

ESTUDO SOBRE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DA FRESAGEM DE PAVIMENTO ASFÁLTICO NO ESTADO PARANÁ, SOB JURISDIÇÃO DO DER.

Eng. Civil Patrícia Oliveira Pereira – DER/PR

Dra. Lilian Tais de Gouveia - UEPG

Dr. João Arami Martins Pereira –UFFS/PR

Eng. Agr. Jacqueline Romero Pereira – UFPR

RESUMO

A fresagem é tida como o “corte” do pavimento asfáltico, em função da deterioração causada pelas intempéries climáticas bem como o desgaste pelo uso do tráfego de veículos automotores, que é utilizada para reciclagem como uma forma de realizar a restauração do pavimento, bem como para outros fins. No Estado do Paraná o fresado é utilizado pelo DER/PR e ou doado como material inservível aos municípios do Paraná. Enquanto esse material não é reutilizado, ele fica depositado em pátios ou faixa de domínio às margens das Rodovias, podendo dessa forma ocasionar passivos ambientais. As Superintendências Regionais do DER/PR entregam mensalmente relatório no qual discriminam quantidades de fresados disponíveis e seus destinos, bem como outras informações necessárias ao atendimento da legislação vigente, referente ao material fresado. Através destes relatórios foi verificado que uma melhor utilização, pelo próprio DER/PR para manutenção das rodovias ou ainda sendo reciclado e utilizado para pavimentação de estradas e rodovias traria um ganho considerável ao meio ambiente e resultando em menor custo financeiro e racionalização de recursos públicos. Considera-se que a fresagem vem contribuir com o meio ambiente e que a reciclagem do material fresado, apesar deste ser doado às prefeituras em quase sua totalidade por meio de convênios firmados entre as partes, deve ser melhor utilizada para recomposição e conservação de revestimentos asfálticos das rodovias estaduais e federais do Estado do Paraná e inclusive, dentro de um planejamento estratégico de asfaltar novas rodovias, ampliando o sistema viário e conseqüentemente contribuindo com o desenvolvimento econômico e social.

Palavras-Chave: Meio Ambiente. Fresado. Reciclagem.

1 INTRODUÇÃO

Na década de 1970 devido à crise econômica ocorreu a escassez de material asfáltico, desta forma os técnicos se voltaram para o reaproveitamento de materiais de pavimentação de pistas deterioradas de forma a restabelecer as condições de trafegabilidade de vias a níveis satisfatórios, tanto do ponto de vista técnico quanto financeiro (BONFIM, 2007).

Ainda, segundo Bonfim, 2007, pode-se conceituar a fresagem de pavimentos como sendo o “corte” ou desbaste de uma ou mais camadas do pavimento, com espessura pré-determinada, por meio de processo mecânico realizado a quente ou a frio, empregado como intervenção visando restabelecer o pavimento. A técnica de reciclagem de pavimentos consiste em transformar um pavimento degradado, esse processo consiste na desagregação de parte do pavimento flexível, sua correção e transformação em uma estrutura homogênea adequadamente dimensionada para receber os esforços do tráfego (SPECHT et al., 2013).

Segundo o DNIT (2016), em seu Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, a reciclagem dos pavimentos existentes é apresentada como uma solução para muitos defeitos e oferecem inúmeras vantagens em relação à utilização convencional de materiais virgens. Entre as vantagens que a reciclagem pode oferecer, incluem-se: conservação de agregados, de ligantes e de energia; preservação do meio ambiente; e restabelecer as condições geométricas existentes.

A malha Rodoviária Paranaense é composta por rodovias federais, estaduais e municipais, totalizando 120.849,63 quilômetros, segundo o Sistema Rodoviário do Estado do Paraná (2017), essas Rodovias têm sua manutenção feita de forma extensiva, e dependendo do tipo de intervenção realizada, gera-se o material fresado do pavimento asfáltico. Tendo em vista que o fresado é um material que pode ser reutilizado e/ou reciclado, é possível a economia, tendo em vista que o material fresado tem seu próprio valor, para execução de novos pavimentos ou reabilitar rodovias ainda não pavimentadas

O material fresado deve ser acondicionado em locais com licenciamento ambiental. Esse material tem sido acondicionado nas faixas de domínio das rodovias e pátios, para posterior reutilização, haja vista que seu descarte indiscriminado pode causar danos ao meio ambiente, como contaminações, assoreamentos de córregos. Dado o desgaste da ação do tempo e do tráfego de veículos automotores sobre as rodovias com pavimento asfáltico, surgem questões como a quantidade de materiais fresados e os destinos para a reciclagem. Desta forma, pode-se observar a importância de estudos que demonstrem as possibilidades de reutilização e os destinos do material fresado nas estradas do Paraná, através dos relatórios emitidos pelas regionais do DER. Foram disponibilizados pela Coordenadoria de Gestão da Malha Rodoviária relatórios de dez/2019 a mai/2020.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Vida útil das rodovias

Segundo Bonfim (2007) referindo-se ao pavimento asfáltico para permitir viagens confortáveis e quando já não atende mais esse desígnio, deve-se intervir visando o seu restabelecimento, sendo que isso que pode ser realizado através da técnica de fresagem.

Conforme Oliveira (2018) a durabilidade de uma rodovia está diretamente relacionada com três fatores: a elaboração de um projeto construtivo, que dimensiona e especifica as diversas camadas da rodovia. A execução desse projeto, seguindo as especificações do projeto e a manutenção da rodovia, que serve para prevenir ou corrigir os possíveis defeitos que aparecem ao longo do tempo. E para identificar os fatores que controlam o comportamento de um pavimento, leva-se em consideração dois elementos que agem no pavimento asfáltico: o clima, que age em função das mudanças de temperatura, das chuvas e da umidade, e o tráfego que é visualizado em função da degradação da estrutura do pavimento que suporta a carga e tensões desenvolvidas pelos veículos de carga.

