

Reúso de Material Fresado na Pavimentação - Estudo de Caso da BR-153 na Região Sul do Tocantins

Kárita Christina Soares Kanaïama Alves
PEBTT, IFTO, Gurupi, Brasil, karita.alves@ifto.edu.br

Gerson da Silva Pereira
Engenheiro Civil, IFTO, Gurupi, Brasil, gerson.pereira@estudante.ifto.edu.br

Rannyere Rocha Alves
Estudante de Engenharia Civil, IFTO, Gurupi, Brasil, rannyere.alves@estudante.ifto.edu.br

Cleber Decarli de Assis
PEBTT, IFTO, Gurupi, Brasil, cleber@ifto.edu.br

Lucas de Aguiar Dal Molin
Técnico em edificações, IFTO, Gurupi, Brasil, lucas.aguiar@ifto.edu.br

RESUMO: Pela sua natureza, as obras rodoviárias consomem um volume expressivo de materiais naturais. Nas misturas asfálticas, os agregados representam cerca de 95% do peso total, além do consumo nas camadas granulares. Segundo a Confederação Nacional do Transporte, em 2022, cerca de 67,5% dos 111.502 km de rodovias avaliados apresentaram condição ruim, regular ou péssima. No Tocantins, apenas 27,8% da malha foi considerada boa ou ótima, sendo que a única extensão em ótimas condições encontra-se no trecho concessionado (CNT, 2023). O consórcio ECO 153 assumiu a privatização da rodovia BR-153, entre Anápolis - GO e Aliança do Tocantins – TO, o que resultou na melhoria das condições de tráfego na via. Para tanto, foram realizadas extensas obras de restauração no pavimento flexível, gerando milhares de toneladas de material fresado, que atualmente estão depositadas em pilhas ao longo da rodovia. Considerando que a região tem previsão de receber novas obras de pavimentação e que o uso de resíduos de construção civil colabora com a redução de custos e do impacto ambiental, este trabalho tem como objetivo avaliar se o material fresado proveniente das obras de restauração pode ser reutilizado em camadas granulares de novos pavimentos. Para tanto, foram feitas coletas de material em três pontos de depósitos, nas cidades de Gurupi, Cariri e Figueirópolis, no Tocantins. Após a preparação, foram realizados os ensaios de análise granulométrica por peneiramento, de determinação da absorção e da massa específica. Também foram realizados os ensaios de compactação e CBR, na energia intermediária. O programa experimental seguiu os procedimentos das respectivas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Os resultados dos ensaios foram avaliados conforme a NBR 15115 (ABNT, 2004) que estabelece os requisitos para uso de agregados reciclados na pavimentação. Os resultados mostraram que a absorção dos materiais variou de 2,49% a 3,41% e a massa específica variou de 2,441 g/cm³ a 2,509 g/cm³. Em relação à análise granulométrica, apenas as amostras de Cariri do Tocantins e de Gurupi apresentaram $C_u \geq 10$ e porcentagem passante na peneira n.º 4 entre 10% e 40%. Em relação à análise de CBR, foi observado que os materiais fresados não podem ser utilizados para compor camadas granulares, pois não apresentaram os requisitos mínimos necessários.

PALAVRAS-CHAVE: Material fresado, agregados reciclados, resíduos de construção civil.

ABSTRACT: Due to their nature, highways use a significant volume of natural materials. In asphalt mixtures, aggregates represent around 95% of the total weight, in addition to what is used in the granular layers. According to the National Transport Confederation, in 2022, around 67.5% of the 111,502 km of highways assessed were in poor, regular or very poor condition. In Tocantins, only 27.8% of the network was considered good or excellent, with the only extension in excellent condition being in the concession section (CNT, 2023). The ECO 153 organization took on the privatization of the BR-153 highway, between

