

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS EM VIAS VICINAIS

Clarice da Silva Gava¹, Clevison da Silva Jardim¹, Heloísa Costa Rodex¹, Béverson Beltrame Reis²

¹Acadêmicos de Engenharia Civil - Multivix – São Mateus/ES

²Especialista – Docente Multivix – São Mateus-ES

RESUMO

O uso de estabilizantes ecológicos tem se tornado uma excelente alternativa para correção e melhora de propriedades importantes nos solos. Na engenharia, na construção civil e obras de terra em geral, é de suma importância que os solos que as sustentam sejam adequados, e que possuam propriedades físicas e mecânicas que atendam as solicitações. Entretanto, nem sempre o local dispõe de um solo bom, que pode ser aproveitado, nesses casos, existem alternativas para lidar com esses estorvos. É nesse ponto em que se avalia a possibilidade de melhorar o solo local para que o mesmo possa atender às exigências a qual será submetido. Os estudos foram realizados através de pesquisas em artigos científicos, trabalhos publicados, sites e livros disponíveis na biblioteca digital, e tem como objetivo alcançar respostas sobre quais estabilizantes existentes no mercado, como eles atuam no solo e quais resultados apresentam após sua aplicação. Apesar da escassez de informações e a falta de legislação pertinente ao uso desses produtos, seu uso tem se mostrado uma alternativa com custos menores, impactos ambientais inferiores se comparado a outros meios, uma solução rápida ao bater de frente com solos ruins, sejam para fundações, barragens, rodovias vicinais e outras obras de terra. Tendo em vista que o a evolução precisa acontecer de maneira harmônica entre o homem e o planeta, e as soluções dos problemas que sucedem devem ser benéficas para ambos.

Palavras-chave: estabilizantes; oxnix; dynabase.

ABSTRACT

The use of ecological stabilizers has become an excellent alternative to correct and improve important soil properties. In engineering, civil construction and earthworks in general, it is extremely important that the soils that support them are adequate, and that they have physical and mechanical properties that meet the requirements. However, the place does not always have good soil, which can be used, in these cases, there are alternatives to deal with these obstacles. It is at this point that the possibility of improving the local soil is evaluated so that it can meet the requirements to which it will be submitted. The studies were carried out through research in scientific articles, published works, websites and books available in the digital library, and aim to reach answers about which stabilizers exist on the market, how they act in the soil and what results they present after their application. Despite the lack of information and the lack of legislation pertaining to the use of these products, their use has been shown to be an alternative with lower costs, lower environmental impacts compared to other means, a quick solution when facing bad soils, whether for foundations, dams, local roads and other earth works. Considering that the evolution needs to happen in a harmonious way between man and the planet, the solutions to the problems that follow must be beneficial for both.

Keywords: stabilizers; oxnix; dynabase.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início dos tempos, entende-se a necessidade que a busca pela evolução do ser humano fez com que fosse preciso mudar, inovar e se adaptar a novos modos de viver e conviver com os problemas surgentes. Sempre foi necessário mudar, sejam as

técnicas de construção civil, ou no campo na agricultura e pecuária. E o que elas têm em comum? A necessidade de conhecer, estudar e cuidar dos solos.

Na engenharia civil, o solo é de suma importância, pois é onde tudo começa. Rodovias, prédios, pontes e barragens, todos têm seu início no solo. O conhecimento a respeito dos solos auxilia nas etapas da construção civil onde ocorrem movimentações de terra, compactações de solos e preparos dos subleitos e camadas das pavimentações de rodovias entre outros. Não apenas conhecer e analisar os solos, mas se faz necessário a busca por métodos de melhorá-los, a fim de buscar alternativas viáveis socioeconômicas para realização dessas etapas. Portanto, não se pode deixar de enfatizar que uma questão importante na evolução que é o desenvolvimento sustentável, evoluir de maneira que seja sempre mantida uma boa relação do homem com o meio ambiente.

Assim, o estudo da aplicação de estabilizantes químicos nos solos para melhora de suas propriedades mecânicas, tornando-os mais resistentes a cargas e tensões, mais compactos e impermeáveis se torna uma alternativa bastante viável

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A estabilização de solos consiste em melhorar e estabilizar algumas propriedades dos solos, alterando e melhorando, dessa forma, resistência, permeabilidade e deformabilidade (CARVALHO, 2016). Atualmente existem diversos tipos de estabilizantes para os solos. Antes de abordar quais os tipos de estabilização é importante apresentar um breve estudo sobre os solos.