De acordo com pesquisa da CNT (Confederação Nacional do Transporte) de 2017, uma das causas que colaboram para a pouca durabilidade do pavimento das rodovias brasileiras é a carência de fiscalização e controle de pesagem nas rodovias. Pesquisas mostram que existe uma falta de postos de pesagem, e que há escassez de investimento na conscientização dos usuários sobre os danos causados pelo sobrepeso dos veículos. Diante dos processos formativos, evolutivos e atuantes, dos processos de produção, construtivos e do comportamento durante a vida útil do pavimento, das degradações asfálticas ocorre a necessidade de fresagem asfáltica (CNT, 2017).

2.2 Fresagem

A fresagem tem por intento cortar uma ou mais camadas de um pavimento asfáltico por interlúdio de processo mecânico (Bonfim, 2007). Empreendem-se cortes por movimentos rotativos contínuos, ascendendo o material fresado para o caminhão basculante que irá realizar o transporte do material para a destinação. É essencial que a fresagem dê origem a um pano aparentemente uniforme, permitindo que o tráfego se desloque de maneira suave e confortável (DER/PR, 2005).

Conforme Oliveira (2018) a fresagem viabiliza a reobtenção dos agregados em forma granular, mesmo que envolvidos por ligante envelhecido e em função do desgaste da camada, com sua granulometria modificada. Originou-se para o restabelecimento de pavimentos, requerendo equipamentos e procedimentos específicos, que realizam o desgaste da estrutura degradada por meio processo abrasivo e rotação intensa. Principais utilizações do fresado são na pavimentação, na manutenção e restauração/reabilitação de rodovias.

2.2.1 Execução da Fresagem

Bonfim (2007) destaca que a ablação da camada deverá ser realizada por meio de fresagem mecânica a frio, de maneira que resulte em uma pista com superfície de textura rugosa, no entanto uniforme, cuja fresagem a frio é aquela empreendida sem nenhum tipo de aquecimento dos materiais. Já os equipamentos devem atender às características e tipos necessários para a execução dos serviços.

Oliveira (2018) destaca a importância de máquinas e equipamentos no processo de fresagem e de reciclagem, cujos dispositivos mecânicos são de manutenção simples e rápida para execução dos serviços, cujas operações de fresagem e reciclagem, as máquinas são utilizadas de forma independente, mas de forma a fazerem duas ou mais operações simultaneamente. Quanto às máquinas e equipamentos não se entrará em mais detalhes, em função de que o objetivo desta pesquisa é verificar a destinação dos materiais asfálticos fresados.

2.2.2 Classificação dos tipos de fresagem

Para Bonfim (2011), os processos de fresagem podem ser categorizados quanto à espessura do corte e à rugosidade que resulta na pista. Quanto a espessura de corte há três tipos de fresagem, são elas: fresagem superficial; fresagem rasa e fresagem profunda. E quanto à rugosidade que resulta, sendo: fresagem padrão, fresagem fina e microfresagem.

Referente à fresagem quanto à espessura, de acordo com Oliveira (2018) é constituída pela fresagem superficial ou de regularização, que se destina a correção de deficiências existentes na superfície do pavimento asfáltico. Já a fresagem rasa chega às camadas superiores do pavimento, sendo possível que alcance a camada de ligação, sendo que na maioria das aplicações atinge uma profundidade média de corte em torno de 5 cm. Por outro lado, a fresagem profunda, consiste de corte que alcance níveis consideráveis, isto significa que alcance as camadas de ligação, de base e até a sub-base do pavimento.

A fresagem quanto à rugosidade, segundo Oliveira (2018) trata-se de três tipos, sendo a microfresagem, resultante de aplicação com cilindro dotado de dentes espaçados lateralmente com intervalos entre 2 e 3 mm. Já a fresagem fina, o espaçamento entre os dentes do tambor tem fica em torno 8 mm, possibilitando sulcos menores e menor rugosidade na pista que a fresagem padrão. Na fresagem padrão, o espaçamento entre os dentes tem em torno de 15 mm, ao ser executada essa fresagem deve-se seguir de acréscimo de nova camada de revestimento, tendo em vista a rugosidade elevada que resulta.

Conforme Bonfim (2007) a superfície fresada deve ter uma textura rugosa, no entanto regular, sem desníveis durante a utilização do equipamento, e a profundidade dos sulcos para cada emprego deve estar nos seguintes limites: - para fresagem padrão, com profundidade

de até 8 mm - para fresagem fina, com profundidade de até 5 mm e; - para microfresagem, com profundidade de até 3 mm. Com manutenção do sistema de corte, constituído dos dentes, porta-dentes e raspadores, realizada quando necessária, com o objetivo de garantir uma superfície fresada de textura rugosa regular. Para o emprego da técnica de fresagem Bonfim (2007) ressalta que podem causar alguns problemas no pavimento inerentes ao processo, como degrau na pista, aparecimentos imprevistos na elevação de custos e até problemas na solução adotada.

2.3 Reciclagem

2.3.1 Reciclagem de Material Asfáltico

A definição de reciclar é aproveitar o material asfáltico, deteriorado pelo excesso de cargas ou pelo desgaste pelo tempo em decorrência de sua vida útil, retirado para a criação de um novo com funcionalidades iguais ou diferentes de sua matriz. Reciclar é contrário ao conceito de reutilizar, onde apenas consiste na utilização do produto existente sem sua modificação. Sendo ainda que ambos são estratégias para evitar aumento de custos e estimular a sustentabilidade do pavimento asfáltico (Santos e Demuelenare, 2018).

Para David (2006) existem diversas técnicas de reciclagem, destacando que os pavimentos flexíveis, podem ser realizados a frio ou a quente, com processamento em usina ou *in situ*, fresando o pavimento na profundidade especificada em projeto, resultando em partículas de dimensões finais dependentes da profundidade do corte, da velocidade do avanço da máquina.

Alguns dos métodos de reciclagem são do tipo Marini e Wirtgen, que conforme Santos e Demuelenare (2018), o primeiro, consiste na fresagem do material a frio do revestimento, é misturado em equipamento adequado a quente ou a frio, com adição de agente rejuvenescedor de asfalto, material betuminoso ou estabilizantes químicos, com o respectivo espalhamento. Já o segundo método utilizado a máquina Remixer da Wirtgen, na qual a fresagem do material é executada a quente, com aquecimento da superfície para a ablação do revestimento, que posteriormente é misturado com novos agregados e ligantes e feita o seu espalhamento e compactação na pista.

