

# DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MATERIAL FRESADO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA FINS DE GERENCIAMENTO EM APARECIDA DE GOIÂNIA E GOIÂNIA-GO

## Environmental diagnosis of milled asphalt pavement material for management in Aparecida de Goiânia and Goiânia-GO

Lara Batista Ferreira de Lima<sup>1</sup>, Lais Roberta Galdino de Oliveira<sup>2</sup>

**ARTIGO  
PRE-PRINT**

**VERSÃO  
FINAL  
EM BREVE**

### PALAVRAS CHAVE:

RAP;  
Destinação de resíduos;  
Pavimentação;  
Reutilização;  
Reciclagem.

### KEYWORDS:

RAP;  
Waste destination;  
Paving;  
Reuse;  
Recycling.

**RESUMO:** O Brasil possui predominância do modal rodoviário, e isso faz com que exista diversas obras de reconstrução e manutenção de pavimentos. Uma das etapas destas obras diz respeito à realização da fresagem da camada de revestimento asfáltico, que possui o material fresado como resíduo. Porém, não existe a divulgação do quantitativo de material fresado gerado anualmente. Estes dados são importantes para que seja feito o gerenciamento deste resíduo e incentivar a sua reutilização ou reciclagem. Assim, este estudo tem como objetivo identificar a geração e a reutilização do material fresado de pavimentos asfálticos nos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia do estado de Goiás. Nesse sentido, a metodologia utilizada incluiu levantamento de informações do quantitativo de material fresado é gerado e destinação do mesmo, a partir do contato direto com as Secretarias de Infraestrutura das Prefeituras de Goiânia e de Aparecida de Goiânia. Desta forma, o estudo indicou que Aparecida de Goiânia não realiza fresagem de pavimentos e que Goiânia gerou mais de 96 mil toneladas nos anos de 2021 e 2020. Além disso, o estudo aponta a necessidade de divulgação de dados nacionais em relação a geração de material fresado anualmente, de forma a melhorar o gerenciamento e incentivar as práticas de fresagem e reutilização do material, contribuindo com ações sustentáveis e tecnicamente viáveis.

**ABSTRACT:** Brazil is predominantly a road country, and this leads to many pavement reconstruction reconstruction and conservation works. One of the stages of these works is the milling of the asphalt layer, which has milled material as waste. However, there is no information about the amount of milled material generated annually. This data is important for the management of this waste and to encourage its reuse or recycling. Thus, this study aims to identify the generation and reuse of milled material from asphalt sidewalks in Goiânia and Aparecida de Goiânia in the state of Goiás. Thus, the methodology used included gathering information on the amount of milled material generated and its destination, through direct contact with the Infrastructure Departments of Goiânia and Aparecida de Goiânia. Thus, the study indicated that the Aparecida de Goiânia does not perform pavement milling and that the Goiânia generated more than 96,000 tons in the years 2021 and 2020. In addition, the study points out the need for dissemination of national data regarding the generation of milled material annually, in order to improve management and encourage milling practices and reuse of the material, contributing to sustainable and technically feasible actions.

\* Contato com os autores:

<sup>1</sup>e-mail: [lara.batista@ufg.br](mailto:lara.batista@ufg.br) (L. B. F. de Lima)

Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Goiás (FCT-UFG), Goiânia, Goiás, Brasil.

<sup>2</sup>e-mail: [laisroberta@ufg.br](mailto:laisroberta@ufg.br) (L. R. G. de Oliveira)

Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA-UFG), Goiânia, Goiás, Brasil.

Publicado em 23 de junho de 2023

## 1. INTRODUÇÃO

A Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2021), divulgou que o Brasil possui cerca de 213.500 quilômetros (km) de rodovias pavimentadas, sendo o modal rodoviário predominante na movimentação de mercadorias e de passageiros. Nesse contexto, a técnica de fresagem do revestimento é muito utilizada em obras de reconstrução e manutenção de pavimentos, e o material fresado é o resíduo deste processo (BONFIM, 2007). O autor supracitado ainda indica que o mesmo passou a ser reutilizado, principalmente a partir da década de 1970, devido à crise do petróleo e escassez de materiais asfálticos. Leite *et al.* (2021) afirmam que diariamente são gerados centenas de metros cúbicos de material fresado em todo o Brasil e aponta a necessidade de dar destino a este material por se tratar de um material nobre.

Porém, Monteiro (2022) relata que o Brasil não possui banco de dados nacional da produção e do uso do material fresado, sendo em geral, essas informações coletadas apenas por concessionária de rodovias e pelas prefeituras, o que dificulta a estimativa de quantitativos e levantamento de dados sobre o tema. O Relatório Anual da CNT de 2021 (CNT, 2021) indicou que houve pavimentos fresados no Brasil no referente ano, mas não foi apresentado quantitativo da quilometragem fresada ou o levantamento da carga de resíduo gerado neste processo.

Dessa forma, existe a geração de resíduos em obras de reconstrução e manutenção de pavimentos, oriundos da fresagem da camada de revestimento asfáltico, porém, esta informação não é coletada ou divulgada por órgãos públicos brasileiros. A Companhia de Concessões Rodoviárias (CCR) é uma companhia que atua em vários estados brasileiros e divulgou um relatório, em 2021, apresentando dados da sua atuação e estimando a reutilização de cerca de 1.100.000 toneladas de material fresado de asfalto até o ano de 2021 (CCR, 2021).

Da mesma forma que é identificado a necessidade de um relatório que contemple esta estimativa no âmbito nacional, o mesmo pode ser notado em âmbito local por parte das prefeituras. Diversos sites de notícias de prefeituras (Prefeitura de Goiânia, 2021a-f; Município de Correia Pinto, 2017; Município de Major Vireia, 2022; Município de Canelinha, 2017a-b; Tijucas do Sul, 2018; São Miguel do Iguaçu, 2021; Prefeitura Municipal de Pelotas, 2019, Prefeitura Municipal de Guaraqueçaba, 2021; entre outros) demonstram que é feita a reutilização do material fresado em obras municipais, porém, não existe um relatório por parte dos municípios ou do estado que contemple o quantitativo deste material gerado.

No contexto internacional europeu, a Associação Europeia de Pavimento Asfáltico indica os levantamentos da quantidade de material fresado gerado em diversos países na Europa e apresenta como é feita a destinação deste material (EAPA, 2017). Além disso, esta associação demonstra quais políticas públicas foram aplicadas em diferentes países com o objetivo de estimular o reaproveitamento de material fresado.

Portanto, percebe-se a necessidade de ser feito e divulgado o monitoramento e estimativa da quantidade de material fresado gerado anualmente no Brasil, estados e municípios. A partir disso, seria possível buscar ações públicas que estimulem a reutilização e reciclagem deste material, a fim de destinar o resíduo com alternativas tecnicamente viáveis e ambientalmente favoráveis.

