos de dimensionamento dos pavimentos sem e com o uso de geogrelhas, sendo considerados alguns itens importantes, como a projeção geométrica do tráfego, cálculo do número “N”, parâmetro ISC, módulo de elasticidade dos materiais, e o período de projeto (10, 20, 30 e 40 anos). A partir disso, foi dimensionado as espessuras das camadas do pavimento sem o uso de geossintéticos de acordo com o período de projeto, e o mesmo para pavimento com geogrelha. Segundo o CNT (2017), a estimativa de vida útil de um pavimento é estimada entre 8 a 12 anos, considera-se, dessa maneira, que os custos encontrados por Lima (2017), com espessuras específica das camadas dos pavimentos, com e sem o uso de geogrelha, em um período de projeto de 10 anos, pode ser apresentado pela seguinte tabela:

Tabela 3: Custo total de trechos no município de Delmiro Gouveia – AL (adaptado de Lima, 2017)

| TIPO DE PAVIMENTO | CUSTO TOTAL |
|-----------------------------|------------------|
| Sem utilização de geogrelha | R\$ 6.912.013,47 |
| Com utilização de geogrelha | R\$ 5.419.620,40 |

No trabalho apresentado por Lima (2017) é possível comparar a diferença de espessuras das camadas dimensionadas para pavimentos que não utilizam a geogrelha como reforço, como pode ser visto na Figura 4 que apresenta a redução das espessuras nas camadas.

Figura 4: Espessura das camadas



(a) Camadas de pavimento convencional

(b) Camadas pavimento com geogrelha na base

Por esse motivo evidenciado, o custo de pavimentos reforçados com geossintético tende a ser menor que o convencional, uma vez que a quantidade de materiais será reduzida. Como apresentado pela Tabela 4, Lima (2017) realizou um orçamento desse tipo de construção inovadora, no qual foi reduzido 22% do valor de pavimentos sem geossintéticos.

Ainda relacionado a uma análise econômica, há um exemplo de destaque sobre a utilização de geogrelha como estratégia de reforço, e acima de tudo estratégia de economicidade da obra, a construção da Rodovia Iquitos – Nauta, no Peru. Segundo Centurión *et al* (s. d.), havia uma grande dificuldade em vias de acesso para empréstimo de materiais para realização da obra, levando aos materiais serem transportados por mais de 300 km em balsas, e posteriormente por caminhões basculantes. Logo, o custo do transporte aumentaria cerca de cinco vezes mais, preferindo dessa maneira, realizar o dimensionamento do pavimento com uso de geogrelha bidirecional rígida como reforço da base. Dessa forma, a espessura das camadas granulares do pavimento iria reduzir, chegando ao final da viabilidade econômica com uma economia de quase 2,5 milhões de reais (Centurión *et al*, s. d.).

Como pôde ser apresentado, o transporte de materiais de pavimentação, principalmente de massa asfáltica, é feito por caminhões basculantes. Dessa forma, a logística envolvida neste processo está relacionada a algumas variáveis: a quantidade de caminhões; quantidade de materiais necessários por um determinado período; a distância a ser percorrida; tempo gasto em manobras de basculantes; temperatura ideal para trabalhabilidade do material; além de mecanismos estratégicos na própria estrutura do caminhão para o transporte. A partir disso, cabe ressaltar que técnicas de inovação para construção de pavimentos fazem-se necessárias de acordo com cada situação em específico (Lima, 2003). Inere-se, portanto, que a utilização de materiais como geogrelhas e geotêxteis colaboram para redução do orçamento de obras rodoviárias e melhoria contínua dos processos.

5. CONCLUSÃO

Como apresentado, estruturas de pavimentação têm grande significância para todo sistema social do Brasil. Entretanto, a falta de manutenção de muitos desses elementos, além da construção inadequada de obras rodoviárias colaboram cada vez mais para degradação dessa ferramenta de transporte. Por isso, técnicas e estudos de melhoria devem ser realizados e muito bem aplicados, com um intuito de restaurar e construir pavimentos cada vez mais resistentes, com uma vida útil mais elevada, sem a necessidade de manutenções tão frequentes.

Dessa forma, o uso de geossintéticos na pavimentação, em especial geogrelhas e geotêxteis, tem se mostrado uma técnica de elevada eficácia na melhoria de capacidade, no aumento de vida útil, e até possibilidade de redução do consumo de materiais mais nobres, diminuindo o custo aplicado. Nesse sentido, o presente artigo realizou uma revisão literária de artigos mais atuais que tratam dos benefícios de aplicação desses materiais como reforço camadas adjacentes dos pavimentos. A partir de análises dos artigos selecionados, pode-se perceber a mínima frequência de geotêxteis em estudos relacionados. Considerando ainda a atualidade dos trabalhos, pode-se reiterar que esses produtos, especificamente os geotêxteis, estão com publicações com datas mais antigas. Geotêxteis têm sido amplamente promovidos para estruturas de pavimentos, mas apenas alguns experimentos em grande escala investigaram os efeitos do reforço geotêxtil no projeto do pavimento.