2.4 ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Para definição das estratégias de reabilitação dos pavimentos asfálticos é necessário conhecer a condição da estrutura, o que é conhecido através de uma previa avaliação funcional e estrutural (BERNUCCI et al., 2008). Por conta de que a fresagem do pavimento é

a solução tecnicamente viável para muitos dos defeitos, mas nem sempre a mais adequada, tendo em vista à gênese dos defeitos do pavimento (Bonfim, 2007).

2.4.1 Reciclagem a Quente

De acordo com as resoluções ES 033/2005 e ES 034/2005 do DNIT (2005) “a reciclagem a quente usualmente é executada seguindo especificações de serviços. A técnica tem como propósito recuperar os agregados e ligantes do revestimento deteriorado para fazer uso do material, mantendo parte de suas características funcionais e mecânicas, atendendo os principais elementos estruturais da rodovia.

Quanto ao método de reciclagem do pavimento asfáltico a quente *in situ*, de acordo com Santos e Demuelenare (2018), é a mistura asfáltica reciclada no local a quente, usando como ligante o cimento asfáltico, com o propósito de fazer uso do material deteriorado conservando parte de suas características funcionais e mecânicas, atendendo os princípios e elementos estruturais da rodovia.

Segundo a resolução DNIT (034/2005-ES) a mistura asfáltica a ser reciclada é obtida na ablação a quente ou a frio da camada asfáltica deteriorada. Ressaltando que o equipamento para remoção da camada danificada, não deve alterar muito as características granulométricas, bem como deve proporcionar degradação e oxidação do resíduo asfáltico, que deve ser transportado e armazenado em equipamento destinado que atenda as especificações.

Segundo DNIT (2005) a reciclagem a quente é conceituada como um processo de correção da deterioração de superfície, através do corte e fragmentação do revestimento asfáltico antigo (geralmente por fresagem). Tal procedimento de reciclagem do pavimento asfáltico, refere-se à fresagem do material e para simultaneamente ou posterior utilização do mesmo, como agregado, que mistura-se a quente no próprio local, ficando essa técnica denominada como usina estacionária ou *in situ* e podendo também acrescentar, cimento asfáltico de petróleo, agregados, dentre outros agentes.

Por outro lado, a reciclagem do pavimento asfáltico a quente, segundo Santos e Demuelenare (2018), quando o pavimento asfáltico acha-se deteriorado estruturalmente, que é retirado por uma fresadora capaz de arrancar a camada superficial total ou parcial a uma profundidade definida, na sequência o referido material é transportado para local de depósito, com reciclagem por usina estacionária ou no próprio local. No relato de Santos e Demuelenare (2018), afirmam que esse método é recente e utiliza uma quantidade de material superior as misturas comuns, com elevado número de ensaios que são precedidos à aplicação da técnica, se tornando mais dispendioso.

2.4.2 Reciclagem a Frio

Segundo David (2006) o processo de reciclagem de pavimento asfáltico a frio *in situ* é composto por várias operações: adição de agregado, sendo espalhado na pista antes da fresagem, fresagem de material existente, transformação do material fresado em um material homogêneo, adição do ligante asfáltico novo e/ou agente de reciclagem, mistura de todos os componentes, espalhamento da mistura, compactação da mistura, cura da mistura e; aplicação da camada de proteção/rolamento.

Quanto às vantagens e as desvantagens de pavimento asfáltico, David (2006) destaca que o método de reabilitação de revestimentos, depende da avaliação de vários critérios, que são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais critérios de seleção para reciclagem a frio *in situ*

Não se recomenda quando houver:	Recomenda-se quando houver:
problemas de subleito	Trincamento
incompatibilidade ao volume de tráfego	Desgaste
falta de adesividade	Irregularidade superficial
excesso de ligante	Necessidade de camada de binder ou base
condições severas de frio e umidade	no caso de recapeamento
espessuras de revestimento inferiores a 4 cm	Necessidade de reabilitação seletiva por faixa de rolamento
	Falta de agregados virgens na região

Fonte: David (2006), adaptado pela Autora

2.4.3 Técnicas de Reciclagem de Pavimentos Asfálticos

Quanto à reciclagem com cimento, Oliveira (2018) descreve que é uma técnica há muito tempo utilizada por se tratar da mais econômica e especialmente indicada para pavimentos com grande espessura de camadas granulares e pequena espessura de camadas betuminosas, situação muito comum em pavimentos antigos. É um processo de reconstrução parcial da estrutura do pavimento com emprego de equipamentos próprios para esta finalidade. Para Oliveira (2018) os valores da dosagem de cimento utilizados normalmente de 4% a 6% e devem obedecer aos requisitos das Normas DNER 036/95, ABNT NBR 5732/91 e NBR 11579/91.

Referente à reciclagem de revestimento asfáltico com emulsão betuminosa, Oliveira (2018) relata que na técnica *in situ* a frio com adição de emulsão asfáltica, é o procedimento de restabelecimento de pavimento com reaproveitamento total ou parcial do revestimento existente. Que tem como finalidade principal recuperar as camadas degradadas e