### 1.1 OBJETIVO

A pesquisa tem como objetivo realizar um diagnóstico de levantamento de dados sobre o volume gerado e a reutilização do material fresado de pavimentos asfálticos nos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia do estado de Goiás.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Diversos países, monitoram a quantidade de asfalto fresado, gerados anualmente, e estimulam a reutilização desse material em camadas granulares de novos pavimentos ou em processos de reciclagem (EAPA, 2008; EAPA, 2017). Porém, não existe a divulgação desse tipo de informação por parte de órgãos públicos nacionais brasileiros, órgãos regionais e municipais. A PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos) aponta a importância da realização do diagnóstico dos resíduos sólidos gerados, estimativa do volume e as formas de destinação, indicando metas de reutilização, reciclagem e outras formas de reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final (BRASIL, 2010). Dessa forma, é fundamental que seja feito o monitoramento de quantas toneladas de RAP são geradas anualmente para que seja feita destinações ambiental e tecnicamente viáveis, além de estimular a criação de medidas públicas para incentivar a reutilização e reciclagem do material.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os consumos de energia e matérias-primas naturais são inerentes às atividades humanas, e essas provocam grandes alterações no meio ambiente. Ainda, é importante mencionar que as atividades produtivas e industriais consolidam o desenvolvimento das cidades contemporâneas e demandam por energia e insumos naturais em quantidade crescentes, contemplando recursos renováveis e não renováveis. Nesse sentido, o setor da construção civil é um dos setores que possuem processos que degradam o meio ambiente, tanto pela alta exploração de recursos naturais, como jazidas de rochas, areias, calcário, entre outros insumos, quanto pela grande produção de resíduos (RESPLANDES, 2007).

Desta forma, a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Nessa resolução, o CONAMA considera que a disposição de resíduos da construção civil (RCD) em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental, e que tais resíduos um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas (CONAMA, 2002).

A Resolução nº 307 (CONAMA, 2002), ainda estabelece uma diferença entre o conceito de reutilização e de reciclagem, em que a reutilização é definida pelo processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo, enquanto a reciclagem é definida como o processo de reaproveitamento de um resíduo após ser submetido à transformação.

Ademais, a Associação Europeia de Pavimento Asfáltico (EAPA, do inglês *European Asphalt Pavement Association*) (EAPA, 2008) destaca a importância da reutilização de resíduos, levando em consideração fatores relacionados ao desenvolvimento sustentável, que visa minimizar o impacto ambiental, otimizar o uso dos recursos naturais e aumentar as restrições ao despejo de material reutilizável, levando, possivelmente, à proibição de sua disposição em aterros. A EAPA (EAPA, 2008) também prevê incentivos econômicos potenciais para encorajar a reutilização e/ou reciclagem de material.

Nesse sentido, várias pesquisas com temas de estudo referentes à aplicação de diversos resíduos na pavimentação foram desenvolvidas na Universidade Federal de Goiás (UFG), visto que é uma área muito importante no quesito ambiental. Pesquisas como Mesquita (2007), Resplandes (2007), Quintanilha (2008), Araújo (2008), Rufo (2009), Cunha (2011), Metogo (2011), Marques (2012), Alves (2015), Santos e Leandro (2017), Teixeira, Bezerra e Borges (2017), Silva (2018), Cabral (2021), Monteiro (2022), Pereira (2022) apresentam estudos sobre a utilização do material fresado de asfalto, de resíduo de construção ou de rochas ornamentais como o fosfogesso, pó de micaxisto, pó de granito, cal, expurgo de pedreira, etc., para fins de pavimentação, que fortalecem os debates e as contribuições na questão sustentável em termos de aproveitamento de resíduos na pavimentação no Estado de Goiás. Tem-se ainda, outros estudos acerca da utilização de RAP em diversas instituições nacionais, como apresentado por Personi (2022), que analisou 41

pesquisas de mestrado e doutorado publicadas nos últimos 15 anos, sendo 49% do Rio Grande do Sul, 15% de São Paulo, 5% em Goiás, e o restante em diversos outros estados brasileiros.

Tendo em vista o grande consumo de material para composição das camadas granulares de pavimentos, a construção sustentável traz a oportunidade de promover diversos benefícios para o meio ambiente, bem como estimular o desenvolvimento de pesquisas a partir de diferentes tipos de resíduos. Deste modo, estudos como o de Correia (2014), mostram a viabilidade econômica para o uso de resíduos de construção e demolição em camadas de base e sub-base de pavimentos, que nesse caso, além dos benefícios ambientais, apresentou um ganho substancial no custo da obra, com uma economia de 46,4%.

Em termos de redução de custos, Moreira, Correia e Pereira (2006) estudaram a aplicação de RAP misturado com pó de pedra e cimento, em camadas de sub-base, e indicaram que houve aumento na capacidade de carga e diminuição do consumo de mistura betuminosa e agregado virgem, de forma a trazer vantagens econômicas, identificando uma solução com redução entre 9% e 25% dos custos quando comparado a uma estrutura tradicional de pavimento.

Algumas vantagens técnicas do uso do RAP foram levantadas por Costa e Santos Filho (2017), destacando componentes ambientais do solo como: a redução da erosão, deslizamento, assoreamento e desertificação, que ocorrem em jazidas de áreas de empréstimos; redução da degradação da paisagem natural que ocorre devido a deposição de material de descarte de bota-fora e de material fresado; redução da emissão de poeira, gases, incidência de ruídos e vibrações, assim, melhorando a qualidade do ar e o conforto para quem frequenta a região. Fonseca *et al.* (2015) indicam, a partir da análise de estudos nacionais e internacionais, que é possível fabricar misturas asfálticas com o uso de RAP e que as mesmas apresentam desempenhos semelhantes e até superiores que misturas compostas por agregados virgens. Neste estudo, os autores indicaram a ausência, no âmbito nacional, de levantamento de dados de quantitativos da produção de material fresado e sua reutilização na pavimentação asfáltica.

Em pesquisas como as de Pereira (2022), Ullah; Tanyu (2020), Araújo Junior (2019), Ullah; Tanyu (2019), Santos *et al.* (2018), Oliveira (2019), Poncio *et al.* (2018) Henchen (2018), Arshad; Ahmed (2017), Dias, Pinto e Costa (2015), Costa, Bradsaw, Snyder (2014), Garcês *et al.* (2014), Barros (2013), Pires (2013), Queiroz (2011), Alam; Scharm (2010), Couto (2009), Kim; Labuz; Dai (2007), MacGregor (1999) foram desenvolvidas camadas granulares com a proposta de estabilizar o solo com material fresado, e tiveram como resultado a composição de misturas com comportamento satisfatório e melhora do desempenho de camadas de base, sub-base e reforço do subleito, possibilitando o reaproveitamento do material fresado.

