



Reconstrução de Pavimento Asfáltico com Incorporação de Material Fresado Estudo de Caso da Rodovia Ro-460 em Buritis, Rondônia

Asphalt Pavement Reconstruction Using Reclaimed Asphalt Pavement: A Case Study of the RO-460 Highway in Buritis, Rondônia

Ticiane Rodrigues Ticianelli

Leandro Risso Amaral

Alex Gomes Pereira

Resumo: Este estudo apresenta uma análise crítica da reconstrução do pavimento asfáltico da Rodovia RO-460, trecho Buritis–BR-421, no município de Buritis, Rondônia, com ênfase na incorporação de material fresado de pavimento asfáltico (RFPA) nas camadas estruturais. O projeto abrangeu 23,4 km de extensão, envolvendo terraplenagem, construção de sub-base e base estabilizadas granulometricamente, e pavimentação com reciclagem in situ. Os ensaios laboratoriais demonstraram a viabilidade técnica da mistura 50% RFPA + 50% solo laterítico, com obtenção de CBR de 80%, módulo de resiliência de 566,36 MPa e coesão de 171 kPa. No entanto, o controle tecnológico executado em campo revelou que a maioria das camadas de base e sub-base não atingiu o grau de compactação mínimo de 100% exigido pelas normas DNIT, evidenciando uma significativa discrepância entre os resultados laboratoriais e a execução em campo. O estudo analisa as possíveis causas desse desempenho insatisfatório e propõe recomendações para a melhoria dos procedimentos executivos em futuros projetos que utilizem RFPA. A metodologia demonstrou vantagens econômicas e ambientais, com redução estimada de custos de aproximadamente 36,1% em relação à reconstrução convencional e reutilização de aproximadamente 7.102 m³ de material fresado.

Palavras-chave: material fresado; pavimento asfáltico; reciclagem; sustentabilidade; rodovia; RFPA; compactação.

Abstract: This study presents a critical analysis of the asphalt pavement reconstruction on Highway RO-460 (Buritis–BR-421 section) in the municipality of Buritis, Rondônia, focusing on the incorporation of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) into the structural layers. The project covered a 23.4 km stretch and involved earthworks, the construction of mechanically stabilized sub-base and base layers, and paving using in-situ recycling. Laboratory tests demonstrated the technical feasibility of a mixture comprising 50% RAP and 50% lateritic soil, achieving a CBR of 80%, a resilient modulus of 566.36 MPa, and a cohesion of 171 kPa. However, field quality control revealed that most base and sub-base layers failed to meet the minimum 100% compaction degree required by DNIT standards, highlighting a significant discrepancy between laboratory results and field execution. The study analyzes the possible causes of this unsatisfactory performance and proposes recommendations to improve construction procedures for future projects utilizing RAP. The methodology demonstrated economic and environmental advantages, including an estimated cost reduction of approximately 36.1% compared to conventional reconstruction and the reuse of approximately 7,102 m³ of milled material.

Keywords: reclaimed asphalt pavement; asphalt pavement; recycling; sustainability; highway; RAP; compaction.

INTRODUÇÃO

A degradação acelerada de pavimentos rodoviários é um problema recorrente em infraestruturas brasileiras, particularmente em regiões com condições climáticas adversas como a Amazônia. A Rodovia RO-460, no trecho entre Buritis e BR-421, no estado de Rondônia, apresentava deterioração significativa que comprometia a trafegabilidade e a segurança dos usuários.

A solução tradicional para esse tipo de problema envolveria a remoção completa das camadas asfálticas deterioradas e sua substituição por novos materiais, gerando grandes volumes de resíduos e consumindo recursos naturais significativos. Essa abordagem convencional, além de ambientalmente impactante, representa custos elevados para as administrações públicas. Alternativamente, a técnica de reciclagem in situ com incorporação de material fresado de pavimento asfáltico (RFPA) apresenta-se como uma abordagem tecnicamente promissora, economicamente viável e ambientalmente responsável, alinhada com os princípios de desenvolvimento sustentável e gestão eficiente de recursos.