2.1 FORMAÇÃO DOS SOLOS

De acordo com Araguaia (2021), a formação dos solos se dá através da ação do intemperismo nas rochas. Suas propriedades físicas são determinadas de acordo com sua composição química, tamanho e formato dos grãos. Além disso, essas características definem de qual tipo de rocha o solo deriva. Para um bom entendimento sobre os solos, é necessário ter conhecimento sobre os tipos de rochas existentes na crosta terrestre, assim como sua composição mineral. Elas podem ser divididas em três tipos principais: rochas ígneas, rochas sedimentares e rochas metamórficas.

As rochas ígneas são aquelas formadas da solidificação decorrente do resfriamento do magma expelido do manto terrestre através das erupções. Na

decorrência desse fenômeno ainda abaixo da superfície são geradas as rochas intrusivas ou plutônicas. A erosão dos materiais que cobrem essas rochas ao longo do tempo pode deixá-las expostas na superfície.

As intempéries e erosão nas rochas geram sedimentos que podem ser transportados e, através da compactação, cristalização e sedimentação, dão origem às rochas sedimentares. As rochas sedimentares possuem resistência mecânica relativamente baixa e podem formar camadas com quilômetros de espessura (BARBOSA, 2021). Alguns exemplos dessas rochas bastante conhecidas no Brasil são as que formam a Chapada Diamantina (BA) e morros de Vila Velha (PR). Outro exemplo muito conhecido é o Gran Canyon, localizado no Colorado, EUA (BRANCO, 2015).

As rochas metamórficas são formadas através da ação do metamorfismo em outras rochas (ígneas, sedimentares e metamórficas). A alteração de pressão e temperaturas pode gerar desde pequenas deformações físicas a mudanças em sua composição mineralógica (BARBOSA, 2021).

2.2 ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS

A estabilização de um solo nada mais é do que um aprimoramento das propriedades do solo para que ele possa atender às exigências às quais serão submetidos. Ela se faz necessária quando há um estudo e análise prévia sobre um solo, onde se conclui que o mesmo possui propriedades físico-mecânicas que não atendem às exigências mínimas que lhe serão solicitadas. Para lidar com esse problema pode ser realizada a substituição do solo ruim, o que gera mais custos e uma maior emissão de poluentes, o que torna a estabilização uma alternativa muito mais viável. A estabilização de um solo representa qualquer modificação artificial introduzida no seu comportamento com a finalidade de possibilitar o seu emprego em obras de engenharia, adquirindo o processo um caráter quantitativo por meio de parâmetros inerentes a determinados critérios de projeto, como a resistência ao cisalhamento, deformação sob a ação de cargas, absorção de umidade, dentre outros (FURNALETTO, CARLOS, 2020).

Para Vargas (1981), o solo é estável quando há uma resistência, mesmo não sendo esta a maior que o solo possa oferecer, que se mantém permanente ao longo do tempo, independente das estações do ano e das condições de resistência e compressibilidade tornando-o pronto para o uso imediato. Sendo assim, existem vários tipos de métodos estabilizadores adequados para cada tipo de solo.

2.3 ESTABILIZAÇÃO MECÂNICA

Para uma melhor compreensão da estabilização mecânica e preciso antes conhecer o solo. O solo é composto por sólidos, água e ar (presentes entre as partículas do solo). “O solo é um material constituído por um conjunto de partículas sólidas, deixando entre si vazios que poderão estar parcial ou totalmente preenchidos pela água.”, de acordo com Pinto e Negreiros (2015). Estes autores informam que são estabelecidas também, algumas classificações para a água contidas nos solos, sendo:

- água de constituição – é a que faz parte da estrutura molecular da partícula sólida;
- água adesiva ou adsorvida – é aquela película de água que envolve e adere fortemente à partícula sólida, e à qual já nos referimos;
- água livre – é a que se encontra em uma determinada zona do terreno, enchendo todos os seus vazios; seu estudo rege-se pelas leis da Hidráulica;
- água higroscópica – é a que ainda se encontra em um solo seco ao ar livre;
- água capilar – é aquela que nos solos de grãos finos sobe pelos interstícios capilares deixados pelas partículas sólidas, além da superfície livre da...”

Dentre estas supracitadas, algumas podem ser totalmente evaporadas através do efeito do calor, a uma temperatura acima de 100 graus Celsius, sendo elas: águas livres, capilares e hidroscópicas (PINTO, NEGREIROS, 2015). A estabilização mecânica consiste em alterar as proporções de sólido, líquido e gás do solo, podendo ser feito através de compactação ou alteração granulométrica (FURNELATTO, 2015).