O diagnóstico realizado pela Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2017), com o intuito de analisar as causas de redução de durabilidade do pavimento, destacou a importância da utilização de materiais de boa qualidade para a construção dos pavimentos. A partir disso, o estudo propôs, como uma das alternativas de solução e oportunidade de melhoria, o uso de materiais alternativos mais eficientes para pavimentação e maior emprego de técnicas de reciclagem do pavimento.

Em relação à qualidade dos pavimentos rodoviários brasileiros, o relatório anual da CNT (CNT, 2021) indicou que 52,2% das rodovias estudadas apresentaram algum tipo de problema no pavimento, ou seja, sendo caracterizado como estado regular, ruim ou péssimo. Em relação a isso, Klamt *et al.* (2018) afirmam que a má qualidade das rodovias gera impactos sociais e econômicos negativos para o país, como o aumento de acidentes, maior consumo de combustível, atraso na entrega de mercadorias, entre outros. Esses impactos evidenciam a necessidade dos serviços de manutenção e restauração das rodovias, ou seja, é importante manter as vias em condições satisfatórias de trafegabilidade.

O processo de degradação dos pavimentos rodoviários é contínuo, devido à forma de solicitação imposta à estrutura pelas cargas do tráfego e pelos agentes de intemperismo. Ao longo da vida de serviço dos pavimentos, se não forem promovidas intervenções periódicas de manutenção, poderá ocorrer o colapso total da estrutura. Caso isso ocorra, não adiantaria realizar reforços na estrutura, e sim, remover as

camadas que apresentam falência total. Nesse sentido, apresenta-se como alternativa de alto interesse a técnica de fresagem e reciclagem em processos de reconstrução de vias (DNIT, 2006).

Santos e Leandro (2017) afirmam que as características do material fresado obtido dependem do tipo de ligante asfáltico e seus componentes utilizados para construção do revestimento de origem, tendo em vista que o material fresado de revestimentos asfálticos possui em sua composição os próprios materiais que compõem o revestimento asfáltico original: agregados graúdos, agregados miúdos e material betuminoso, sendo esse último, geralmente, em maior estado de degradação. Além disso, as características físicas do material também dependem do tipo de processo de fresagem empregado. Segundo Bonfim (2007), existe a classificação de diferentes tipos de fresagem, se diferenciando pela espessura, podendo ser superficial, rasa ou profunda, e quanto à rugosidade resultante da pista, podendo ser fresagem padrão, fina ou microfresagem.

Vale ressaltar que, segundo EAPA (2008; 2014), o material fresado é 100% reciclável e/ou reutilizável, dessa forma, o RAP deve ser estudado e analisado quanto a sua caracterização e comportamento mecânico, de modo a verificar a viabilidade de aplicação desejada. Nesse contexto, se torna fundamental que seja feito o levantamento de quantitativo de RAP gerado pelos municípios e estados brasileiros, de forma a gerar um relatório anual com dados de gerenciamento deste resíduo. Porém, conforme apontado por Monteiro (2022), o Brasil não possui banco de dados nacional da geração e da destinação do material fresado.

A partir da falta de dados referentes à geração e destinação do material fresado no âmbito regional e nacional do Brasil, observa-se os dados existentes no contexto internacional. Do ponto de vista dos Estados Unidos da América (EUA), Hoppe *et al.* (2015) afirmam que havia pelo menos 5 milhões de toneladas de RAP disponíveis em várias usinas de asfalto no Estado de Virgínia (EUA) em 2015, e que, embora quase metade dessa quantidade estivesse localizada no norte da Virgínia, o estoque de RAP seria suficiente para abastecer a maior parte do estado. Além disso, Copeland (2011) comenta que em Nova Jersey, entre os anos de 2000 e 2005, aproximadamente 594 mil toneladas de RAP foram reciclados. A EAPA (2017) indicou que nos EUA havia 72,5 milhões de toneladas em 2017 e que 96% desse material foi utilizado na produção de mistura asfáltica, enquanto 4% foi destinado para camadas granulares de pavimentos.

Em relação ao contexto europeu, a EAPA (2017) divulgou um levantamento, em toneladas, de RAP produzidos por países europeus e a porcentagem desse material destinada a diferentes aplicações, como produção de misturas asfálticas, reciclagem a frio, camadas granulares de pavimento, outras aplicações na engenharia civil e destinação para aterros sanitários, outras aplicações e aplicações desconhecidas, conforme apresentado na Tabela 1. A partir dos dados da Tabela 1, é possível observar o quanto a reutilização e a reciclagem do RAP é bem difundido em outros países. Do ponto de vista da aplicação em camadas granulares, países como a Turquia e a Noruega ganham destaque por destinarem, respectivamente, 85% e 69% do RAP coletado para compor camadas granulares de pavimentos.

Vale ressaltar que o Brasil possui um contexto diferente dos países apresentados na Tabela 1, do ponto de vista de infraestrutura, extensão territorial, densidade populacional, quilometragem de vias pavimentadas, entre diversas outras características. Dessa forma, estes dados servem para contextualização do Brasil em relação a outros locais do mundo que fazem o gerenciamento de material fresado, e, também, demonstra que o Brasil pode ter grande destaque na geração de RAP, tendo em vista a predominância do modal rodoviário no país, que tem extensão continental. Além disso, é importante ressaltar que o levantamento de dados nacionais pode partir de estimativas de geração de resíduos regional e local, sendo que todos estes contextos poderiam atuar juntos para a elaboração de um banco de dados que contenham a quantidade de toneladas são geradas anualmente no Brasil.

**TABELA 1:** Reuso e reciclagem de RAP em 2017 (EAPA, 2017, adaptado pelos autores).

País	Toneladas de RAP disponível em 2017	% do RAP disponível usado em:					
		Produção de misturas asfálticas a quente e morna	Produção de misturas asfálticas <i>Half-Warm</i>	Reciclagem a frio	Camadas Granulares de Pavimento	Outras aplicações na Engenharia Civil	Aterro Sanitário, outras aplicações e aplicações desconhecidas
Áustria	1.650.000	60%	sem dados	sem dados	sem dados	sem dados	sem dados
Bélgica	1.030	95%	sem dados	sem dados	sem dados	sem dados	sem dados
Tchéquia	2.600.000	14%	0%	30%	20%	10%	26%
Dinamarca	1.165.000	66%	0%	0%	8%	0%	26%
Finlândia	1.200.000	100%	0%	0%	0%	0%	0%
França	6.400.000	70%	sem dados	sem dados	sem dados	sem dados	sem dados
Alemanha	13.000.000	84%	0%	0%	16%	0%	0%
Grã-Bretanha	3.400.000	90%			0%	0%	0%
Hungria	120.000	95%	0%	0%	0%	4%	1%
Itália	9.000.000	23%	sem dados	sem dados	sem dados	sem dados	sem dados
Holanda	4.500.000	71%	0%	11%	0%	0%	18%
Noruega	1.101.000	30%	0%	1%	69%	0%	0%
Eslováquia	50.000	96%	0%	2%	1%	1%	0%
Eslovênia	84.000	24%	0%	6%	10%	0%	60%
Espanha	494.000	83%	0%	0%	14%	0%	3%
Turquia	2.570.589	9%	0%	6%	85%	0%	0%
Estados Unidos da América	72.500.000	96%	0%	0%	4%	0%	0%

Fonte: EPA (2017) Adaptado pelos autores.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa se baseou em duas etapas: a primeira etapa diz respeito ao estudo bibliográfico sobre a utilização de material fresado de asfalto e divulgação destes dados em Goiás e no Brasil, apresentado no tópico de referências bibliográficas; e a segunda etapa se baseou na obtenção de dados locais por meio de contato com a Secretaria de Infraestrutura de Goiânia e com a Secretaria de Infraestrutura de Aparecida de Goiânia em busca de informações acerca da realização de fresagem e gerenciamento de material fresado em seus respectivos municípios.