O RFPA, também conhecido como RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) na literatura internacional, consiste no material obtido pela fresagem do revestimento asfáltico deteriorado. Este material contém agregados de alta qualidade revestidos com ligante asfáltico envelhecido, apresentando propriedades mecânicas que podem ser aproveitadas em novas misturas asfálticas ou em camadas granulares de pavimentos. A composição típica do RFPA inclui agregados graúdos, agregados miúdos e material betuminoso, geralmente em maior estado de degradação devido ao envelhecimento do ligante. Segundo Bonfim (2007), o RFPA é um material nobre e 100% reciclável, cujo reaproveitamento pode ser classificado conforme o tipo de fresagem (superficial, rasa ou profunda) e a rugosidade resultante (padrão, fina ou microfresagem).

A geração de material fresado em obras de restauração de pavimentos é um desafio ambiental significativo. O Brasil gera centenas de milhares de toneladas de RFPA anualmente, frequentemente depositado em áreas inadequadas, causando passivos ambientais consideráveis. Segundo dados da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2024), o país possui aproximadamente 213.500 quilômetros de rodovias pavimentadas, sendo o modal rodoviário predominante na movimentação de mercadorias e passageiros. Essa infraestrutura extensa gera volumes substanciais de resíduos durante processos de manutenção e restauração. A reutilização do RFPA em novas camadas estruturais reduz significativamente: o consumo de agregados virgens (redução de exploração de pedreiras), a emissão de gases de efeito estufa (menor transporte e processamento), os custos de disposição final de resíduos, e os custos globais de construção.

Estudos internacionais demonstram a viabilidade técnica do uso de RFPA. A Associação Europeia de Pavimento Asfáltico (EAPA, 2017) relata que em 2017 havia aproximadamente 72,5 milhões de toneladas de RFPA disponíveis nos EUA, com 96% utilizado em produção de misturas asfálticas e 4% em camadas granulares. Na Europa, o uso em camadas de base representa 17% da aplicação total de RFPA. Pesquisas de Mahasneh (2016), Consoli *et al.* (2018) e Ullah & Tanyu (2019) demonstram que RFPA pode substituir parcial ou totalmente agregados virgens em camadas granulares, com melhorias nas propriedades mecânicas quando em proporções adequadas (25% a 50%). Fonseca *et al.* (2015) indicam que misturas com até 80% de RFPA apresentam desempenho semelhante ou superior a misturas convencionais, com redução de custos entre 9% e 25%.

A aplicação prática de RFPA em pavimentos oferece múltiplas vantagens. Do ponto de vista técnico, o material proporciona melhor capacidade de suporte quando adequadamente dosado. Ambientalmente, contribui para a redução da exploração de jazidas, diminuição de emissões de gases poluentes e redução de resíduos em aterros. Economicamente, reduz custos de aquisição de materiais virgens, transporte e processamento. Estudos de Costa e Santos Filho (2017) destacam componentes ambientais significativos como redução da erosão, deslizamento, assoreamento e desertificação em áreas de empréstimo; redução da degradação da paisagem natural causada por deposição de material de descarte; e redução da emissão de poeira, gases e ruídos, melhorando a qualidade do ar e o conforto das comunidades adjacentes.

Apesar dessas vantagens consolidadas, o Brasil não possui banco de dados nacional da produção e uso do RFPA, como apontado por Monteiro (2022). Essas informações são coletadas apenas por concessionárias de rodovias e prefeituras, dificultando estimativas precisas de quantitativos. A PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos) aponta a importância da realização de diagnósticos dos resíduos sólidos gerados, estimativa de volume e formas de destinação, indicando metas de reutilização e reciclagem. Portanto, é fundamental que seja feito o monitoramento de quantas toneladas de RFPA são geradas anualmente para que sejam feitas destinações ambiental e tecnicamente viáveis, além de estimular a criação de medidas públicas para incentivar a reutilização e reciclagem do material.