2.4 ESTABILIZAÇÃO QUÍMICA

Na estabilização química, são adicionados estabilizadores ao solo que o alteram através de reações químicas. Segundo Furlanetto (2020), os materiais mais comuns adicionados aos solos para realizar sua estabilização são o cimento, cal, betume, pozolana, dentre outros. Para realização deste tipo de estabilização são necessários estudos e análises realizadas em laboratório, a fim de encontrar proporções adequadas para alcançar o nível ideal de resistência e permeabilidade.

Cada solo deve ser analisado para a escolha de qual método necessário para corrigi-lo. Assim como os aspectos econômicos e técnicos estão diretamente ligados à maneira como serão realizadas as correções devidas no solo (FURNELATTO, 2015).

Algumas vantagens e fatores positivos apresentados por este tipo de estabilização seguem abaixo, segundo Ecolopavi® (2018, apud OLIVEIRA HUSS):

- os custos, normalmente, mostram-se reduzidos, mesmo no caso de jazidas grandes distâncias;
- facilidade e rapidez na execução de obras de terra, além da redução com despesas de transporte pelo uso de material do próprio local da obra;
- o solo pode ser remanejado em qualquer tempo, porquanto não perde suas características adquiridas;
- os equipamentos usados são os mesmos utilizados para os habituais trabalhos de terraplenagem ou para conservação de estradas, como: moto niveladoras, grades-de-discos, caminhões-pipa, tratores agrícolas, e rolos pé-de-carneiro;
- o custo de conservação é mínimo;
- os solos adquirem grande trabalhabilidade, tornando-se facilmente compactáveis;
- verificam-se redução da absorção de água, ascensão capilar, poder de sucção e expansibilidade;
- a presença de produtos químicos minimiza a agressão ao meio ambiente, por tornar desnecessária a exploração de jazidas de materiais naturais (estabilização granulométrica);
- aumenta a vida útil das camadas de um pavimento, sejam elas revestidas ou não, logo proporciona melhoria e conforto ao tráfego porque inibe o aparecimento de defeitos (patologias);
- garante uma maior proteção das camadas aos fatores climáticos, como geada e umidade excessiva;
- rapidez na execução, ou seja, da ordem de 1.600 a 2.000 m² de produção por dia.

Dessa forma é notório que existem inúmeras vantagens na estabilização do solo, não apenas técnicas, mas econômicas. Conhecendo seus tipos e como atuam no solo, se faz necessário pesquisar e conhecer os estabilizantes disponíveis no mercado brasileiro.

2.5 ESTABILIZANTES ECOLÓGICOS

Sua aplicação ocorre no solo local sem necessidade de transporte de outros agregados ou materiais para ser misturado ao solo. Dessa forma otimiza o trabalho a ser realizado tornando-o mais prático e eficaz. A vista disso, o custo para aplicação de estabilizantes ecológicos no solo é inferior a outros métodos de solução para pavimentação, segundo Carvalho (2016). Uma solução para correção e manutenção de rodovias vicinais entre os municípios e a zona rural. É comum essas rodovias apresentarem graves problemas decorrentes da ação do tempo e clima incidentes na região dificultando o tráfego. A utilização destes estabilizantes se mostra uma alternativa para sanar esse tipo de estorvo, pois o solo estabilizado apresenta melhoras para o

tráfego, além de possuir baixos custos econômicos, ambientais e sociais (CARVALHO, 2016).

2.6 ESTABILIZANTE QUÍMICO OXNIX

Em um estudo feito por Carvalho (2016) referente à aplicação do estabilizante OXNIX em estradas parques do Jalapão/TO, podem-se obter muitas informações sobre atuação deste produto no solo. No site da fabricante estão disponíveis as informações sobre o produto, que seguem abaixo:

O estabilizador de solos testado neste trabalho, Oxnix®, vem sendo utilizado a cerca de 30 anos, é fabricado por Copra Indústria, Comércio e Serviços Ltda, e representado pela empresa Brasileira Euromerko.

O estabilizante é de origem brasileira e foi desenvolvido pela empresa supracitada, é um aditivo de origem orgânica que impermeabiliza o solo, tornando-o estável e dando-lhe capacidade de suporte ao tráfego permanente, por tempo indeterminado.

O produto é um composto químico que através de seu processo altera as características físico químicas das matérias primas: Óleos Láuricos e resinas vegetais. A exemplo do que ocorre na natureza onde certos insetos e pássaros produzem um composto digestivo capaz de dar dureza e impermeabilidade a massa

32de argila, o produto tem este efeito de colágeno ligando os micro grãos de argila entre si o que resulta num composto extremamente resistente e impermeável.