O estudo bibliográfico no âmbito local de Goiânia e de Aparecida de Goiânia, e no âmbito regional de Goiás foi feito a partir da busca por trabalhos acadêmicos como trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses na página do Repositório Institucional da Universidade Federal de Goiás (UFG), disponibilizado pela Biblioteca Central da UFG pelo SIBI (Sistema de Bibliotecas), disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br>. A pesquisa foi feita com o objetivo de identificar o cenário de pesquisas voltadas ao reaproveitamento de resíduos na área de pavimentação, a partir da busca por palavras-chave

como “resíduo”, “pavimentação”, “revestimento”, “camadas granulares”, “reutilização”, “reciclagem”, entre outros.

Além disso, o estudo bibliográfico consistiu também na busca por trabalhos acadêmicos como dissertações, teses e artigos feita a partir da Plataforma Periódico CAPES, disponível no link: <https://www.periodicos.capes.gov.br>. A pesquisa dos trabalhos científicos foi feita com a finalidade de identificar o cenário de pesquisas voltadas à reutilização de material fresado no Brasil e no mundo, a partir de palavras-chave como: “material fresado”, “RAP”, “resíduo de pavimento”, “pavimentação” e “camada granular”.

Ademais, foi feita a busca de dados de quantitativo de material fresado divulgados internacionalmente pela EAPA no site oficial da Associação, disponível em: <https://eapa.org>. Os relatórios da CNT e do DNIT divulgados anualmente no site oficial dos respectivos órgãos (<https://www.cnt.org.br/pesquisas> e <https://www.gov.br/dnit/pt-br>, respectivamente) também foram consultados a fim de identificar a divulgação de dados referente à pavimentação no Brasil, manutenção dos pavimentos e se há a estimativa de geração de material fresado. Por fim, foi feita a busca do relatório integrado divulgado no site oficial do grupo CCR, para obtenção de dados do quantitativo de RAP usado pela empresa.

Em relação à segunda etapa da metodologia, o contato com os servidores das secretarias foi feito por contato telefônico, momento em que buscou-se obter as seguintes informações: Identificar se o município em questão realiza atividades de fresagem em obras de restauração de pavimentos flexíveis; em caso positivo, identificar a existência de algum documento com o quantitativo de material fresado gerado e a destinação deste resíduo do ano de 2021 e anos anteriores; e solicitar a disponibilização desses documentos para a pesquisa.

Além do contato telefônico, foi feita uma busca no site oficial da Prefeitura de Goiânia e da Prefeitura de Aparecida de Goiânia, respectivamente disponíveis em <https://www.goiania.go.gov.br> e <https://www.aparecida.go.gov.br>, a fim de identificar dados referentes à geração e destinação de material fresado, disponibilizados publicamente por meio de notícias.

A partir dos dados encontrados, foi desenvolvido o diagnóstico local em relação ao levantamento de volume de material fresado produzido e a destinação feita para este material. Além disso, foi feita uma discussão que busca indicar possíveis melhorias quanto ao gerenciamento desse resíduo, disponibilização de dados e criação de políticas públicas para estimular o reaproveitamento de material fresado, baseado no que é feito em locais que possui isso regulamentado.

#### 4. RESULTADOS

Os resultados deste estudo apresentam o diagnóstico a partir de dados oriundos da Secretaria de Infraestrutura de Goiânia e da Secretaria de Infraestrutura de Aparecida de Goiânia. Em relação ao município de Aparecida de Goiânia, servidores da Secretaria de Infraestrutura de Aparecida de Goiânia indicaram que não é feita atividade de fresagem no município, por parte de sua prefeitura. E na Prefeitura de Goiânia é realizada a fresagem de pavimentos asfálticos em obras de manutenção, e é realizado o gerenciamento do material fresado produzido, que inclui o levantamento, em toneladas, de quanto de resíduo é produzido, bem como o armazenamento e a destinação do material fresado.

Desta forma, foi disponibilizado dados do material fresado em 2020 e 2021 por meio do relatório interno da prefeitura. O relatório indicou a quantidade de material fresado em toneladas por mês em 2021 e o saldo existente anteriormente em 2020, resultando em mais de 48 mil toneladas em cada ano, conforme apresentado na Tabela 2. Além disso, foi informado que este resíduo é levado para o local de armazenamento da Prefeitura que gerencia o estoque de material fresado.

Também foi apresentada as destinações do material fresado, realizadas no ano de 2021, sendo aplicado em diferentes obras em Goiânia. Ademais, não foi apresentado registro em relação às atividades de fresagem de asfalto de anos anteriores à 2020. A página oficial da Prefeitura de Goiânia (disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br>) divulgou algumas notícias indicando ações realizadas, em 2021 e 2022, que incluem a aplicação de material fresado em vários setores de Goiânia. A destinação do material fresado em Goiânia, conforme o relatório da SEINFRA e as notícias do site oficial, estão apresentados na Tabela 3.

**TABELA 2: Levantamento de material fresado em Goiânia em 2021 e 2020 em toneladas**

<b>Período</b>	<b>Toneladas de material fresado</b>
Janeiro	3.538,19
Fevereiro	3.797,32
Março	9.590,01
Abril	2.331,02
Maio	8.596,67
Junho	6.805,21
Julho	7.034,49
Agosto	4.059,88
Setembro	2.470,00
Outubro	626,87
Novembro	Sem registro
Dezembro	Sem registro
<b>Total em 2021</b>	<b>48.849,66</b>
<b>Saldo em 2020</b>	<b>48.641,36</b>

Fonte: SEINFRA (2021).