Anápolis - GO and Aliança do Tocantins – TO, which improved traffic conditions on the road. Therefore, extensive restoration works were carried out on the flexible pavement, generating thousands of tons of milled material, which are currently deposited in piles along the highway. Considering that the region is expected to receive new paving works and that the use of civil construction waste helps to reduce costs and environmental impact, this work aims to evaluate whether the milled material from restoration works can be reused in granular layers of new pavements. Thus, material was collected at three deposit points, in the cities of Gurupi, Cariri and Figueirópolis, in Tocantins. After preparation, particle size distribution tests by sieving, absorption and specific mass determination were carried out. Compaction and CBR tests were also carried out at intermediate energy. The experimental program followed the procedures of the respective standards of the Brazilian Association of Technical Standards and the National Department of Transport Infrastructure. The test results were evaluated in accordance with NBR 15115 (ABNT, 2004) which establishes the requirements for the use of recycled aggregates in paving. The results showed that the absorption of the materials varied from 2.49% to 3.41% and the specific mass varied from 2.441 g/cm³ to 2.509 g/cm³. About particle size distribution, only samples from Cariri do Tocantins and Gurupi showed $C_u \geq 10$ and a percentage passing through sieve No. 4 between 10% and 40%. Regarding the CBR analysis, it was observed that milled materials cannot be used to compose granular layers, as they did not meet the minimum requirements.

KEYWORDS: Reclaimed Asphalt Pavement, recycled aggregate, construction waste.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

A pavimentação de vias é um serviço essencial para o desenvolvimento urbano, uma vez que o modal rodoviário promove a circulação de 61% das mercadorias e 95% dos passageiros (CNT, 2019). Considerando que cerca de 88% das rodovias brasileiras não são pavimentadas, e que apenas 27,8% das rodovias pavimentadas no estado do Tocantins estão em condições boa ou ótima (CNT, 2023), nota-se que há grande necessidade de investimento em obras de ampliação e restauração da malha existente.

O pavimento asfáltico é aquele cujo revestimento é composto de agregados, filer e ligantes asfálticos (Bernucci *et al.*, 2008). Ainda que o custo por metro quadrado para implantação seja baixo (Medina e Motta, 2015), ao considerar a extensão das obras de pavimentação necessárias no território brasileiro, os custos podem representar um desafio significativo para a administração pública. Logo, os estudos de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil aplicados na pavimentação se mostram relevantes, tanto na busca por alternativas de menor custo, como na mitigação dos impactos da exploração de jazidas e do descarte de resíduos provenientes das obras.

No ano de 2021, o Consórcio Eco153, composto pela EcoRodovias e Global Logistic Properties (GLP) Participações SA, assumiu a privatização da rodovia BR-153, entre Anápolis - GO e Aliança do Tocantins – TO (ECORODOVIAS, 2021). Em busca de melhoria das condições de tráfego na via, foram realizadas extensas obras de restauração no pavimento flexível. Essas obras geraram um volume expressivo de material fresado, que foi armazenado em depósitos às margens da rodovia. Esse resíduo de construção civil se apresenta como um material nobre que pode ser reaproveitado ou ainda, direcionado para áreas de bota-fora.

Considerando esse contexto, este trabalho apresenta um estudo do material fresado das obras de restauração da BR-153 na região sul do Tocantins com a finalidade de avaliar seu reuso em camadas estruturais de novos pavimentos.

Destaca-se que não foram encontradas publicações de estudos de material fresado no estado do Tocantins, como apontou Pessoni (2021). Assim, este trabalho se apresenta como estudo inicial das pesquisas dessa linha.

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar se o material fresado resultante das obras de restauração da BR -153, na região sul do Tocantins, pode ser reutilizado em camadas granulares de novos pavimentos. Para tanto, o objetivo específico deste trabalho foi:

- Analisar se as características do material fresado atendem às especificações da NBR 15115 (ABNT, 2004) para seu reuso na pavimentação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção apresenta os principais conceitos abordados neste trabalho.

2.1 Materiais para pavimentação

O pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança (Bernucci *et al.*, 2008).

O pavimento pode ser classificado de duas maneiras: flexíveis e rígidos. Segundo Balbo (2007), a estrutura de um pavimento rígido é composta por revestimento de concreto de cimento Portland, base e subleito; já a estrutura de pavimento flexível é construída com revestimento asfáltico composto com cimento asfáltico de petróleo (CAP), base, sub-base, reforço do subleito e subleito.