Neste contexto, o presente trabalho visa apresentar uma análise crítica da reconstrução da Rodovia RO-460 com incorporação de RFPA, confrontando os resultados de laboratório com os dados de controle tecnológico em campo, identificando as deficiências executivas que comprometeram o desempenho da obra e fornecendo recomendações para aplicação em projetos similares. O objetivo é contribuir para o conhecimento científico sobre o uso de RFPA em pavimentação rodoviária brasileira, destacando tanto seu potencial quanto os desafios práticos de sua implementação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e Características da Obra

O projeto foi desenvolvido na Rodovia RO-460, trecho entre Buritis e BR-421, no município de Buritis, Rondônia, Brasil. A rodovia apresenta as seguintes características:

- Extensão total do projeto: 23,4 km (estacas 00 a 1154);
- Coordenadas iniciais: 9° 42' 54,23" S, 62° 22' 42,49" W;
- Coordenadas finais: 9° 43' 6,91" S, 62° 20' 14,66" W;
- Tipo de pavimento: Pavimento flexível (CBUQ).

Materiais Utilizados

Os materiais utilizados na reconstrução do pavimento incluíram:

Solo laterítico: Extraído de jazidas locais, apresentando características típicas de solos tropicais com alto teor de ferro e alumínio, conferindo coloração avermelhada característica. A jazida Monte Sião, localizada no km 11 da rodovia, foi a principal fonte de material para as composições testadas.

Material fresado de pavimento asfáltico (RFPA): Obtido pela fresagem do revestimento asfáltico deteriorado, contendo agregados de alta qualidade revestidos com ligante asfáltico envelhecido. Análises laboratoriais indicaram teor de ligante asfáltico de aproximadamente 5,31%. O material foi coletado na estaca/coordenada (20L 435692 8856472), trecho que apresentou o menor Índice de Suporte Califórnia (37%) do segmento, sendo utilizado como referência para os estudos de composição.

Agregados complementares: Brita zero (pedrisco) e cascalho laterítico.

Composições Avaliadas em Laboratório

Foram avaliadas quatro composições distintas para a camada de base, utilizando diferentes proporções de material de jazida (Monte Sião) e solo laterítico escarificado/reciclado da RO-460. Adicionalmente, foram realizados ensaios com diferentes proporções de solo laterítico e RFPA (25%, 50% e 75%) para avaliar o efeito do material fresado nas propriedades mecânicas. As composições avaliadas foram:

- 50% jazida Monte Sião + 50% laterita (solo escarificado da RO-460);
- 50% jazida Monte Sião + 50% laterita (solo reciclado da RO-460);
- 30% jazida Monte Sião + 10% brita zero + 60% laterita (solo reciclado da RO-460);
- 40% jazida Monte Sião + 60% laterita (solo escarificado da RO-460)."

Metodologia de Execução

A reconstrução do pavimento foi executada em etapas sequenciais:

- Etapa 1 - Terraplenagem: Limpeza da camada vegetal, escavação e transporte de material de primeira categoria, compactação do subleito.
- Etapa 2 - Construção de sub-base: Execução de camada estabilizada granulometricamente com mistura de solos na pista, com material de jazida.
- Etapa 3 - Construção de base: Execução de base estabilizada granulometricamente com incorporação de material fresado (RFPA).
- Etapa 4 - Pavimentação: Aplicação de revestimento em concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) em camada única.

Ensaaios Laboratoriais

Após a coleta das amostras em campo, foram executados os seguintes ensaios laboratoriais, de acordo com as especificações técnicas do DNIT:

- Compactação: DNIT-ME 164/2013 (Proctor Modificado e Intermediário);
- Índice de Suporte Califórnia (CBR): DNIT-ME 172/2016;
- Limite de Liquidez: DNER-ME 122/94;
- Limite de Plasticidade: DNER-ME 082/94;
- Granulometria por peneiramento: DNER-ME 080/94;
- Densidade in situ: DNER-ME 092/94 (campo);
- Módulo de resiliência: DNIT-ME 134/2023;
- Cisalhamento direto: Para determinação de coesão e ângulo de atrito.