É um aglutinante que atua sobre as partículas finas do solo, aumentando a sua capacidade de suporte para absorver cargas de tráfego, reduzindo sua expansão e sucção, dispensando a pedra e outros agregados no processo de pavimentação.

O Oxnix® é um composto organometálico alcalino proveniente de hidrocarboneto saturado de cadeia média, proporcionado na forma de pó de cor branco-amarelada, solúvel em água e de caráter não iônico.

O Oxnix® é incorporado ao solo com um dos reagentes recomendados para cada tipo de solo: sulfato de alumínio ou hidróxido de cálcio. A impermeabilização é obtida pela absorção do aditivo por parte das partículas argilosas do solo (que retém íons de alumínio ou de cálcio), produzindo mudanças na atividade superficial dessas partículas.

O mais importante é a sua capacidade de criar formações na massa do solo, que tendem a reduzir a capilaridade. Essas formações, no caso do uso de sulfato de alumínio, são um gel insolúvel. No caso de hidróxido de cálcio, silicatos e aluminatos de cálcio hidratados estáveis, possuem o poder de cimentação das partículas, que preenchem os micrósporos da massa de solo. Com isto, o solo fica impermeabilizado e estabilizado na presença de água. Esta formação dificulta a capacidade de sucção, de modo que, para aumentos de umidade até uma eventual saturação, os solos tratados com Oxnix® passam a perder proporcionalmente menos resistência em relação aos que não foram tratados.

(CARVALHO, 2016, s.p.)

É possível encontrar todas essas informações acessando o site da fabricante, assim como todas as informações, sua história, instruções para aplicação do produto, rendimento do mesmo, além de indicações para uso.

Seguem algumas informações sobre o Oxnix® retirados do site:

OXNIX Estabilizante químico de solos:

OXNIX é um aditivo químico de origem orgânica que impermeabiliza o solo, tornando-o estável e dando-lhe capacidade de suporte ao tráfego permanente. Atuando sobre as partículas finas do solo, OXNIX aumenta sua capacidade de suporte para absorver cargas do tráfego, reduz sua expansão e sucção, dispensando a pedra e outros agregados no processo de pavimentação. Essas características, aliadas à facilidade de aplicação e ao baixo custo, fazem do OXNIX o estabilizante de solos ideal para base, sub-base e reforço de subleito de rodovias, ruas, avenidas, aeroportos, pátios de descarga e etc. É o resultado da mais avançada tecnologia em estabilizantes químicos de solo, oferecendo eficiência, praticidade e economia. OXNIX é um composto orgânico-metalúrgico alcalino derivado de hidrocarboneto saturado de cadeia média, apresentado na forma de pó, solúvel em água e de caráter não iônico. Um saco de OXNIX rende até 500m² de aplicação.

O OXNIX é ideal para aplicação em:

- Base e sub-base para rodovias de tráfego pesado, aeroportos e ferrovias.
 - Preparação de bases de pátios em geral;
 - Solução econômica para estradas vicinais, rurais, arruamentos de condomínios e loteamentos.
- (OXNIX, 2021)

O fabricante traz instruções e especificações quanto à aplicação do produto. O produto deve ser misturado na água em quantidades recomendadas para as dimensões da obra, após diluído diretamente no caminhão pipa, deve ser aplicado no solo a ser estabilizado. Seu rendimento especificado é de aproximadamente 500 metros quadrados para um saco com 20 kg de OXNIX.

2.7 ESTABILIZANTE QUÍMICO DYNABASE

Além do Oxnix, anteriormente citado, pode-se encontrar disponível no mercado o estabilizante DYNABASE. O site da fabricante traz informações quanto à sua composição, distribuição no solo, incorporação ao solo, umidade e como devem ser realizadas as etapas da aplicação.

Conheça o **Estabilizante Sólido DYNABASE!**

PRODUTO

O estabilizante DYNABASE é um produto com característica física sólida, coloração acinzentada, que na sua forma mais econômica, à granel, permite ser depositado a céu aberto por longo período, sem que ocorra qualquer alteração na sua qualidade e eficácia. É um produto que pode ser manuseado sem qualquer agressão ao ser humano e ao meio ambiente

ENSAIO DO SOLO

É recomendável que a aplicação do DYNABASE seja sempre precedida de ensaio em laboratório para caracterização do solo a ser utilizado na camada tratada. Esse procedimento é necessário, tendo em vista a importância em determinar o volume correto de produto a ser utilizado em cada obra.

DISTRIBUIÇÃO

A distribuição do DYNABASE pode ser executada de forma mecânica ou manual. O importante é que a cobertura seja feita de forma homogênea. O produto, após a distribuição, estando incorporado ao solo, permite que a obra seja temporariamente paralisada no caso de problemas técnicos ou mesmo na ocorrência de chuvas, não provocando nenhuma reação antes da compactação da área trabalhada.