Os materiais utilizados nas camadas do pavimento são usualmente constituídos por: agregados, solos e, eventualmente, aditivos como cimento, cal, emulsão asfáltica, entre outros, podendo ser classificados segundo o seu comportamento frente aos esforços em: granulares e solos, estabilizados quimicamente ou cimentados e materiais asfálticos (Bernucci *et al.*, 2008).

A NBR 9935 (ABNT, 2005) define os agregados como material sem forma ou volume definido, geralmente inerte, de dimensões e propriedades adequadas para produção de argamassas e concretos.

Woods (1960, *apud* Bernucci *et al.*, 2008) define agregado como sendo uma mistura de pedregulho, areia, pedra britada, escória ou outros materiais minerais, usada em combinação com um ligante para formar um concreto, uma argamassa, etc.

Também, os agregados podem ser classificados em relação ao tamanho. De acordo com a norma DNIT-ES 031 (DNIT, 2006), para uso em misturas asfálticas, os agregados são classificados em agregado graúdo, miúdo e material de enchimento ou fíler.

Além dos agregados naturais, os pavimentos podem ser compostos de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil classe A, que de acordo com a resolução nº 307 (CONAMA, 2002) são resíduos provenientes de construções, reformas, reparos ou demolições de obras de construção civil, podendo ser tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, agregados pétreos, argamassas, telhas, camadas asfálticas de pavimentos e outros. Esses materiais podem ser adequados para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base, bem como camada de revestimento primário, desde que sejam atendidos os requisitos da NBR 15115 (ABNT, 2004).

2.2 Material fresado

A fresagem é uma técnica de remoção de revestimentos antigos, utilizada na manutenção rodoviária de pavimento flexível, sendo definida como o corte ou desbaste de uma ou mais camadas, com espessura pré-determinada, por meio de processo mecânico realizado a quente ou a frio, empregado como intervenção visando à restauração do pavimento (Bonfim, 2010).

Também, em função da espessura de corte, pode ser classificada em fresagem superficial, fresagem rasa e fresagem profunda (Bonfim, 2010). A Figura 1 apresenta o processo de fresagem em andamento e o aspecto típico da superfície do pavimento após o serviço.

O resíduo gerado no serviço de fresagem é chamado material fresado, também conhecido como RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*). O RAP é um agregado reciclado que pode ser reutilizado em substituição parcial de agregados em novas misturas asfálticas, em misturas com solo e ou adições, para construção de camadas granulares (Pessoni, 2021) ou ainda, como revestimento primário, embora Balbo (2007) tenha apontado esse último uso como ineficiente e ambientalmente agressivo.



(a)



(b)

Figura 1. Serviço de fresagem a frio: a) Fresadora em operação; b) Superfície do pavimento após a fresagem.
Fonte: WIRTGEN GROUP (2024).

A reutilização do material fresado tem sido avaliada no Brasil com estudos desenvolvidos principalmente nas regiões sul e sudeste, embora não se encontrem dados estatísticos sobre a porcentagem de RAP que é reutilizada nas obras. Já na Europa, se reutilizam mais de 75% de todo o material fresado, e no Japão, 100%, aproximadamente (Pessoni, 2021).

Para que um agregado reciclado, como o material fresado, seja utilizado nas camadas granulares de um pavimento, a NBR 15115 (ABNT, 2004) indica o atendimento dos seguintes requisitos:

- Ausência de materiais classificados como classe “B”, “C” e “D” pela Resolução CONAMA nº 307;
- Curva granulométrica bem graduada, não uniforme, com coeficiente de uniformidade $C_u \geq 10$;
- A porcentagem passante na peneira nº 40 deve estar entre 10% e 40%;
- Para execução de reforço de subleito: Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR – *California Bearing Ratio*) $\geq 12\%$ e expansão $\leq 1,0\%$ (energia normal);
- Para execução de sub-base: CBR $\geq 20\%$ e expansão $\leq 1,0\%$ (energia intermediária);
- Para execução de base de pavimento: CBR $\geq 60\%$ e expansão $\leq 0,5\%$ (energia intermediária);
- Porcentagem de grãos de forma lamelar menor do que 30%;
- Dimensão característica máxima dos grãos: 63,5 mm;
- Ausência de materiais nocivos ao meio ambiente e à saúde do trabalhador.