Controle Tecnológico em Campo

O controle tecnológico em campo foi realizado por meio de sondagens executadas em janelas a cada 500 metros ao longo dos 23,4 km do trecho, totalizando 45 furos de sondagem (furos 1 a 45). Para cada janela, foram realizados:

- Ensaios de densidade in situ para cálculo do grau de compactação;
- Coleta de amostras para caracterização geotécnica em laboratório;
- Determinação do CBR e demais parâmetros físicos e mecânicos.

A Figura 1 apresenta o procedimento de coleta das amostras de solos para análise em laboratório.

Figura 1- Coleta de material para testes em laboratório.

Fonte: Autores (2026).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização Geotécnica do Solo Natural

Os ensaios de caracterização realizados nas amostras de solo laterítico puro, coletadas nas janelas de sondagem ao longo do trecho, revelaram as seguintes propriedades:

- Granulometria: Predominância de material passante na peneira nº 4, com variações significativas ao longo do trecho;
- Classificação HRB: Variou entre A-2-4, A-2-6, A-2-7 e A-7-6, indicando solos que vão de pedregulhos e areias com finos a solos argilosos;
- Limites de Atterberg: LL variando entre 25,6% e 43,8%; IP entre 10,2% e 17,7%;
- Densidade seca máxima (Proctor Modificado): Variou entre 1,861 g/cm³ e 2,122 g/cm³;
- Umidade ótima: Variou entre 7,4% e 14,7%;
- Índice de Suporte Califórnia (CBR): O solo natural da jazida Monte Sião apresentou valor de 37%, indicando capacidade de suporte limitada para aplicação direta em bases de pavimento.

A análise granulométrica confirmou a predominância de material passante na peneira nº 4, com classificação HRB A-2-4, característico de solos lateríticos.

Desempenho das Misturas com RFPA em Laboratório

A incorporação de material fresado de pavimento asfáltico modificou significativamente os parâmetros geotécnicos. Os resultados das quatro composições avaliadas em laboratório são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados dos ensaios de compactação e CBR para as composições avaliadas.

Composição	LL (%)	IP (%)	pd máx (g/cm³)	h ó. (%)	CBR (%)	Exp. (%)
50% Jazida Monte Sião + 50% Laterita (escarificada)	32	9,8	2,067	10,4	65	0,32
50% Jazida Monte Sião + 50% Laterita (reciclada)	31	10	1,995	13,4	80	0,07
30% Jazida + 10% Brita Zero + 60% Laterita	32,5	9,9	1,959	15,8	72	0,05
40% Jazida Monte Sião + 60% Laterita (escarificada)	30,7	9,8	2,04	10,3	69	0,05

Fonte: Autores (2026).

A composição que apresentou o melhor desempenho foi a 50% jazida Monte Sião + 50% laterita (solo reciclado da RO-460), com CBR de 80%, superando as demais composições avaliadas (65%, 72% e 69%). Este resultado demonstra que a reciclagem do solo laterítico com material de jazida pode aumentar significativamente a capacidade de suporte da mistura.

Além das composições com material de jazida e solo laterítico, foram realizados ensaios complementares com diferentes proporções de solo laterítico e RFPA (25%, 50% e 75%) para avaliar especificamente o efeito do material fresado nas propriedades mecânicas.

Comportamento Mecânico das Misturas com RFPA

Os ensaios triaxiais dinâmicos (DNIT-ME 134/2023) executados nas misturas com diferentes proporções de RFPA revelaram que o módulo de resiliência aumenta com a adição de RFPA até o teor de 50%, atingindo valor máximo de 566,36 MPa, mas reduz para 400,85 MPa com 75% de RFPA, indicando que dosagens excessivas do material fresado prejudicam a rigidez dinâmica da mistura. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para as diferentes proporções testadas.

Tabela 2 - Módulo de resiliência e parâmetros de cisalhamento para diferentes proporções de RFPA.