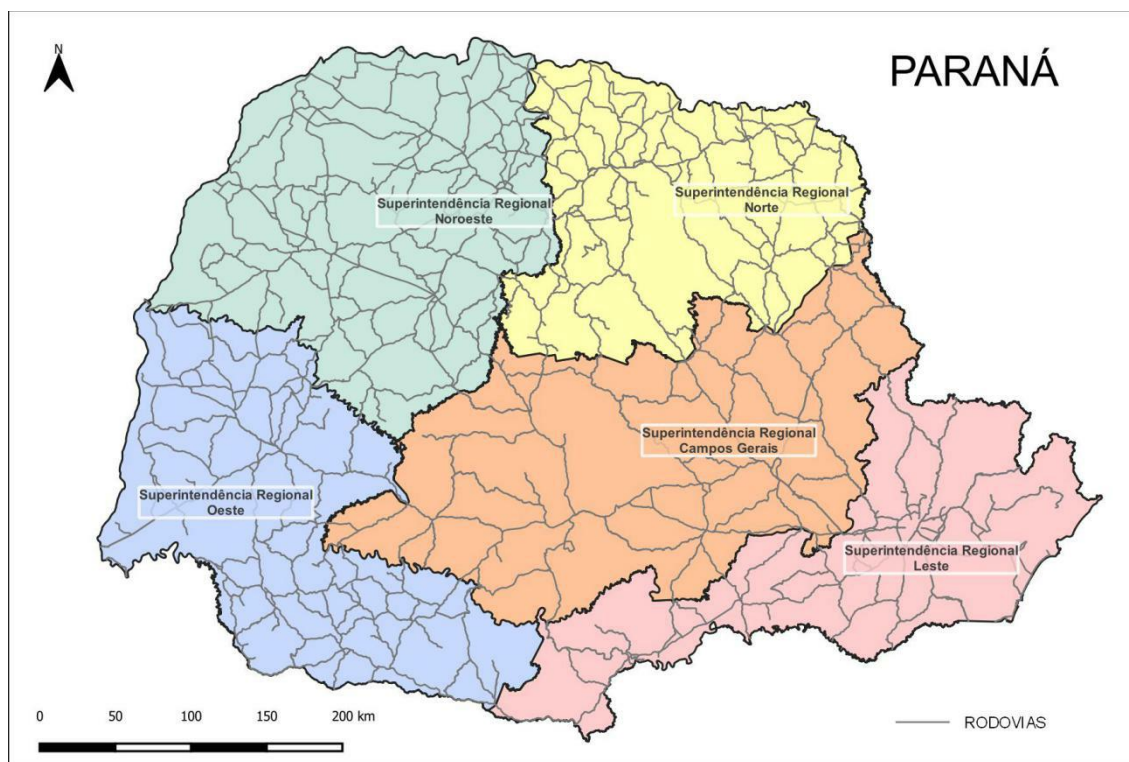
envelhecidas em pavimentos com uma resistência estrutural adequada às condições de tráfego.

2.5 Manutenção das rodovias pelo DER/PR

O Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER, era responsável pelo plano geral de viação das estradas, fiscalizando os serviços técnicos e administrativos, regulando e controlando o tráfego. O Fundo Rodoviário Nacional foi criado em 1937, e assim as unidades da federação passam a receber recursos públicos específicos destinados à construção, conservação e melhoria das estradas (DNIT, 2020).

Quanto à institucionalização do Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná - DER/PR, conforme o Decreto-Lei nº. 547, de 18 de dezembro de 1946 foi criado o DER/PR. Entidade ligada diretamente à Secretaria de Viação e Obras Públicas, erigida em pessoa jurídica com autonomia administrativa e financeira (BRASIL, 1946).

Mapa 1 - Superintendências Regionais do DER/PR



Fonte: DER/PR (2020)

O DER/PR atua nas rodovias estaduais, fortuitamente no apoio aos municípios em suas malhas viárias e, em situações emergenciais, em rodovias federais. Desenvolve ações em sua sede administrativa em Curitiba, 05 (cinco) Superintendências Regionais, conforme Mapa 1, que contam com o apoio de 14 (quatorze) Escritórios Regionais, unidades descentralizadas das Superintendências (DER/PR, 2020).

Segundo o DER/PR (2020) cada regional gerencia os programas de manutenção da Malha Rodoviária, que são denominados de CREMEP, COP e Concessões, que possuem os seguintes aspectos e configurações:

- CREMEP – Conservação e Recuperação com Melhoria do Estado do Pavimento.
- COP – Conservação de pavimento: Atinge a conservação de aproximadamente 8.000 km de rodovias com serviços de reparos superficiais e profundos, de forma localizada, e melhorias em pequenos segmentos descontínuos.
- Concessão – O Programa de Concessões de Rodovias foi implementado em novembro de 1997 com a outorga de concessão à iniciativa privada para a exploração de rodovias, mediante a cobrança de pedágio e a prestação de serviços de recuperação, melhoramentos, conservação, manutenção e aumento de capacidade, bem como, prestação de serviços aos usuários de rodovias.

As Rodovias sob jurisdição do DER/PR se dividem em Estaduais e Federais, sendo que parte da malha estadual - 690,90 km e federal 1.818,00 são concedidas a iniciativa privada. Na tabela 2, são apresentadas as extensões totais (DER/PR - SRE, 2017).

Tabela 2 - Resumo Rodovias Federais e Estaduais sob Jurisdição do DER/PR

Jurisdição	Não pavimentada (km)	Pavimentada (km)	Em Obras (km)	Total (km)
Rodovias Federais	1,61	3.698,70	149,09	3.849,40
Rodovias Estaduais	1.643,20	10.440,25	55,08	12.138,53

Fonte: A Autora, adaptado do SRE (2017) - DER/PR.

3 METODOLOGIA

O presente estudo teve por objetivo realizar um mapeamento da quantidade e destinação de materiais de pavimento asfáltico resultantes de fresagem nas estradas do Estado do Paraná, através dos relatórios mensais emitidos pelas Superintendências Regionais do Departamento de Estradas do Estado – DER, do Estado do Paraná, período de dezembro de 2019 a maio de 2020.

Após a obtenção dos relatórios, através da Coordenadoria de Gestão da Malha do DER/PR, foi realizada a tabulação dos dados para a formação de tabelas e gráficos, a fim de demonstrar a origem dos fresados, a quantidade por região do Estado do Paraná, bem como o respectivo destino dos resíduos sólidos deteriorados, provenientes de fresagens de pavimentos asfálticos.

É importante ressaltar que a tabulação dos dados levou em consideração no mês de dezembro de 2019 os quantitativos e descritivos para mensurar o que havia sido fresado e destinado, tendo em vista que não se tinha relatórios anteriores disponíveis. Nos demais meses foi utilizado somente os quantitativos, levando em consideração a diferença de entrada e saída de fresado em cada rodovia e quilômetro descrito.

Os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa tiveram como escopo responder ao problema proposto na monografia. Conforme Triviños (1992), os estudos devem incluir questões ou perguntas de pesquisa, ou seja, questionamentos norteadores acerca do que o pesquisador intenta esclarecer no estudo. Dessa maneira o presente texto busca responder a seguinte questão: quais os quantitativos fresados e os respectivos destinos de materiais de revestimento asfáltico fresados e retirados das rodovias estaduais.