O reuso de materiais asfálticos reciclados na pavimentação tem sido estudado no Brasil desde a década de 1970 (Bonfim, 2010), sendo que mais de 60% dos trabalhos sobre material fresado foram desenvolvidos nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul (Pessoni, 2021).

3 METODOLOGIA

Esta seção apresenta a procedência do material fresado bem como os procedimentos dos ensaios realizados para a sua análise. Foram utilizadas as normas aplicadas à análise de agregados para pavimentação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), anteriormente intitulado Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), e as normas aplicadas à análise de solos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

3.1 Material Fresado

A coleta do material fresado foi realizada em três pontos de depósito ao longo da BR-153, na região sul do Tocantins, sendo nos municípios de Figueirópolis, Cariri do Tocantins e Gurupi. Esse material foi gerado durante o processo de fresagem realizado nas obras de restauração do revestimento asfáltico do referido trecho. A Figura 2 apresenta a localização dos pontos de coleta em cada município e a imagem de uma das pilhas do resíduo.

A coleta foi realizada de acordo com os procedimentos da norma DNER – PRO 120/97 (DNER, 1997). As amostras foram acondicionadas em embalagens próprias e levadas ao laboratório de construção do IFTO *campus* Gurupi, onde foram realizados os ensaios.



Figura 2. Pontos de coleta: a) localização dos pontos; b) depósito de Cariri do Tocantins.

Inicialmente, foi feita a análise visual e, posteriormente, foi feita a redução das amostras para os ensaios de laboratório, utilizando o método de quarteamento, de acordo com os procedimentos da norma DNER – PRO 199/96 (DNER, 1996).

3.2 Ensaios

Foi feita a caracterização física do material fresado e avaliação do comportamento mecânico, por meio do CBR (ou ISC), com a finalidade de observar o atendimento dos requisitos da NBR 15115 (ABNT, 2004). Assim, foram realizados os ensaios relacionados na Tabela 1, de acordo com as respectivas normas técnicas. Observa-se que foi ensaiado o material fresado sem a retirada do ligante asfáltico.

Tabela 1. Ensaios do material fresado

Ensaio	Norma técnica
Determinação do teor de umidade	DNER – ME 196/98 (DNER, 1998a)
Análise granulométrica	DNER-ME 083/98 (DNER, 1998b)
Determinação da absorção e da densidade do agregado graúdo	DNER-ME 081/98 (DNER, 1998c)
Determinação da densidade da fração de filer	NBR 6458 (ABNT, 2016) – Anexo B (adaptado)
Ensaio de CBR (ou ISC)	NBR 9895 (ABNT, 2017)

A determinação do teor de umidade foi feita de acordo com a DNER – ME 196/98 (DNER, 1998a), sendo as amostras de ensaio mantidas em estufa a uma temperatura constante de 105 °C, onde permaneceram até constância de massa.

A análise granulométrica foi realizada de acordo com a DNER-ME 083/98 (DNER, 1998b), para verificar a faixa granulométrica do agregado reciclado resultante da fresagem, o diâmetro máximo característico (DMC), bem como a graduação e o teor de filer. Foram utilizadas as peneiras de malha quadradas e os respectivos agitadores mecânicos. Após os ensaios, foram realizados os cálculos das porcentagens passantes em cada peneira e obtidas as curvas granulométricas.

Em virtude de as amostras apresentarem mais de 2% de material passante na peneira de 4,8mm, a densidade foi definida por dois métodos. Para a fração passante, a massa específica foi determinada por meio da NBR 6458 (ABNT, 2016), conforme anexo B, adaptado. Para a fração retida, foi realizada a determinação da absorção e da densidade do agregado graúdo de acordo com a DNER-ME 081/98 (DNER, 1998c). Para cada material, foram determinados os valores médios a partir de 3 determinações.