**TABELA 3: Aplicação de fresado em Goiânia**

<b>Fonte</b>	<b>Data de publicação</b>	<b>Aplicação de fresado em:</b>
SEINFRA (2021)	18 outubro 2021	Recanto do Bosque, Setor Grajaú, Parque Ind. João Braz, Vila Roriz, Setor Palmito, Setor Urias, Residencial Solar Ville, Residencial Sta. Fé, Jd. Goiás, V. Cel. Cosme, BRT-Trecho Norma, Residencial Itaipú, Setor Gentil Meireles, Campus Samambaia, Residencial Center Ville, Parque Acalanto, Avenida Bela Vista, Paço Municipal, Bairro Goiás, Parque Oeste Industrial, Vila Moraes, Avenida Leste Oeste, COMURG, Mans. Campos, Parque Bom Jesus, Chácara S. Joaquim, Chácara Recanto Samambaia, Cond. Cidade Universitária, Estrada Xavante Atalaia, Residencial Orlando de Moraes, Residencial Itanhagá, Recanto das Caraíbas, Mans. Campos, Rec. Minas Gerais, S. São José Viandely, Elza Fronza, Norte Ferroviário, Zoologico, Vila Nova, Marginal Bota Fogo, Jardim Guanabara, Jardim Goiás, Avenida Fued José Sebba, Setor Finsocial, São Domingos, Fazenda G. Retiro, Sítio Sec. Mansões dos Campos, entre outros.
Prefeitura de Goiânia, 2021a	29 junho 2021	Samambaia
Prefeitura de Goiânia, 2021b	21 setembro 2021	Setor Elza Fronza
Prefeitura de Goiânia, 2022a	28 janeiro 2022	Rua 19 de Novembro (Setor Industrial)
Prefeitura de Goiânia, 2022b	01 fevereiro 2022	Residencial JK
Prefeitura de Goiânia, 2022c	07 fevereiro 2022	Avenida João Leite
Prefeitura de Goiânia, 2022d	18 fevereiro 2022	Rua 12 (Setor Urias Magalhães)
Prefeitura de Goiânia, 2022e	24 fevereiro 2022	Rua 1 (Setor Elza Fronza)
Prefeitura de Goiânia, 2022f	25 fevereiro 2022	Rua 1 (Setor Elza Fronza)

Fonte: SEINFRA (2021) e Prefeitura de Goiânia (2021a-f).

Segundo a Tabela 2, observa-se que nos anos de 2020 e 2021 houve baixa variação na quantidade de material fresado gerado pela Prefeitura de Goiânia, de aproximadamente 0,43%, e esse dado pode indicar que a prefeitura obteve uma quantidade e produtividade de obras de restauração de pavimentos, com fresagem de asfalto, aproximadas entre os dois anos.

Dessa forma, a partir da Tabela 3, percebe-se que a Prefeitura de Goiânia tem realizado atividades de fresagem de revestimento asfáltico e reutilizado este material em obras de infraestrutura do município, evitando o descarte do material e diminuindo a exploração de jazidas para a realização das mesmas obras. Porém, vale ressaltar a importância do levantamento e divulgação de dados relacionados a geração de resíduos de material fresado por parte dos órgãos públicos, de forma a conhecer o cenário local dos municípios, possibilitando a confecção de um panorama estadual e nacional do Brasil em relação à geração e destinação do RAP.

A importância do levantamento de RAP gerado anualmente pode ser percebido a partir da possibilidade de se criar medidas públicas e estimular pesquisas que buscam soluções tecnicamente viáveis para o reaproveitamento de RAP na pavimentação. Sobre isso, Costa e Santos Filho (2017) afirmam que a melhoria no gerenciamento e controle de obras públicas, assim como parcerias com empresas, universidades e pesquisadores relacionados à construção rodoviária, podem contribuir para atenuar o desperdício do material proveniente da restauração e recuperação de pavimentos asfálticos.

A criação de medidas públicas para incentivar a reutilização e reciclagem do material pode ser observado em locais em que o monitoramento é regulamentado por órgãos públicos, como de outros países indicados pela EAPA (2008), e isso pode se tornar possível nos municípios brasileiros a partir do conhecimento acerca do quantitativo em âmbito local, regional e nacional.

No âmbito dos países europeus, a EAPA (2008) afirma que o mercado de RAP é influenciado por fatores como disponibilidade e preço dos agregados primários, custo de aterro e custos de transporte, e indica que vários países levam em consideração esses mecanismos para regular o preço do RAP: o Reino Unido aplicou taxa sobre os agregados virgens e sobre o aterro, de forma a estimular a utilização do RAP; a Suécia aplica uma redução dos impostos se for usado agregado reciclado; a Holanda proibiu descarte de materiais que podem ser reutilizados. Percebe-se, portanto, a preocupação de alguns governos em propor regulamentações adequadas para tornar a reutilização de agregados uma opção economicamente competitiva.

No contexto dos EUA, Hoppe *et al.* (2015) abordam práticas de agências estadunidenses em relação às práticas de utilização do RAP e mostraram, que em 2015, o estado da Virgínia não possuía especificações sobre o uso do RAP em camadas granulares; na Flórida, 100% do RAP é aplicado em base de vias sem tráfego de veículos como acostamento e ciclovias; em Minnesota, cerca de 60% das rodovias possuem RAP na composição da base; Nova York não autoriza a utilização de RAP em rodovias com tráfego pesado; no Texas é permitido até 20% de RAP na composição de base de pavimentos flexíveis, e 50% de RAP para o caso de camadas tratadas com cimento.

No Brasil pode ser observado um decreto municipal sobre a obrigatoriedade do reaproveitamento do material fresado de asfalto em Guarujá-SP (Legislação Municipal de Guarujá, 2022). Porém, este tipo de iniciativa pública, em termos de criação de decretos e regulamentos, não é notada em outros municípios brasileiros. Araújo Junior (2019) afirma que as técnicas de reciclagem e de reutilização ainda não estão difundidas no Brasil, principalmente em cidades de pequeno porte. O autor afirma ainda que as secretarias de obra acabam optando pelas técnicas tradicionais de extração de materiais pétreos e realização de estabilização química do solo das camadas do pavimento, o que certamente gera um aumento no custo da obra. Ou seja, apesar de ter sido identificado a realização do levantamento de quantitativo e destinação do material fresado em Goiânia, isso ainda não é difundido na maioria dos municípios brasileiros.

Assim, sugere-se que seja feito um banco de dados por parte do órgão público municipal e estadual, que seja disponível abertamente para o público e que os órgãos nacionais façam relatórios anuais do gerenciamento em todo o Brasil. Com isso, seria possível ter acesso ao quantitativo de toneladas de material fresado foi gerado anualmente e em quais locais foram destinados. A divulgação desta aplicação pode propagar o conhecimento empírico entre municípios a partir de estudos de caso e de possibilidades de aplicações.

A partir disso, é possível a criação de iniciativas públicas que incentive a reutilização de material fresado e desestimule seu o descarte, como por exemplo, oferecendo a diminuição de impostos para aqueles que utilizam material reutilizado, como é feito na Suécia, ou então indicando locais de aplicação como em acostamento e ciclovias, como é feito na Flórida-EUA, e inclusive, trazendo o reaproveitamento do RAP como obrigatório, assim como é feito em Guarujá-SP.