INCORPORAÇÃO

A incorporação do DYNABASE ao solo é muito simples, podendo ser feita através de grade niveladora agrícola, pulverizadora, enxada rotativa ou diretamente na jazida. Quanto mais homogênea for a incorporação, melhor resultado prático será obtido na aglutinação das partículas finas do solo.

UMIDADE

É recomendável absoluto rigor na umidade final do solo tratado. É preciso que o material trabalhado esteja na umidade ótima em toda a extensão do trecho em execução.

COMPACTAÇÃO

A compactação deverá ser efetuada com equipamentos de dimensões, forma e peso dentro dos padrões necessários a cada tipo de solo utilizado, mantendo-se como parâmetro os resultados prévios obtidos em laboratório.

A operação de compactação deverá começar nas bordas e progredir longitudinalmente para o centro nos trechos em tangente e da borda interna para a externa nos trechos em curva.

ACABAMENTO DA BASE

O acabamento final será executado pela motoniveladora e rolo pneumático, cortando e selando a superfície de forma a não permitir material solto nem pequenos aterros que resultariam em formação de lamelas. É recomendável executar a operação na umidade adequada, permitindo a realização de um corte espelhado e ideal para imprimação, quando for o caso. É importante salientar que o solo tratado com o estabilizante sólido **DYNABASE** proporciona condições de resistência ao tempo, mesmo com a incidência de chuva ocasional. Assim, oferece grande vantagem sobre as camadas tratadas com outros agregados como brita, cascalho, seixo rolado e outros, em que a camada tratada sofre infiltração e desagregação com a presença da água. (DYNABASE, 2021).

2.8.1 Pavimento rodoviário

Na NBR – 7207/82, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), é possível encontrar a seguinte definição para pavimento:

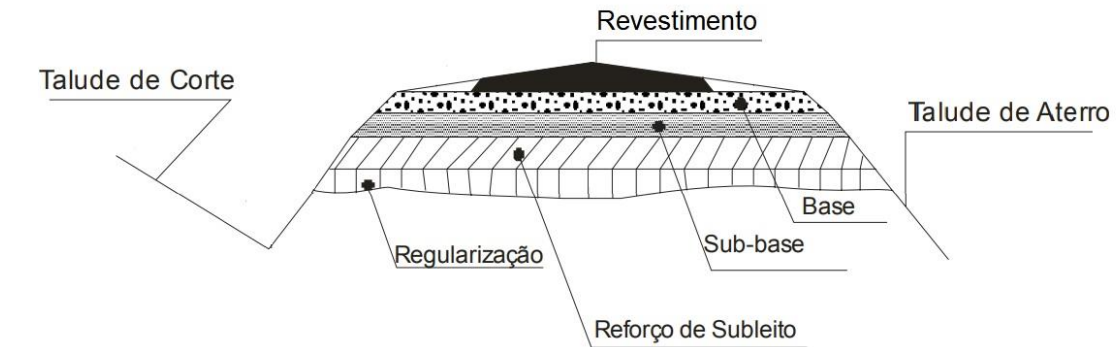
O pavimento é uma estrutura construída após a terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto a resistir aos esforços horizontais que nela atuam, assim tornando mais durável à superfície de rolamento, melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança, resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego.

É importante compreender que o pavimento de uma rodovia é composto por um conjunto de camadas com espessuras finitas, onde cada camada possui materiais de diferentes resistências e deformabilidades de acordo com o nível em que se encontra,

como mostra o manual de pavimentação – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT, 2006).

A Figura 1 abaixo mostra as camadas do pavimento:

Figura 1 - Camadas do pavimento



Fonte: Dandara (2019)

O pavimento é classificado, de uma forma geral, em flexível, semi-rígido e rígido (DNIT, 2006):

Flexível: aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Exemplo típico: pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica.

Semi-Rígido: caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.

Rígido: aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Exemplo típico: pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland.

2.8.2 Vias Vicinais

É comum vias vicinais serem associadas a estradas de terra, ou até mesmo vias rurais sem importância. O termo “vicinal” vem do latim *Vicinalis*, que significa: “Aquela que faz ligação entre dois lugares, localidades ou povoações próximas”, ou seja, esse termo pode ser associado a uma via (que pode ou não possuir revestimento asfáltico) que liga dois pontos vizinhos, que tem bem definido uma origem e destino. Tais vias sofrem com as ações do clima ao longo do tempo, sejam períodos muito secos ou de extremas precipitações pluviais, dessa forma, a trafegabilidade da via quase sempre se encontra prejudicada, interferindo diretamente no seu uso, como no escoamento do

setor agropecuário, além de dificultar a mobilidade da população dependente da mesma. (ALMEIDA, 2019).