Para avaliação do CBR (ou ISC), foi realizada a compactação de amostras contendo 100% de material fresado. Para tanto, foram seguidas as orientações da NBR 9895 (ABNT, 2017), e foi utilizada a energia de compactação intermediária. As amostras permaneceram submersas em água até a saturação e posteriormente foram submetidas à prensa, para determinação do CBR. Observa-se que não foi realizado o ensaio de

expansão, por ausência dos dispositivos necessários no laboratório. Após os ensaios, foram obtidas as curvas de compactação e de CBR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Da análise visual, foi observado que todo material fresado era composto de agregado e ligante asfáltico, com sutil presença de fragmentos de tinta branca ou amarela, de sinalização horizontal.

Da determinação do teor de umidade, concluiu-se que todas as amostras estavam completamente secas no seu estado natural nos depósitos de origem.

4.1 Análise granulométrica

Da análise granulométrica, foram obtidas as curvas apresentadas na Figura 3. Os valores de DMC do material fresado de Figueirópolis, Cariri do Tocantins e de Gurupi foram definidos em 19mm, 31,5mm e 37,5mm, respectivamente.

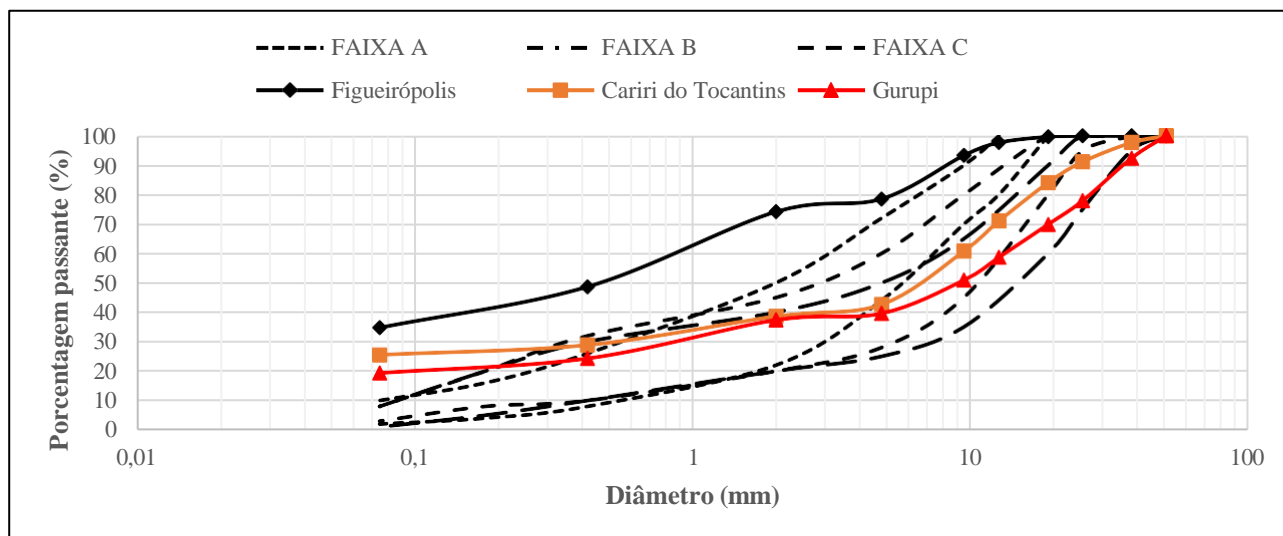


Figura 3. Curva granulométrica dos materiais fresados e faixas de agregados para misturas asfálticas.

Também foi feita a comparação das curvas granulométricas com as faixas A, B e C da norma DNIT-ES 031/2006-ES (DNIT, 2006). Notou-se que os materiais fresados não se enquadraram nas faixas de agregados para misturas asfálticas, o que pode ter relação com o processo de fresagem, pois as amostras apresentam fragmentos de massa asfáltica e porcentagem significativa de filer. Ao mesmo tempo que o processo de fresagem não separa todas as partículas de agregado, pode também estar provocando a cominuição das partículas maiores. Observou-se ainda que o material fresado de Cariri do Tocantins e de Gurupi tem menor porcentagem de agregado miúdo, apresentando mais de 60% de agregado graúdo e cerca de 20% de finos.