Segundo Marconi e Lakatos (2003) as pesquisas e trabalhos científicos elaborados propiciam a seus leitores conhecimentos em relação do assunto abordado e destaca que devem ser inéditos ou originais e não só contribuem para a ampliação de conhecimentos ou a compreensão de certos problemas, mas também servem de modelo ou oferecerem subsídios para outros trabalhos. A seguir é apresentado o delineamento da pesquisa e o procedimento metodológico aplicado no estudo.

Inicialmente, foram elaborados levantamentos teóricos, em livros, artigos, sites, referentes a um breve histórico e evolução das estradas e rodovias desde os caminhos romanos, do Sistema Nacional de Viação, através do Plano Nacional de Viação – PNV, durabilidade de uma rodovia asfaltada, bem como os fatores de degradação, a fresagem e reciclagem de material asfáltico, o sistema estadual de estradas e rodovias. Na sequência, será sistematizado os quantitativos fresados, bem como seus respectivos destinos, inclusive seu uso de maneira satisfatória em outros locais e que não venha prejudicar o meio ambiente, através de levantamentos de dados por meio de pesquisa junto às Superintendências Regionais deste Departamento, sendo elas: S.R. Norte, S.R. Noroeste, S.R. Oeste, S.R. Campos Gerais e S.R. Leste. As regionais estão representadas no Mapa 1.

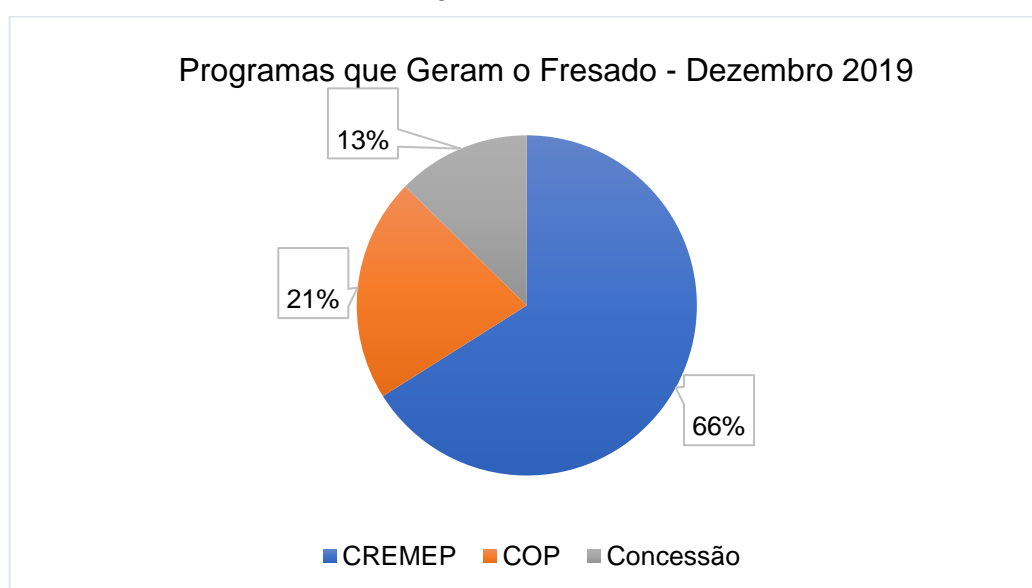
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Portaria DER 085/2019, §1º, para que se mantenham atualizados os dados relativos ao estoque e armazenamento do material fresado, as Superintendências Regionais deverão elaborar relatórios mensais que serão enviados ao Diretor-Geral do DER/PR, os quais deverão conter informações relativas aos quantitativos depositados, previsão de utilização e reserva inservível disponível para doação. Estes relatórios foram disponibilizados pela Coordenadoria de Gerenciamento da Malha Rodoviária do Estado do Paraná do DER/PR com quantitativos e descritivos. A partir destes foi possível identificar a

origem do fresado gerado, quantitativos ao longo de 06 (seis) meses, sendo de dezembro de 2019 a maio de 2020, que serão apresentados na sequência desse capítulo.

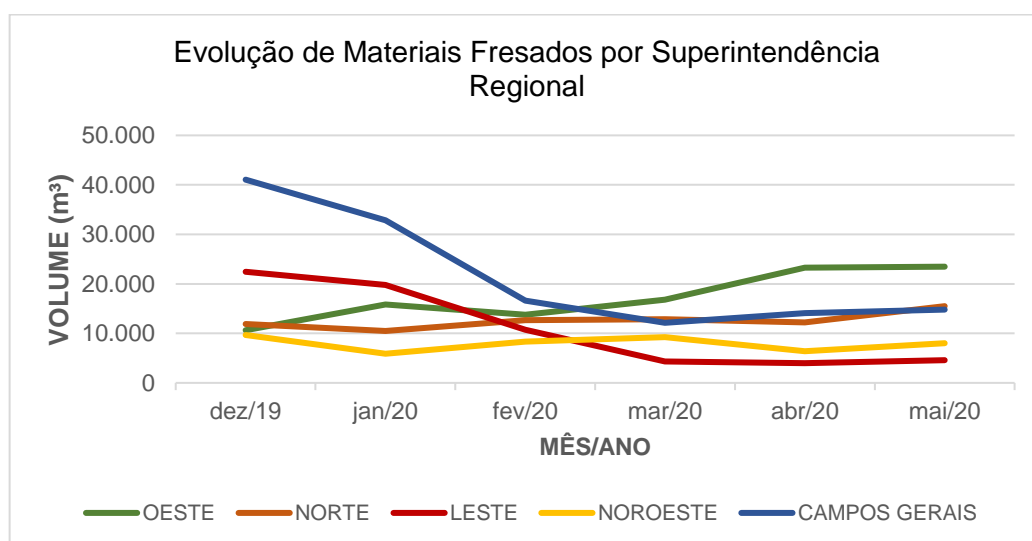
O Gráfico 1 demonstra a origem dos fresados gerados até o mês de dezembro de 2019, pelos programas COP - Programa de Conservação de Pavimento, CREMEP - Programa de Conservação e Recuperação com Melhoria do Estado do Pavimento ou Concessão – Programa de Concessões de Rodovias. A maior parte do fresado gerado e disponível em dezembro de 2019, provém dos programas de manutenção e melhoria da malha viária aos quais o Estado gerencia, que totalizavam 87% do total.