Além disso, um levantamento de dados sobre material fresado pode estimular o desenvolvimento de mais pesquisas científicas, visando a identificação de soluções tecnicamente viáveis para aplicação de material fresado, que trazem uma questão ambiental favorável, tendo em vista a diminuição de utilização de agregados virgens.

## 5. CONCLUSÕES

Este estudo apresentou o cenário atual de geração e reutilização de material fresado em âmbito local para o município de Goiânia de do município de Aparecida de Goiânia, junto às Secretarias de Infraestrutura dos respectivos municípios. A partir deste panorama local, a pesquisa apresentou reflexões quanto à necessidade de melhoria da divulgação de informações e levantamento de dados referentes à geração e destinação de resíduos de fresagem de pavimentos e a respeito de políticas públicas utilizadas em outros locais que buscam incentivar o reaproveitamento do material fresado.

Em Goiânia, foi gerado mais de 48 mil toneladas no ano de 2021 e o mesmo ocorreu no ano de 2020. Além disso, o município de Goiânia tem reutilizado o material fresado em diversas obras de infraestrutura no município. O estudo também indicou que não é feita a atividade de fresagem de pavimentos em Aparecida de Goiânia.

Do ponto de vista do monitoramento, é possível perceber uma dificuldade em encontrar dados de municípios que geram material fresado e que reaproveitam este resíduo de alguma forma. A falta de relatório regional e nacional por parte dos órgãos públicos contribui para que não sejam feitas iniciativas públicas que incentivem a reutilização de material fresado.

Dessa forma, busca-se referência de como é feito o gerenciamento de RAP internacionalmente, e observa-se que vários países realizam o levantamento da quantidade de material fresado que é gerado, reutilizado, reciclado e descartado. Sendo estes dados muito importantes e significativos, tendo em vista a possibilidade que o poder público tem em elaborar regulamentações para incentivar a reutilização e a reciclagem do material fresado em seu país.

Diante desse panorama, em termos do material fresado, este estudo sugere que seja desenvolvido por parte de órgãos públicos municipais e estaduais um banco de dados de quantitativo de material fresado gerado e quais destinações foram feitas para este resíduo, possibilitando que órgãos nacionais façam relatórios anuais do panorama de gerenciamento de material fresado em todo o Brasil. Além disso, são apontadas diversas iniciativas públicas realizadas em outros países com o intuito de

incentivar a reutilização de material fresado e desestimular o descarte do RAP, tendo em vista que muitos estudos indicam que possui capacidade de melhorar o desempenho de novos pavimentos.

Dessa forma, vale salientar que a reutilização do resíduo, a partir de critérios técnicos de utilização, é capaz de promover vantagens no desempenho técnico de pavimentos, redução dos custos da obra, redução do transporte de insumos da infraestrutura, redução da exploração de jazidas e materiais virgens para a construção destes mesmos pavimentos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAM, T. B.; ABDELRAHMAN, M.; SCHRAM, S. A. Laboratory characterisation of recycled asphalt pavement as a base layer. **International Journal of Pavement Engineering**, v. 11, n. 2, p. 123-131, 2010.
- ALVES, K. C. S. K. **Estudo do fosfogesso tratado termicamente e suas misturas com solo tropical**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás, 2015.
- ARAÚJO, W. E. L. **Aproveitamento de resíduos da extração de micaxisto em pavimentos flexíveis**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás, 2008.
- ARAÚJO JUNIOR, L. P. V. **Estudo sobre estabilização de solo com material fresado de pavimentação asfáltica**. Dissertação de mestrado. UFSCar. São Carlos, 2019.
- ARSHAD, M.; AHMED, M. F. Potential use of reclaimed asphalt pavement and recycled concrete aggregate in base/subbase layers of flexible pavements. **Construction and Building Materials**, v. 151, p. 83-97, 2017.
- BARROS, R. F. **Utilização do revestimento fresado da BR-104 como material de reforço da camada de base e/ou sub-base**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru, 2013.
- BONFIM, V. **Fresagem de pavimentos asfálticos**. 3ª ed. Exceção Editorial. São Paulo, 2007.
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a política nacional de resíduos sólidos, 2010.
- CABRAL, S. M. **Estudo de misturas asfálticas recicladas a quente com incorporação de material fresado**, 2021. Dissertação de Mestrado em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.
- CCR - Companhia de Concessões Rodoviárias. **Relatório Integrado 2021**. Equipe de Sustentabilidade, e Comunicação do Grupo CCR. 2021. Disponível em: <<https://www.grupoccr.com.br/ri2021/#sobrerelatorio>>. Acesso em: agosto de 2022.
- CNT - Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias 2021**. CNT: SEST, SENAT. Brasília, 2021. 231 p.
- CNT - Confederação Nacional do Transporte. **Transporte Rodoviário. Por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** Brasília, DF. CNT. 2017. 160p.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307, de 05 de Julho de 2002**, Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Publicada no Diário Oficial da União nº 136, de 17/07/2002. Brasília, DF. 2002. p. 95-96.
- COPELAND, A. **Reclaimed asphalt pavement in asphalt mixtures: State of the practice**. United States. Federal Highway Administration. Office of Research, Development, and Technology, 2011.
- CORREIA, R. S. **Estudo de viabilidade econômica para o uso de resíduos de construção e demolição em camadas de base e sub-base de pavimentos**. Rio de Janeiro: UFRJ. Escola Politécnica, 2014.
- COSTA, J. M.; BRADSHAW, A. S.; SNYDER, R. L. **Resilient moduli of a naturally aged RAP and aggregate blend**. In: Geo-Congress 2014: Geo-characterization and Modeling for Sustainability. p. 3025-3034, 2014.
- 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.