A Tabela 2 apresenta os parâmetros calculados exigidos pela NBR 15115 (ABNT, 2004). A norma exige que a granulometria deve ser contínua e bem graduada, com coeficiente de uniformidade (C_u) maior ou igual a 10, e a porcentagem de material que passa na peneira de 0,425 mm (n° 40) deve estar entre 10% e 40%. Desse modo, conclui-se que o material fresado de Cariri do Tocantins e de Gurupi podem ser utilizados, na condição como se encontram, na pavimentação. Já em relação ao material fresado de Figueirópolis, será necessário fazer sua correção granulométrica, pois apresenta mais de 48% de material passante na peneira n° 40.

Tabela 2. Parâmetros de granulometria exigidos pela NBR 15115 (ABNT, 2004)

	Figueirópolis	Cariri do Tocantins	Gurupi
C_u	>10	>10	>10
% passante na peneira n° 40	48,70	28,88	24,31

4.2 Absorção, densidade do agregado graúdo e massa específica do agregado miúdo

A Tabela 3 apresenta os resultados dos ensaios de absorção, densidade aparente do agregado graúdo e massa específica do agregado miúdo dos materiais fresados analisados.

Tabela 3. Absorção, densidade do agregado graúdo e massa específica do agregado miúdo

	Figueirópolis	Cariri do Tocantins	Gurupi
Absorção (%)	3,18	2,49	3,41
Densidade aparente	2,30	2,35	2,25
Massa específica (g/cm ³)	2,509	2,441	2,467

Estes parâmetros não são exigidos pela NBR 15115 (ABNT, 2004), mas são importantes na caracterização dos agregados utilizados na pavimentação. Nota-se que quanto menor a densidade aparente, maior a absorção de água.

4.3 Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR)

Em virtude do material de Figueirópolis não ter apresentado os requisitos de granulometria, de acordo com a NBR 15115 (ABNT, 2004), foram realizados os ensaios de compactação e CBR apenas para os materiais de Cariri do Tocantins e de Gurupi. As curvas de compactação (na energia intermediária) e de CBR estão apresentadas na Figura 4.

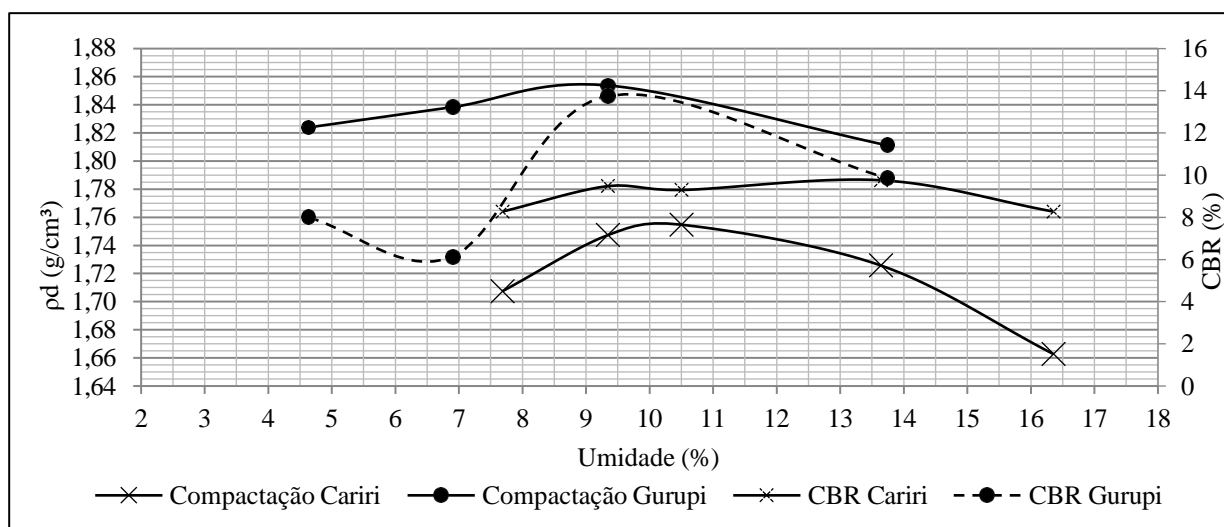


Figura 4. Curvas de compactação e de CBR.