Além disso, vale ressaltar que por meio desse artigo foi realizado, também, uma análise de bialidade econômica do material, a qual apresentou resultados satisfatórios pelos casos apresentados. Pelos dados obtidos, ficou constatado que ao realizar um estudo econômico de uma obra de pavimentação, constata-se que o uso de geossintéticos como reforço do pavimento colabora para redução de custos construtivos.

Destarte, vale salientar que a ampla gama de aplicação e a economicidade dos materiais, torna os geossintéticos como produtos que necessitam de maior visibilidade no mercado da construção civil e principalmente, em obras de infraestrutura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e CNPq pelo fomento à pesquisa e às bolsas de pesquisa, e ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Goiás pelo suporte fornecido

REFERÊNCIAS

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials – Guide for design Pavement Structures. Washington, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 10722:2024 – Geossintéticos Parte 1 – Termos e Definições. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

Abu-farsakh M. Y.; Brown R. A.; Hong Y. Performance of geosynthetic reinforced/stabilized paved roads built over soft soil under cyclic plate loads. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, v. 142, n. 7, p. 04016020, 2016.

Agrawal B. J. Geotextile: it's application to engineering – overview. 2011. National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology. Department of Textile Chemistry, Faculty of Technology & Engineering, The Maharaja Sayajirao University of Baroda, Vadodara.

Antunes, L. G. S. de pavimentos rodoviários com geossintéticos. 2008. 158 f. (Mestrado em Engenharia) – de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília.

Banerjee S.; Srivastava M. V. K.; Manna B.; Shahu, J. T. A novel approach to the design of geogrid-reinforced flexible pavements. *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering*, v. 8, n. 1, p. 29, 2022.

Boletim Unificado – Março 2025. Boletins Técnicos CNT. CNT, SEST, SENAT, ITL, 2025.

Centurión C. A.; Marquina, M. R.; Vilela, A. A. Uso de geogrelhas para redução da espessura de pavimento e melhoramento de subleito em solos de baixa capacidade de suporte na rodovia Iquitos-Nauta. (s.d.)

Correia N. S.; Neto J. O. A. Aspectos gerais do uso de geossintéticos em reforços de pavimentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 18., 2016, Belo Horizonte.

Confederação Nacional de Transportes – CNT. Porque os pavimentos das rodovias do Brasil não duram? 2017. Disponível em <https://cnt.org.br/agencia-cnt/cnt-divulga-estudo-por-que-pavimento-rodovias-brasil-nao-duram-resultados>. Acesso em 10 de abril de 2025.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Tartamento anti-reflexão de trincas com geossintético. ET-DE-P00/043 B. 2024.

Giroud J. P.; Han J. *Design method for geogrid-reinforced unpaved roads. I. Development of design method. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, v. 130, p. 775–786, 2004.

Giroud J. P.; Noiray L. Geotextile-reinforced unpaved road design. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, v. 107, p. 1233–1254, 1981.

Leonardi G.; Suraci F. A 3D-FE model for the rutting prediction in geogrid reinforced flexible pavements. *Sustainability*, v. 14, p. 3695, 2022.

- Lima D. R. B. Viabilidade econômica do uso de geogrelha aplicada na pavimentação rodoviária: estudo de caso no município de Delmiro Gouveia – Alagoas. 2017. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2017.
- Lima R. X. D. Logística da Distribuição de Materiais em Pavimentação Rodoviária – Uma Modelagem em Programação Matemática. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE.
- Mendes D. S.; SOUZA, J. V. A do geotêxtil na pavimentação asfáltica. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Doctum de e Tecnologia, Caratinga, MG.
- Oliveira G. M. D. Comportamento de camadas de agregado reforçadas na base com geogrelhas. 2023. 276 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade da Interior, Covilhã.
- Perkins S.; Ismeik M. A synthesis and evaluation of geosynthetic-reinforced base layers in flexible pavements – part II. *Geosynthetics International*, v. 4, p. 605–621, 1997.
- PESQUISA CNT DE RODOVIAS 2024. Brasília: CNT; SEST SENAT; ITL, 2024.
- Saghebfar M.; Hossain M.; Lacina B. A. Performance of geotextile-reinforced bases for paved roads. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n. 2580, p. 27–33, 2016. DOI: 10.3141/2580-04.
- Teixeira S. H. C. Estudo da interação solo-geogrelha em testes de arrancamento e a sua aplicação na análise e dimensionamento de maciços reforçados. 2003. 214 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Vermatti, J. C. (Coord.). Manual brasileiro de geossintéticos. São Paulo: Blucher, 2025. 570 p.