- COUTO, J. B. **Estudo de Misturas Solo-Agregado em Bases e Sub-Bases Rodoviárias do Rio Grande Sul: Caracterização em Laboratório e Execução de Trecho Experimental**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2009.
- CUNHA, N. L. **Uso de materiais não convencionais para base de pavimentos asfálticos no município de Aparecida de Goiânia - GO**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás, 2011.
- DIAS, P. S.; PINTO, I. E.; COSTA, C. **Contribuição ao estudo de materiais fresados incorporados a um solo argilosilteoso para o uso em camadas de pavimentos flexíveis**. 44ª RAPv–Reunião anual de pavimentação e 18º ENACOR–Encontro Nacional de Conservação Rodoviária, 2015.
- DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Pavimentação**. Instituto de Pesquisa Rodoviárias. 3ª. ed. Rio de Janeiro, 2006.
- EAPA - European Asphalt Pavement Association. **Arguments to stimulate the government to promote asphalt reuse and recycling**. Brussels, Belgium, 2008. 14p.
- EAPA - European Asphalt Pavement Association. **Asphalt the 100% recyclable construction product**. Brussels, Belgium, 2014. 21p.
- EAPA - European Asphalt Pavement Association. **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.
- GARCÊS, A.; RIBEIRO, G. Z.; VAZ, E. F.; SERENO, M. V. C.; OLIVEIRA, V. N. **Utilização de Material Proveniente de Fresagem na Composição de Base e Sub-base de Pavimentos Flexíveis**. XVII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. COBRAMSEG. Goiânia - GO, 2014.
- HENCHEN, E. F. **Utilização de material fresado para base e sub-base de pavimentos**. Trabalho de Conclusão. Graduação em Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Santa Rosa, 2018.
- HOPPE, E. J.; LANE, D. S.; FITCH, G. M.; SHETTY, S. Feasibility of reclaimed asphalt pavement (RAP) use as road base and subbase material. Virginia Center for Transportation. **Innovation & Research**. 2015.
- KIM, W.; LABUZ, J. F.; DAI, S. Resilient modulus of base course containing recycled asphalt pavement. **Transportation research record**, v. 2005, n. 1, p. 27-35, 2007.
- KLAMT, R. A.; FONTOURA, P. R.; BUDNY, J.; SANTOS, F. F. “Estudo da utilização da reciclagem de concreto asfáltico como camada de pavimento”. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. GeAS. São Paulo, v. 7, n. 3, p. 539-553, 2018.
- LEITE, L. M. F., DA MOTTA; L. M. G.; COSTA, E. C.; TEIXEIRA, L. H.; MORILHA, A.; MARTINS, L. D. **Informações básicas sobre materiais asfálticos. A importância das características dos agregados no desempenho das misturas asfálticas**, volume 1. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP). Rio de Janeiro, 2021.
- Legislação Municipal de Guarujá/SP. **Decreto nº 14.839. Regulamenta a Lei nº 4.968 de 06 de janeiro de 2022, que dispõe sobre a obrigatoriedade do reaproveitamento do material fresado de asfalto (raspa) nas vias públicas não pavimentadas do Município, e dá outras providências**. Legislação Municipal de Guarujá – SP. Guarujá, 2022. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/sp/g/guaruja/decreto/2022/1484/14839/decreto-n-14839-2022-regulamenta-a-lei-n-4968-de-06-de-janeiro-de-2022-que-dispoe-sobre-a-obrigatoriedade-do-reaproveitamento-do-material-fresado-de-asfalto-raspa-nas-vias-publicas-nao-pavimentadas-do-municipio-e-da-outras-providencias?r=c> . Acesso em: setembro de 2022.
- MACGREGOR, J. A. C.; HIGHTER, W. H.; DEGROOT, D. J. Structural numbers for reclaimed asphalt pavement base and subbase course mixes. **Transportation research record**, v. 1687, n. 1, p. 22-28, 1999.
- MARQUES, M. O. **Avaliação de trechos de pavimentos experimentais construídos com materiais alternativos na região metropolitana de Goiânia**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás, 2012.

MESQUITA, G. M. **Aplicação de misturas de fosfógeno e solos tropicais finos na pavimentação**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás, 2007.

METOGO, D. A. N. **Construção e avaliação inicial de um trecho de pavimento asfáltico executado com misturas de solo tropical, fosfógeno e cal**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2011.

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

MOREIRA, J. P. M. V.; CORREIA, A. G.; PEREIRA, P. A. A. **Contribuição para a reutilização de material fresado em camadas estruturais de pavimento**. in: Congresso Nacional de Geotecnia, 10, Lisboa, Portugal, 2006. "Geotecnia multidisciplinar: estudos". Lisboa: Sociedade Portuguesa de Geotecnia, v. 2, p. 439-448, 2006.

Município de Canelinha. **Prefeitura aplica material fresado entre as localidades de Tubarim e Papagaios**. Município de Canelinha – SC, Canelinha, 2017a. Disponível em:

<https://www.canelinha.sc.gov.br/noticias/index/ver/codMapaltem/33817/codNoticia/413364>. Acesso em: setembro de 2022.

Município de Canelinha. **Canelinha é referência na aplicação de material fresado**. Município de Canelinha – SC, Canelinha, 2017b. <https://www.canelinha.sc.gov.br/noticias/ver/2017/07/canelinha-e-referencia-na-aplicacao-de-material-fresado>. Acesso em: setembro de 2022.

Município de Correia Pinto. **Material Fresado**. Município de Correia Pinto – SC. Correia Pinto, 2017. Disponível em: <https://www.correiapinto.sc.gov.br/noticias/ver/2017/10/material-fresado>. Acesso em: setembro de 2022.

Município de Major Vieira. **Prefeitura recupera ruas com material fresado**. Município de Major Vieira – SC. Major Vieira, 2022. Disponível em:

<https://www.majorvieira.sc.gov.br/noticias/index/ver/codMapaltem/18174/codNoticia/737220>. Acesso em: setembro de 2022.

OLIVEIRA, Jessamine Pedrosa de. **Estudo de solo argiloso laterítico da RSC-377 com agregados graúdos para uso em bases e sub-bases de pavimentos econômicos**. Ijuí, Rio Grande do Sul, 2019.

PEREIRA, L. B. F. **Aplicação de Material Fresado em Camadas Granulares de Pavimentos Asfálticos**. Dissertação de Mestrado em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2022.

PESSONI, H. R. **Utilização de material fresado na composição de camadas granulares de pavimentos flexíveis**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Goiás. Aparecida de Goiânia, Goiás, 2022.

PIRES, G. M.; SPECHT, L. P.; PINHEIRO, R. J. B.; PEREIRA, D. S.; CONCEIÇÃO, B. M. **Estudo do material fresado estabilizado química e granulometricamente para aplicação em bases de pavimentos**. In: Anais do Congresso Ibero-Latinoamericano de Asfalto, República da Guatemala, Guatemala. 2013.

PONCIO, T. O., CENTOFANTE, R., KLAMT, R. A., SANTOS, T. A. **Análise da importância da granulometria do material fresado na estabilização do solo**. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica e Desenvolvimento Urbano, 2018, Salvador- BA. Anais. Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, 2018.

Prefeitura de Goiânia. **Prefeitura leva serviços a várias regiões de Goiânia**. Juan Meloni, da editoria de Infraestrutura Urbana. Goiânia, 2021a. Disponível em: < [https://www.goiania.go.gov.br/\\_prefeitura-mantem-trabalhos-em-varias-regioes-de-goiania/](https://www.goiania.go.gov.br/_prefeitura-mantem-trabalhos-em-varias-regioes-de-goiania/) > Acesso em: agosto de 2022.