Os materiais fresados de Cariri do Tocantins e Gurupi apresentaram umidade ótima de 10% e 9%, respectivamente, e massa específica seca máxima de 1,755g/cm³ e 1,855g/cm³. Em relação ao CBR, Cariri do Tocantins apresentou valores inferiores a 10% e Gurupi, valores inferiores a 15%.

Considerando que a NBR 15115 (ABNT, 2004) exige que os resíduos de construção civil para serem utilizados na pavimentação apresentem CBR ≥ 12% para execução de reforço de subleito, na energia normal, e, CBR ≥ 20% para sub-base e CBR ≥ 60% para base, na energia intermediária, estes materiais não apresentaram comportamento satisfatório para que sejam utilizados em camadas granulares de pavimentação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o contexto brasileiro, onde a maior parte da extensão da malha rodoviária não se encontra em condições adequadas ao rolamento, conclui-se que há grande necessidade de obras de pavimentação, especialmente na região Norte. Essas obras, que demandam elevado consumo de agregados,

podem reutilizar os resíduos de construção civil gerados na região, desde que apresentem as características técnicas necessárias.

Os materiais fresados avaliados neste trabalho foram caracterizados e, analisados em termos do CBR. Embora os materiais de Cariri do Tocantins e de Gurupi tenham apresentado granulometria favorável ao seu reuso, nenhum desses materiais apresentou CBR mínimo exigido para camadas granulares de pavimento. Sendo assim, para viabilizar o seu reuso, estes materiais devem ser avaliados em misturas com solo e/ou adições como cal e cimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT____. NBR 9935: Agregados – Terminologia. Rio de Janeiro, 2011.
- ABNT____. NBR 6458: Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm – Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2016.
- ABNT____. NBR 9895: Solo – índice de suporte Califórnia (ISC) – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2016.
- BALBO, J. T. Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração. São Paulo, 2007.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; SOARES, J. B.; CERATTI, J. A. P. Pavimentação Asfáltica: formação básica para Engenheiros. Rio de Janeiro – Associação Brasileira das Empresas Distribuidora de Asfalto, 2008.
- BONFIM, V. Fresagem de pavimentos asfálticos. 3ªedi. Revisada e atualizada. São Paulo: Exceção Editorial, 2010.
- CNT, Confederação Nacional Do Transporte. Pesquisa CNT de rodovias 2023. – Brasília, 2023.
- CNT, Confederação Nacional Do Transporte. Pesquisa CNT de rodovias 2019. – Brasília, 2019.
- DNER: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. DNER-PRO 120/97: Coleta de amostras de agregados. Brasília, 1997.
- DNER____. DNER-PRO 199/96: Redução de amostra de campo de agregados para ensaio de laboratório. Brasília, 1996.
- DNER____. DNER-ME 196/98: Agregados – determinação do teor de umidade total, por secagem, em agregado graúdo. Brasília, 1998a.
- DNER____. DNER-ME 083/98: Agregados – análise granulométrica. Brasília, 1998b.
- DNER____. DNER-ME 081/98: Agregados – determinação da absorção e da densidade de agregado graúdo. Brasília, 1998c.
- DNIT: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 031/2006 – ES: Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de serviço. Brasília, 2006.
- ECORODOVIAS. Consórcio formado por EcoRodovias e GLP vence o leilão da BR-153. Disponível em:< <https://www.ecorodovias.com.br/noticias/consorcio-formado-por-ecorodovias-glp-vence-o-leilao-da-br-153/>> Acesso em: 01 de julho de 2024.
- MEDINA, J.; MOTTA, L. M. G. Mecânica dos pavimentos. Editora Interciência. 3ª edição. Rio de Janeiro, 2015.
- PESSONI, H. R. Utilização de Material Fresado na Composição de Camadas Granulares de Pavimentos Flexíveis. Trabalho de Conclusão de Curso, Aparecida de Goiânia – GO, 2021.
- WIRTGEN GROUP. Tecnologia: Fresadoras a Frio. Disponível em:< <https://www.wirtgen-group.com/pt-br/produtos/wirtgen/tecnologias/fresadoras-a-frio/>> Acesso em: 02 de abril de 2024.