As Figuras 2 e 3 apresentam as condições das vias vicinais do campo em período chuvoso e seco:

Figura 2 - Vias vicinais em péssimas condições em períodos chuvosos



Fonte: (ALMEIDA, 2020)

Figura 3 - Vias vicinais em péssimas condições em períodos de seca



Fonte: (ALMEIDA, 2020).

A vista disso, é notável a necessidade de encontrar meios para solucionar tais situações. Dessa forma, a utilização de estabilizantes como solução para esses

problemas se torna uma alternativa técnica e econômica, assim como estudos práticos que comprovem seus resultados prometidos pela fabricante.

3 METODOLOGIA

O objetivo do estudo em questão é a análise de viabilidade técnica e econômica da aplicação de estabilizantes químicos em vias vicinais com o intuito de melhorar suas propriedades físico-mecânicas para que possam propiciar um melhor tráfego independentemente do clima da região, ou das estações do ano, já que essas estradas sofrem bastante com esses agentes naturais.

Foram realizadas pesquisas à respeito dos estabilizantes químicos disponíveis no mercado a partir de artigos e trabalhos publicados, como o da acadêmica Luana Carvalho, que tem como tema “Estudo da Viabilidade e uso dos estabilizantes de solo Oxnix na construção de estradas parques no Jalapão”, que tem como objeto de estudo o estabilizante Oxnix, assim como também pesquisas no site do fabricante. Além deste, outro artigo estudado foi o do acadêmico Gustavo Cypriano, com o tema “Estabilização de um solo argiloso com aditivo Dynabase para fins rodoviários”, que por sua vez, traz um estudo com o estabilizante Dynabase.

Os trabalhos e artigos estudados apresentam dados e resultados obtidos com ensaios com amostras de solos com a mistura com os estabilizantes, tanto o Oxnix como o Dynabase, possibilitando uma análise e comparação dos resultados alcançados com os parâmetros mínimos exigidos para camadas do pavimento exigidas pelo DNIT.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O manual de pavimentação de 2006 do DNIT define como parâmetros mínimos para a camada de subleito no Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CRB – California Bearing Ratio), assim também como nos limites de expansão, como mostram as tabelas abaixo:

Tabela 1 - Limites de ISC e Expansão para camadas do pavimento

Camada do Pavimento	ISC	Expansão
Subleito	≥2%	≤2%
Reforço do Subleito	maior que o ISC do subleito	≤1%
Sub-base	≥20%	≤1%
Base	≥80%	≤0,5%

Fonte: (DNIT, 2006).

Comparando os resultados obtidos e apresentados por Carvalho (2016) quanto ao estabilizante Oxnix (Tabela 2):

Tabela 2 - Resultados dos ensaios de ISC e Expansão (Oxnix)

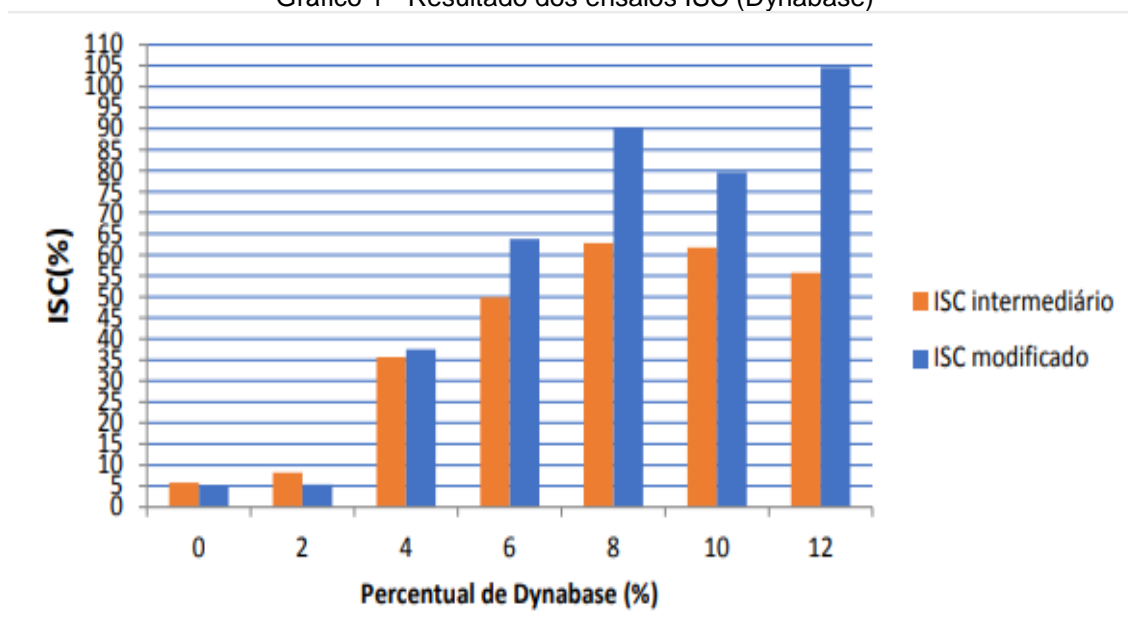
Característica	AM 1 (7%)	AM 2 (8%)	AM 3 (7%)	MÉDIA
ISC (%)	13,20	16,40	7,20	12,27
EXPANSÃO (%)	0,07	0,02	0,01	0,033