Proporção (Solo:RFPA)	Módulo de Resiliência (MPa)	Coesão (kPa)	Ângulo de Atrito (°)
100% Solo Natural	172,51	133,35	35,81
75% Solo + 25% RFPA	344,26	152,2	36,5
50% Solo + 50% RFPA	566,36	171,05	37,45
25% Solo + 75% RFPA	400,85	85,45	46,3

Fonte: Autores (2026).

Observa-se que a mistura 50% solo + 50% RFPA atingiu módulo máximo de 566,36 MPa, representando aumento de 228% em relação ao material natural.

A mistura 25% solo + 75% RFPA exibiu redução para 400,85 MPa, indicando que dosagens excessivas de RFPA prejudicam a rigidez dinâmica.

O ensaio de cisalhamento direto revelou comportamento coesivo-friccional das misturas. A mistura 50/50 (solo + RFPA) exibiu coesão máxima de 171,05 kPa com ângulo de atrito de 37,45°, oferecendo melhor equilíbrio entre rigidez e resistência ao cisalhamento. A proporção 25% solo + 75% RFPA apresentou redução da coesão para 85,45 kPa, embora o ângulo de atrito tenha aumentado para 46,30°.

Análise do Controle Tecnológico em Campo

O controle tecnológico executado durante os 23,4 km de reconstrução da RO-460 (estacas 00 a 1154) foi realizado por meio de 45 furos de sondagem (janelas) distribuídos a cada 500 metros. Os resultados consolidados para as três camadas são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Síntese dos resultados do controle tecnológico em campo.

Camada	Nº de Sondagens	% com GC $\geq$ 100%	% com CBR $\geq$ mínimo
Base	45	8,9% (4 janelas)	24,4% (11 janelas)
Sub-base	45	6,7% (3 janelas)	~85%
Subleito	45	20% (9 janelas)	100%

Fonte: Autores (2026).

Camada de Base

O grau de compactação da camada de base não atingiu o mínimo especificado conforme norma DNIT 142/2022 (que exige GC $\geq$ 100%) na maioria dos pontos. Das 45 sondagens realizadas:

- Apenas 4 janelas (34, 39, 45 e 26) atingiram o grau de compactação mínimo de 100%;
- As demais janelas apresentaram graus de compactação variando entre 83,3% e 98,9%, todos abaixo do mínimo exigido.

O ensaio do Índice de Suporte Califórnia (CBR) para a camada de base, considerando todas as janelas (furos 1 a 45), apresentou os seguintes resultados:

- Janelas 1 a 11: Apenas as janelas 02 e 04 atingiram o CBR $\geq$ 60%;
- Janelas 12 a 22: As janelas 14, 16, 17, 18 e 21 atingiram o mínimo especificado;
- Janelas 23 a 32: As janelas 26 e 30 não atingiram o CBR mínimo de 60%;
- Janelas 33 a 45: As janelas 33, 35, 42 e 44 atingiram o mínimo especificado.

Camada de Sub-base

O grau de compactação da camada de sub-base apresentou resultados ainda mais críticos:

- Apenas 3 janelas (16, 32 e 43) atingiram o grau de compactação mínimo

de 100% conforme DNIT 139/2010;

- A maioria das sondagens apresentou graus de compactação entre 77,6% e 98,6%.
- O ensaio de CBR para a camada de sub-base (exigência mínima de 20%) apresentou:
- Janelas 1 a 11: Apenas as janelas 02, 05, 06, 09, 10 e 11 não atingiram o mínimo;
- Janelas 12 a 22: Apenas as janelas 13 e 22 não atingiram o mínimo;
- Janelas 23 a 32: Apenas a janela 24 não atingiu o mínimo;
- Janelas 33 a 45: Apenas as janelas 39 e 42 não atingiram o mínimo.