Gráfico 1 - Gráfico origem dos fresados - Dezembro 2019



Fonte: A Autora, com base nos Relatório do DER/PR

Gráfico 2 - Evolução de Materiais Fresados por Superintendência Regional



Fonte: A Autora, com base nos Relatórios DER/PR.

Além da origem, nos relatórios gerados, foi identificado os quantitativos disponibilizados de materiais asfálticos fresados ao longo dos 06 (seis) meses já referidos. Conforme o Gráfico 2 pode-se visualizar o acréscimo ou decréscimo do volume disponibilizado de fresado em cada uma das Superintendências Regionais do DER/PR mensalmente e ainda quais regiões são geradas os respectivos volumes. Na S.R. Campos Gerais, em dezembro de 2019 tinha-se um saldo de 41.052 m³ de fresado e ao longo dos meses esse volume foi utilizado para diversos fins, ficando com saldo no mês de maio de 2020 com 14.810 m³.

De acordo com a Tabela 3, que representa as Superintendências Regionais do DER/PR, cobrindo toda a malha asfáltica das rodovias estaduais e federais do Estado, o mês de dezembro de 2019 constitui-se no saldo de meses anteriores. Entre os meses desde o início de janeiro de 2020 até o final de maio de 2020 foram fresados materiais de pavimentos asfálticos extraídos mensalmente, com dimensões significativas totalizando 21.665 m³ em janeiro de 2020. Em fevereiro é um mês atípico por ter menor número de dias e ser período de verão, que ocasiona a queda de intervenções pontuais, pois se intensifica o tráfego nas rodovias, em especial a do litoral Paranaense (Operação verão), ainda em função das férias escolares de estudantes, de profissionais da iniciativa pública e privada e feriado nacional estendido.

Tabela 3 - Materiais asfálticos fresados por programa (m³)

Programas	dez/19	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20
COP	9.188	3.874	3.332	4.826	4.018	2.708
CREMEP	15.505	6.464	5.247	3.509	4.616	4.404
CONCESSÃO	64.502	11.327	8.001	4.950	6.575	6.463
TOTAL	89.195	21.665	16.580	13.284	15.209	13.575

Fonte: A Autora, com base nos Relatórios Mensais do DER/PR.

A partir de março de 2020, em função da Pandemia Mundial causada pela doença COVID-19, ocorreu uma certa perda de ritmo de obras de manutenção, porém se manteve em atividade bastante significativa, apesar das restrições impostas pelas autoridades sanitárias e governamentais, bem como pela responsabilidade das Superintendências Regionais que constituem o DER/PR, conscientes em manter os pavimentos das rodovias em condições adequadas de trafegabilidade e segurança. A redução entre janeiro e maio de 2020 foi de 37,35% na geração do material fresado, ficando a cargo das concessões o maior decréscimo que resultou em 42,94% para o período.

O fresado gerado a partir das rodovias da malha rodoviária do estado ficam depositados na Faixa de Domínio das Rodovias ou depositados em pátios. Nos relatórios fornecidos, as diversas descrições para esses locais, conforme os relatórios fornecidos são,

como: depositado, prefeitura como fiel depositária, disponível ao DER/PR, depositado no pátio do DER, depositado no pátio da Prefeitura Municipal, para uso do DER, depositado na faixa de domínio.

Figura 1 - Depósito na faixa de domínio da PR-170



Fonte: DER (2020)

As Figuras 1, e 2 são fotos tiradas dos depósitos de materiais asfálticos fresados nas faixas de domínio da Rodovias. No relatório do mês de maio de 2020 foi relatado a quantia de 200 m³ de fresado depositado na PR-170 e 300 m³ de fresado depositado na PR-407.

Figura 2 Depósito na faixa de domínio na PR-407



Fonte: DER (2020)

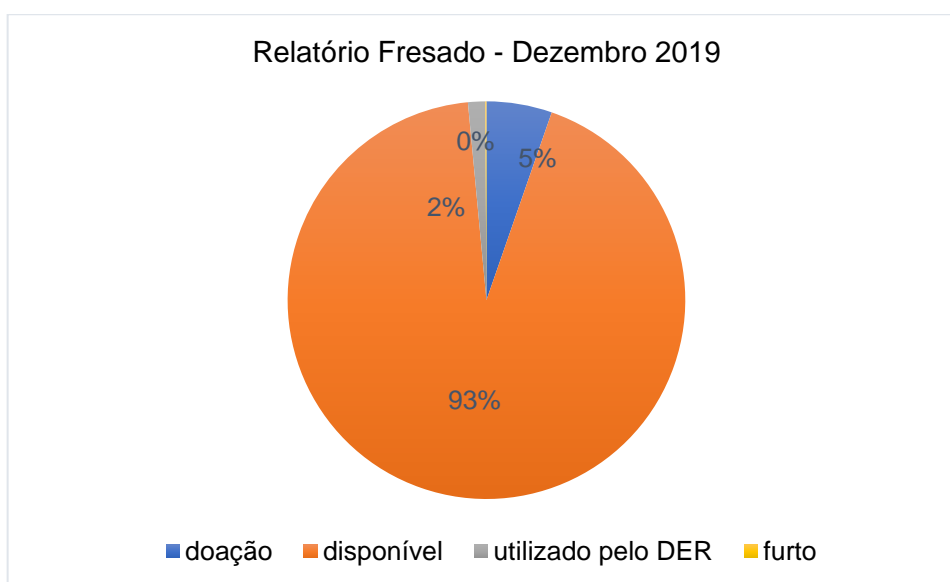
Quanto à reciclagem e/ou reutilização dos materiais asfálticos fresados a partir dos referidos relatórios disponibilizados, tem-se os seguintes usos:

- a) retirado ou doado para Prefeitura Municipal;
- b) material utilizado pelo Escritório Regional para ciclovia e melhora de acessos de pontos de ônibus;
- c) Utilizado pela própria equipe/administração direta do DER para serviços emergenciais (recomposição dos bordos da pista, controle de erosão, limpa rodas de acessos, entre outras finalidades);
- d) Autorizado/disponível para Prefeitura Municipal (ainda depositado);
- e) Material distribuído na faixa de domínio no acesso de estrada não pavimentada;

- f) Furto de material;
- g) Material aplicado na rodovia;
- h) Material utilizado pela concessionária;
- i) Material utilizado pela administração direta para realizar o controle de pequenas erosões e buracos em rodovias da região

O Gráfico 3 demonstra que grande parte do fresado gerado que estava disponível para doação em dezembro de 2019, o DER utilizou para melhorias em cerca de 2% do total, 5% foi doado à Prefeituras e ainda houve furto, sendo esse valor menor que 1%.

Gráfico 3 - Uso do fresado disponibilizado em dezembro de 2019



Fonte: A Autora, com base nos relatórios do DER/PR.

Dado o apresentado é imprescindível citar a regulamentação dos procedimentos e providências administrativas quanto às doações de material fresado considerado inservível e/ou desnecessário ao DER/PR para as municipalidades (Portaria DER 085/2019). Os municípios podem reaproveitar o fresado e, dessa forma, ser uma contribuição muito importante para diminuir a degradação ambiental, inclusive melhorando os aspectos paisagísticos das laterais das rodovias, já que geralmente tais resíduos ficam depositados à beira das rodovias, e com as doações esses depósitos tendem a diminuir.

A referida Lei veda a doação neste ano, porém permite fazer doações que já estejam autorizadas no ano anterior.

Os dados provenientes dos Relatórios Mensais elaborados pelas Superintendências Regionais, apresentam certas inconsistências referente aos materiais asfálticos fresados, bem como os respectivos destinos (Tabela 3), não tendo clareza se já foram aproveitados, e qual a destinação. As doações, ao final do período estudado, representam um maior número

de reaproveitamento de 107.623 m³ (91,59%), principalmente para as prefeituras municipais. Ao DER/PR, consta volumes destinados (8,33%), que utilizam para melhorias de acessos, ciclovias, pontos de ônibus, vias marginais, controle de erosão, buraco, faixas de domínio, em serviços emergenciais, limpa rodas nos acessos às rodovias estaduais e federais tidos como irregulares.

Tabela 4 - Destino dos Materiais Asfálticos Fresados, por Superintendência Regional (m³).

Superintendência Regional	Destino	dez/19	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20
Campos Gerais	Doação	0	12.565	18.112	9.255	2.245	0
	DER	0	0	0	0	0	1.630
	Furto	0	0	0	0	0	0
	Total	0	12.565	18.112	9.255	2.245	1.630
Leste	Doação	0	2.873	9.042	6.485	1.955	0
	DER	0	0	0	0	0	1.140
	Furto	0	0	0	0	0	0
	Total	0	2.873	9.042	6.485	1.955	1.140
Noroeste	Doação	1.200	7.017	3.218	730	5.707	0
	DER	55	0	0	0	0	1.125
	Furto	90	0	0	0	0	0
	Total	1.345	7.017	3.218	730	5.707	1.125
Norte	Doação	230	9.548	1.730	2.292	2.103	0
	DER	0	0	0	0	0	918
	Furto	0	0	0	0	0	0
	Total	230	9.548	1.730	2.292	2.103	918
Oeste	Doação	3.671	605	6.041	520	480	0
	DER	1.282	0	1.182	0	70	2.388
	Furto	0	0	0	0	0	0
	Total	4.953	605	7.223	520	550	2.388
Total Geral		6.528	32.607	39.325	19.282	12.560	7.201

Fonte: A Autora, com base nos Relatórios Mensais do DER/PR.

No final de dezembro de 2019 existia um total 89.195 m³ de material asfáltico fresado disponível, provenientes dos três programas COP, CREMEP e Concessões (Tabela 03). Durante o período de janeiro a maio de 2020, foram realizadas fresagens nas rodovias sob jurisdição do DER/PR, resultando no acréscimo de 80.133 m³ (Tabela 3). Esses materiais

foram utilizados conforme apresentado na Tabela 4, onde constam os destinos, sendo doação, uso pelo DER/PR e furto, informados pelas Superintendências Regionais.

Importante salientarmos que foram encontradas diversas inconsistências dos dados relatados pelas Superintendências Regional, em relação ao material asfáltico fresado, os volumes destinados à doação, DER e furto, notadamente divergem quantitativos e descritivos.

Ainda segundo os Relatórios Mensais das Superintendências Regionais existem muitos boletins de ocorrências, levando em consideração os comparativos pontuais dos dados (rodovia e trecho) não é possível denotar através dos dados tais furtos, porém, quando verificado os descritivos chegou-se a um montante de 90 m³ furtados de material asfáltico fresado. No entanto não foi possível quantificar os volumes furtados registrados em boletins de ocorrência, na Polícia Civil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As rodovias estaduais e federais com pavimento asfáltico, proporcionaram grande desenvolvimento ao Paraná e ao Brasil, encurtaram caminhos, diminuíram o tempo entre distâncias. A fresagem de pavimento asfáltico é um mecanismo que tem se desenvolvido e se aperfeiçoado para uso na recomposição de rodovias deterioradas pela ação do tempo e pelo tráfego de veículos automotores. Este processo, tem contribuído para melhorar o meio ambiente, causando menor impacto nas reservas de rochas que são recursos finitos.

Pode-se utilizar diferentes tipos de fresagem para adequar aos tipos de problemas encontrados nos pavimentos e assim escolher o método mais adequado e com menor custo financeiro, resultando em maior eficiência na utilização de recursos públicos.

Quanto ao destino para reciclagem, a ampla maioria dos materiais fresados são utilizados para doação 91,59%, principalmente para prefeituras municipais, boa parte fica estocado e à disposição do DER/PR, para utilização posterior. Mas deve-se ressaltar parte desses materiais não tem sido reciclado ou reaplicado na própria rodovia com eficiência.