Fonte: (CARVALHO, 2016).

Nos dados mostrados anteriormente, o estabilizante Oxnix apresentou resultados médios de ISC = 12,27% e expansão = 0,033%, ambos se encontram dentro dos parâmetros estabelecidos pelo DNIT, além de apresentar melhoras quanto ao ganho de resistência se comparado com o solo sem o produto.

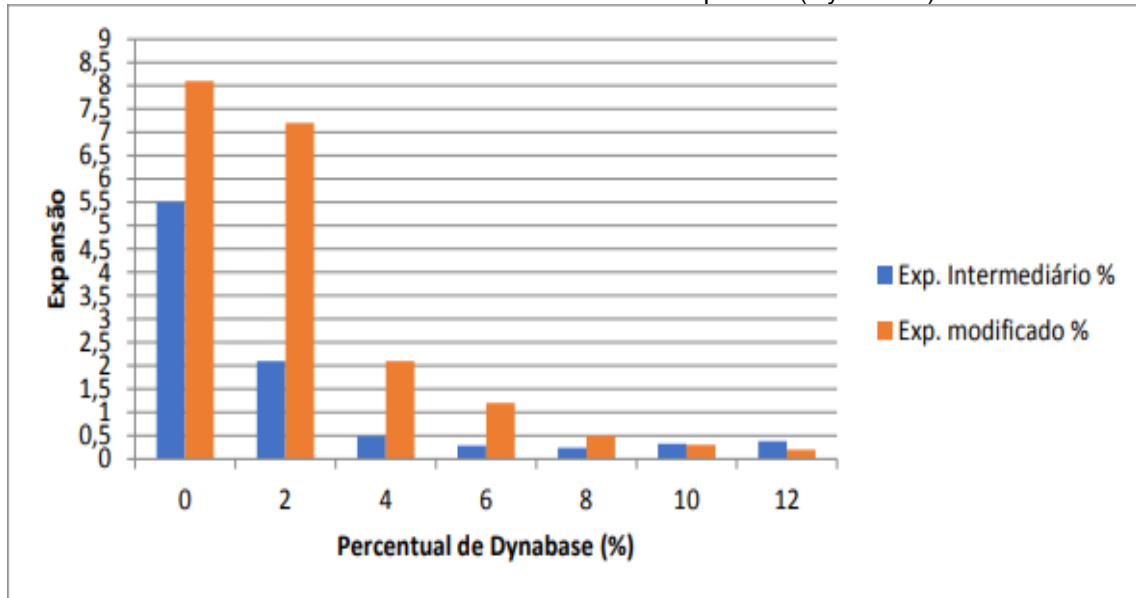
Resultados alcançados por Cypriano (2019) com o estabilizante Dynabase, são apresentados nos Gráficos 1 e 2:

Gráfico 1 - Resultado dos ensaios ISC (Dynabase)



Fonte: (CYPRIANO, 2019).

Gráfico 2 - Resultados dos ensaios de Expansão (Dynabase)



Fonte: (CYPRIANO, 2019).

Dessa forma, ambos estabilizantes estudados e analisados obtiveram resultados satisfatórios quanto ao ganho de resistência, assim como o atendimento aos limites estabelecidos pelo DNIT para a camada de subleito.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que diz respeito ao uso de estabilizantes químicos ecológicos com a finalidade de melhorar alguns atributos do solo, tornando-o mais apropriado para uso. São escassas as informações a respeito, são poucos os estudos que comprovem, na prática, os resultados apresentados após sua aplicação, além de não existir legislação específica pertinente.