Camada de Subleito

O grau de compactação da camada de subleito (exigência mínima de 100% conforme DNIT 138/2010) apresentou os seguintes resultados:

- Janelas 1 a 11: Nenhuma das 11 sondagens atingiu o mínimo especificado;
- Janelas 12 a 22: Apenas as janelas 13 e 16 atingiram o mínimo;
- Janelas 23 a 32: Apenas a janela 29 atingiu o mínimo;
- Janelas 33 a 45: As janelas 35, 37, 38, 41, 43 e 45 atingiram o mínimo.

O ensaio de CBR para a camada de subleito (exigência mínima de 2%) apresentou resultados satisfatórios em 100% das sondagens, com valores variando entre 6% e 18%, atendendo ao mínimo especificado pelo Manual de Pavimentação DNIT 2006.

Discussão dos Resultados

A análise dos dados revela uma significativa discrepância entre os resultados obtidos em laboratório e o desempenho em campo. Enquanto a mistura 50% RFPA + 50% solo laterítico demonstrou excelente potencial em laboratório (CBR de 80%, módulo de resiliência de 566,36 MPa, coesão de 171,05 kPa), a execução em campo não conseguiu replicar esses resultados, especialmente no que se refere ao grau de compactação.

As possíveis causas para o baixo desempenho da compactação em campo incluem:

Heterogeneidade do material RFPA: O material fresado apresenta variações significativas em sua composição, incluindo teor de ligante asfáltico, granulometria e grau de envelhecimento, o que dificulta a padronização do processo de compactação;

Dificuldade de compactação: Materiais com RFPA podem exigir maior energia de compactação ou umidade específica para atingir a densidade máxima. A presença do ligante asfáltico residual pode dificultar a lubrificação das partículas durante a compactação;

Controle de umidade inadequado: A umidade ótima para compactação de misturas com RFPA (13,4% para a composição 50/50) pode ter sido difícil de manter em campo, especialmente em condições climáticas adversas;

Falta de procedimentos específicos: A equipe de campo pode não ter recebido treinamento adequado para compactar materiais com RFPA, utilizando procedimentos padrão para solos lateríticos que não são diretamente aplicáveis;

Variabilidade ao longo do trecho: As 45 sondagens revelaram grande heterogeneidade nas camadas preexistentes, indicando que a qualidade do subleito e a uniformidade da camada de RFPA podem ter variado significativamente ao longo dos 23,4 km.

Análise Ambiental e Econômica

Apesar das deficiências técnicas na compactação, a metodologia de reciclagem com RFPA demonstrou vantagens ambientais e econômicas significativas:

Benefícios ambientais:

- A incorporação de RFPA em 50% da composição de base resultou na reutilização de aproximadamente 7.102 m³ de material fresado;
- Redução da extração de agregados naturais;
- Diminuição do descarte de resíduos em aterros;
- Redução de emissões de gases de efeito estufa pelo menor transporte e processamento de materiais.

Benefícios econômicos:

- O custo global da obra foi de R\$ 1.271.594,06 para 23,4km;
- O custo estimado para reconstrução convencional seria de aproximadamente R\$ 85.000/km, totalizando R\$ 1.989.000,00;
- A economia total foi de aproximadamente R\$ 717.405,94, representando uma redução de 36,1% nos custos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reconstrução do pavimento asfáltico da Rodovia RO-460 no trecho entre Buritis e BR-421, utilizando a técnica de reciclagem in situ com incorporação de 50% de RFPA, revelou-se um promissor estudo de caso, porém com desafios significativos de execução.

Os ensaios laboratoriais demonstraram a viabilidade técnica da mistura 50% RFPA + 50% solo laterítico, com obtenção de CBR de 80%, módulo de resiliência de 566,36 MPa e coesão de 171,05 kPa, atendendo integralmente às especificações da norma DNIT 141/2022 para bases de pavimentos. A análise das diferentes composições avaliadas indicou que a dosagem com 50% de RFPA proporcionou o melhor equilíbrio entre rigidez dinâmica e resistência ao cisalhamento.