Prefeitura de Goiânia. **Prefeitura leva serviços a várias regiões de Goiânia**. Juan Meloni, da editoria de Infraestrutura Urbana. Goiânia, 2021b. Disponível em: < <https://www.goiania.go.gov.br/prefeitura-realiza-manutencao-asfaltica-nos-bairros-estrela-dalva-goiania-2-e-santa-rita/> > Acesso em: agosto de 2022.

Prefeitura de Goiânia. **Alto do Vale, Celina Park e Bairro Floresta recebem serviços de construção de galerias pluviais**. Juan Meloni, da editoria de Infraestrutura Urbana. Goiânia, 2022a. Disponível em: < <https://www.goiania.go.gov.br/alto-do-vale-celina-park-e-bairro-floresta-recebem-servicos-de-construcao-de-galerias-pluviais/> > Acesso em: agosto de 2022.

Prefeitura de Goiânia. **Serviço de acessibilidade beneficia Região da Avenida Bernardo Sayão**. Juan Meloni, da editoria de Infraestrutura Urbana. Goiânia, 2022b. Disponível em: < <https://www.goiania.go.gov.br/servico-de-acessibilidade-beneficia-regiao-da-avenida-bernardo-sayao/> > Acesso em: agosto de 2022.

Prefeitura de Goiânia. **Prefeitura de Goiânia faz manutenção de asfalto, iluminação, escolas e bocas de lobo em 55 bairros.** Prefeitura de Goiânia. Goiânia, 2022c. Disponível em: < <https://www.goiania.go.gov.br/manutencoes-em-asfalto-iluminacao-escolas-e-limpezas-de-bocas-de-lobo-chegam-a-mais-de-55-bairros-nesta-segunda-7/> > Acesso em: agosto de 2022.

Prefeitura de Goiânia. **Prefeitura de Goiânia faz reparos no asfalto de 14 bairros de Goiânia, nesta sexta-feira (18/02).** Prefeitura de Goiânia. Goiânia, 2022d. Disponível em: < <https://www.goiania.go.gov.br/prefeitura-de-goiania-faz-reparos-no-asfalto-de-14-bairros-de-goiania-nesta-sexta-feira-18-02/> > Acesso em: agosto de 2022.

Prefeitura de Goiânia. **Prefeitura de Goiânia constrói galeria no Parque Oeste e leva às ruas 311 colaboradores da Seinfra.** Prefeitura de Goiânia. Goiânia, 2022e. Disponível em: < <https://www.goiania.go.gov.br/prefeitura-de-goiania-constroi-galeria-no-parque-oeste-e-leva-as-ruas-311-colaboradores-da-seinfra/> > Acesso em: agosto de 2022.

Prefeitura de Goiânia. **Prefeitura de Goiânia faz reparos na rede de iluminação em 43 bairros, nesta sexta-feira (25/02).** Prefeitura de Goiânia. Goiânia, 2022f. Disponível em: < <https://www.goiania.go.gov.br/prefeitura-de-goiania-faz-reparos-na-rede-de-iluminacao-em-43-bairros-nesta-sexta-feira-25-02/> > Acesso em: agosto de 2022.

Prefeitura Municipal de Guaraqueçaba. **Prefeitura de Guaraqueçaba anuncia início de pavimentação com material fresado na sede do município.** Prefeitura Municipal de Guaraqueçaba – PR. Guaraqueçaba, 2021. Disponível em: <https://www.guaraquecaba.pr.gov.br/noticia/6475/prefeitura-de-guaraquecaba-anuncia-inicio-de-pavimentacao-com-material-fresado-na-sede-do-municipio/>. Acesso em: setembro de 2022.

Prefeitura Municipal de Pelotas. **Material fresado viabiliza pavimentação de ruas do Fragata.** Prefeitura Municipal de Pelotas – RS. Pelotas, 2019. Disponível em: <https://pelotas.rs.gov.br/noticia/material-fresado-viabiliza-pavimentacao-de-ruas-do-fragata>. Acesso em: setembro de 2022.

QUEIROZ, F. A. **Utilização de material fresado para aplicação em camadas de sub-bases de pavimentos rodoviários.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande. Paraíba, 2011.

QUINTANILHA, F. S. **Avaliação de utilização e desempenho de resíduos de construção e demolição em bases e sub-bases de pavimentos flexíveis.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2008.

RESPLANDES, H. M. S. **Estudo Ambiental e Mecânico da Aplicação do Agregado Reciclado na Estrutura de Pavimentos Flexíveis.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2007.

RUFO, R. C. **Estudo laboratorial de misturas de fosfogesso, solo Tropical e cal para fins de pavimentação.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2009.

SANTOS, A. S.; LEANDRO, E. A. **Estudo da aplicação de asfalto fresado e resíduo de rocha ornamental como base e sub-base de pavimentos.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2017.

SANTOS, A. J., LIMA, C. M. C., KAKUDA, F. M.; DE CASTRO TAKEDA, M. **Avaliação do comportamento mecânico de um solo laterítico e um solo não-laterítico estabilizado com asfalto fresado.** XIV SIBESA, Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu - PR. 2018.

São Miguel do Iguaçu. **Governo Municipal inicia aplicação de fresado de asfalto em estrada rural.** São Miguel do Iguaçu – PR. São Miguel do Iguaçu, 2021. Disponível em: <https://www.saomiguel.pr.gov.br/governo-municipal-inicia-aplicacao-de-fresado-de-asfalto-em-estrada-rural/>. Acesso em: setembro de 2022.

SEINFRA. Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana. **Relatório: Asfalto Triturado da ENGEFORT / CONSTRU SERVERVICE para Pedreira (TON).** Prefeitura de Goiânia. Goiânia, 2021.

SILVA, M. R.; CERVO, T. C.; BARONI, M.; DUARTE, F. Estudo da estabilização granulométrica e química de material fresado para emprego em camadas de pavimentos. **Revista de Engenharia Civil IMED**, v. 5, n. 1, p. 20-31, 2018.

TEIXEIRA, G. B.; BEZERRA, H. B.; BORGES, P. A. B. **Utilização de misturas de cascalho laterítico, asfalto fresado e resíduo de pó de granito na pavimentação.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás, 2017.

Tijuca do Sul. **Estradas da Lagoa recebem material fresado de asfalto**. Prefeitura do Município de Tijuca do Sul - PR, Tijuca do Sul, 2018, Disponível em: <https://www.tijucasdosul.pr.gov.br/index.php/2018/07/04/estradas-da-lagoinha-recebem-material-fresado-de-asfalto/>. Acesso em: setembro de 2022.

ULLAH, S.; TANYU, B. F. **Effect of Variation in moisture content on the mechanical properties of base course constructed with RAP-VA blends**. In: Geo-Congress 2020: Geotechnical Earthquake Engineering and Special Topics. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, p. 612-620, 2020.

ULLAH, S.; TANYU, B. F. Methodology to develop design guidelines to construct unbound base course with reclaimed asphalt pavement (RAP). **Construction and Building Materials**, v. 223, p. 463-476, 2019.