Apesar disso, mesmo com uma escassez de estudos, o uso desse tipo de produto tem se mostrado uma excelente alternativa com custos baixos, se mostrando mais sustentável por não agredir o meio ambiente e diminuir a poluição gerada em movimentações de terras em taludes. Ademais, com o uso de estabilizantes visando o proveito do solo local, são reduzidas as explorações em jazidas e outros recursos não renováveis. Tendo em vista que os problemas decorrentes necessitam de soluções sustentáveis, e que apresentem os menores custos econômicos, sociais e ambientais.

É possível observar que a estabilização dos solos analisados por Carvalho (2016) e Cypriano (2019) se mostrou satisfatória, gerando um material mais resistente e durável

que o solo natural, se tornando uma excelente alternativa para recuperação e melhora de vias vicinais.

É importante frisar que os resultados obtidos nos solos analisados não refletem de maneira linear e igual para todos os solos, sendo necessários análises e estudos para cada tipo de solo, a fim de obter resultados consistentes e válidos. Dessa forma, sugere-se que sejam realizados estudos com amostras antes da incorporação de estabilizantes e/ou outros aditivos ao solo.

6 REFERÊNCIAS

ARAGUAIA, Mariana. **Constituição do Solo**. Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/constuicao-solo.htm>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

BARBOSA, Elson. Educamaisbrasil. **Tipos de rochas**. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/geografia/tipos-de-rochas>. Acesso em: 19 ago. 2021.

BRANCO, Percio Moraes Branco. **Os solos**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Os-Solos-2620.html>. Julho, 2015. Acesso em: 19 set. 2021.

_____. **Rochas**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Canal-Escola/Rochas-1107.html>>. Julho, 2015. Acesso em: 19 set. 2021.

CARVALHO, Luana Caroline. **Estudo da viabilidade e uso dos estabilizantes de solo Oxnix na construção de estradas parques no Jalapão**. Centro Luterano de Palmas, Tocantins, 2016. Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwilkbaX-P7vAhWDdd8KHQO8AagQFjAFegQIBxAD&url=https%3A%2F%2Ffulbrato.br%2Fbibliotecadigital%2Fuploads%2Fdocument5d1ce9ea09004.pdf&usg=AOvVaw1UhVknPuodeyYYP66cIMCr>>. Acesso em: 15 mar.2021.

CYPRIANO, Gustavo Leal. **Estabilização de um solo argiloso com aditivo Dynabase para fins rodoviários**. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/7133/1/GustavoLealCypriano.pdf>>. Acesso em: 10 Abr. 2021.

DAS, B.M.; SOBHAN, K. **Fundamentos de engenharia geotécnica**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2019. 9788522128280. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522128280/>. Acesso em: 10 set. 2021.

DYNABASE. **DYNABAE estabilizante de solo**. Disponível em: <<https://www.dynabase.com.br/produto>>. Acesso em: 5 mar. 2021.

FURNALETTO, Pedro Carlos. **Estabilização do solo**: O que é e qual sua importância? Disponível em: <<https://neoipsum.com.br/estabilizacao-do-solo/>>. Agosto, 2020. Acesso em: 5 mar. 2021.

HENRIQUE, P. J. **Geologia Geral**. 7ª edição. São Paulo: Grupo GEN, 2017. 9788521634317. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521634317/>. Acesso em: 10 set. 2021.

HUSS, Fabio de Oliveira. **Estabilização química de solos para fins rodoviários**. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6927>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

OXNIX. **OXNIX estabilizante químico de solos**. Disponível em: <<https://www.oxnix.com.br>>. Acesso em: 05 mar. 2021.

PENA, Rodolfo F. Alves. "Tipos de erosão"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/tipos-erosao.htm>. Acesso em abril de 2021.

PINTO, C.H.; NEGREIROS, C.A.; A., R.J.M.D. **Mecânica dos Solos e suas Aplicações**: Fundamentos. Vol. 1, 7ª edição. São Paulo: Grupo GEN, 2015. 978-85-216-3005-0. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-3005-0/>. Acesso em: 05 maio 2021.

RAMIRO, Juliana. **Tipos de solos**: saiba quais são e os tipos existentes no Brasil. Boas Práticas Agrônomicas. Disponível em: <<https://boaspraticasagronicas.com.br/artigos/tipos-de-solo/>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

TOLEDO, Maria Cristina Motta. **Universidade de São Paulo**: intemperismo e pedogênese. Disponível em: <http://eaulas.usp.br/portal/video.action;jsessionid=C6402C91427129EE4AAFC926DA293ED2?idItem=398>. Acesso em: 05 mar. 2021.