No entanto, o controle tecnológico realizado em campo, por meio de 45 sondagens distribuídas ao longo dos 23,4 km, constatou que a maioria das camadas de base e sub-base apresentou grau de compactação inferior a 100%, não atendendo às especificações do DNIT. Apenas 8,9% das janelas de base (4 em 45), 6,7% da sub-base (3 em 45) e 20% do subleito (9 em 45) atingiram o grau de compactação mínimo exigido. Esta discrepância entre os resultados laboratoriais e a execução em campo evidencia a necessidade de aprimorar os procedimentos de execução e controle de qualidade para materiais com RFPA, particularmente quanto à definição da umidade ótima e à energia de compactação ideal.

As deficiências observadas sugerem a necessidade de implementação de protocolos mais rigorosos de monitoramento da compactação em tempo real, utilizando equipamentos de medição de densidade portáteis, e de treinamento específico das equipes de campo para compactar materiais com RFPA, que podem exigir procedimentos diferenciados em relação aos solos convencionais.

Apesar das deficiências constatadas, a metodologia de reciclagem demonstrou vantagens econômicas e ambientais significativas, com redução de custos de aproximadamente 36,1% em relação à reconstrução convencional e reutilização de cerca de 7.102 m³ de material fresado, reforçando seu potencial como solução sustentável para a restauração rodoviária.

A significativa disparidade entre os resultados laboratoriais e de campo observada neste estudo corrobora as observações de outros pesquisadores, que apontam a sensibilidade dos materiais com RFPA às condições de umidade e à energia de compactação (Monteiro, 2022; Ullah & Tanyu, 2019). Este fenômeno sugere que os procedimentos de controle tecnológico devem ser adaptados para materiais reciclados, com maior frequência de ensaios e monitoramento contínuo, a fim de garantir que as condições de laboratório sejam reproduzidas em campo.

REFERÊNCIAS

BONFIM, V. **Fresagem de pavimentos asfálticos**. 3ª ed. Exceção Editorial. São Paulo, 2007.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2024 aponta a necessidade de reforço contínuo da infraestrutura rodoviária brasileira**, 2024.

CONSOLI, N. C., H. C. SCHEUERMANN FILHO, V. B. GODOY, C. M. ROSENBAACH, & J. A. CARRARO. **Durability of rap-industrial waste mixtures under severe climate conditions**. *Soils and Rocks*, 41(2), 149–156, 2018.

COSTA, C. J. B.; SANTOS FILHO, W. M. O uso de reciclagem de pavimentos, como alternativa para o desenvolvimento sustentável em obras rodoviárias no Brasil. **Revista Traços**, v. 12, n. 26, 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **DNIT 138/2010 ES – Reforço de subleito**. Brasília: DNIT, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **DNIT 139/2010 ES – Sub-base estabilizada granulometricamente**. Brasília: DNIT, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **DNIT 141/2022 ES – Base estabilizada granulometricamente**. Brasília: DNIT, 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **DNIT 142/2022 ES – Base estabilizada granulometricamente**. Brasília: DNIT, 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Manual de Pavimentação. Brasília: DNIT, 2006.

EUROPEAN ASPHALT PAVEMENT ASSOCIATION (EAPA). **Asphalt in figures**. Brussels, Belgium, 2017. 11p.

FONSECA, J. F., DE SOUZA GÓIS, T., DOMINICINI, W. K., TEIXEIRA, J. E. S. L. **O estado da arte sobre o uso de reciclado de pavimento asfáltico na pavimentação no Brasil e no mundo**. Anais do ANPET XXVIII. Congresso de Pesquisa e Ensino de Transporte. Curitiba, 2015.

MAHASNEH, B. Z. Use of aluminum residue and recycled asphalt pavement materials to stabilize silty clay soil. **Journal of Infrastructure Systems**, 22(4), 2016.

MONTEIRO, A. M. C. **Estudo laboratorial de misturas asfálticas recicladas a quente**. Dissertação de Mestrado em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2022.

ULLAH, S. & B. F. **Tanyu Methodology to develop design guidelines to construct unbound base course with reclaimed asphalt pavement (RAP)**. Construction and Building Materials, 223, 463–476, 2019.