Cabe ainda considerar que existem mais de 66.000 m³ de materiais asfálticos fresados que estão estocados em pátios do próprio DER/PR e nas faixas de domínios das rodovias, causando um grande passivo ambiental e inclusive causando aspectos negativos (má impressão) aos condutores de veículos automotores ao trafegarem nas rodovias. Dimensionando o montante, se todo esse material fosse reunido em um local do tamanho de um campo de futebol (90 metros de comprimento por 45 metros de largura), ter-se-ia uma altura de mais de 16 (dezesesseis) metros, fazendo uma analogia, seria maior que um edifício com 5 (cinco) andares. Destaque-se que tais volumes de materiais, ao serem reutilizados e/ou reciclados representam enorme racionalização de recursos públicos financeiros e de

retirada/extração de material de origem primária, contribuindo para menor degradação do meio ambiente.

Com a utilização do material depositado ao final do mês de maio de 2020, com sua reciclagem, hipoteticamente, seria possível transformar uma estrada em rodovia, supondo uma rodovia com duas pistas simples (3,5m de largura e espessura de 0,15m) e acostamento (2,5m de largura e espessura 0,05m) dos dois lados, seria possível revestir mais de 51 quilômetros, tendo em vista que este material está acondicionado em vários pontos do estado.

Segundo a Coordenadoria de Custos e orçamentos do DER/PR (2020), o material fresado é um produto que não tem um preço estipulado no mercado, apesar de ter valor. Tendo em vista que a origem do material é por meio de doações para Municípios, para estipular um preço a CCO considera o valor da pedra britada para o material fresado. O valor comercial da pedra britada, sem BDI, é de R\$ 49,88/m³, entretanto, os convênios Municipais adotam um valor simbólico para o material fresado, conforme Laudo Técnico de Inservibilidade/desnecessidade n.º 003/2019 -S.R. Oeste, atribuindo o valor de 22,00/m³. Sendo assim, se for considerado o valor simbólico adotado pelo Laudo Técnico de Inservibilidade, tem-se que o valor total de material fresado disponível ao DER/PR, ao final do mês de maio de 2020, seria de R\$ 1.473.613,86 (um milhão, quatrocentos e setenta e três mil, seiscentos e treze reais e oitenta e seis centavos).

Devido as dificuldades de entendimentos dos Relatórios Mensais elaborados pelas Superintendências Regionais, sugere-se que os mesmos sejam analisados com ferramentas de software ou mesmo planilhas editáveis, possibilitando melhores detalhes em vários aspectos e para quantificar de forma mais adequada, tanto os volumes fresados como os reutilizados e/ou reciclados, bem como ter quantitativos mais próximos da realidade, visando gerenciar com mais eficiência os volumes destes materiais. Para tanto, é importante discutir com os superintendentes das regionais, gerentes e engenheiros que trabalham diretamente em campo, e somente assim ter um relatório adequado a fim de cumprir com a legislação e também aproveitar de forma eficiente os materiais fresados.

Dessa maneira, considerando que os recursos ambientais são finitos, que os pavimentos asfálticos sofrem com os desgastes de fatores climáticos e uso pelo tráfego de veículos automotores, conclui-se que a utilização do material de fresagem vem contribuir com o meio ambiente e segurança, tendo em vista que o material fresado não ficaria mais acondicionado em faixas de domínio das rodovias. E que a reciclagem deve ser uma técnica a ser implementada para recomposição e conservação de camadas dos pavimentos asfálticos das rodovias estaduais e federais (concedidas) do Estado do Paraná. Inclusive, dentro de um planejamento estratégico, é possível pavimentar novas rodovias, ampliando o sistema viário e conseqüentemente contribuindo com o desenvolvimento econômico e social.

REFERÊNCIAS

- BERNUCCI, L.B. et al. **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ. 2006.
- BONFIM, V. **Fresagem de pavimentos asfálticos**. 3 ed., São Paulo: Arte Editora, 2007.
- BONFIM, E., M. **Reforma do Código de processo penal: comentários à Lei n. 12.403, de 4 de maio de 2011 : prisão preventiva, medidas cautelares, liberdade provisória, fiança**. 179 p., ISBN: 9788502131781, Saraiva - SP, São Paulo - SP, 2011.
- BRASIL. Lei nº 547, de 28 de dezembro de 1946. **Cria o Departamento de Estradas de Rodagem e dá outras providências**. Curitiba - PR, n. 811, 28 dez.1946.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias dos Brasil não duram?** Brasília: CNT, 2017., 2017.
- DAVID, D. **Mistura asfáltica recicladas a frio**: Estudo em laboratório utilizando emulsão e agente de reciclagem emulsionado. (Dissertação). Porto Alegre: UFRGS, 2006.
- DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Concessões Rodoviárias**. Disponível em: <http://www.der.pr.gov.br/Pagina/Concessoes-Rodoviaras>. Acessado em 29 set. 2020.
- DER/PR - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Especificações de Serviços Rodoviários**. DER/PR ES-P 31/05 Pavimentação: Fresagem a Frio, Curitiba, PR. 2005.
- DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Histórico do Rodoviarismo**. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/historico/>. Acessado em 04 Set. 2020.
- DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, 2º ed., p.310**, Rio de Janeiro, RJ, 2005.
- DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**, Rio de Janeiro, RJ, 2016.
- LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- OLIVEIRA, L. L. **Reciclagem de Pavimentos a frio *in situ***. Anápolis, Goiás, Brasil, 2018.
- SANTOS, M. R.; DEMUELENAERE, R. G. A. **Reciclagem de pavimento asfáltico a quente *in situ***. In Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 02, v. 01, pp. 5-16, janeiro de 2018, *ISSN: 2448-0959*.
- SPECHT, L. P. et al. **Utilização de material fresado como camada de pavimento**: Estudo laboratorial e aplicação em campo. Conferência 42º RAPv – Reunião Anual de Pavimentação, Gramado/RS, Brasil, 2013.
- SRE - SISTEMA RODOVIÁRIO ESTADUAL. **Decreto n.º 8.168/2017**, 2017.
- TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. Atlas, São Paulo - SP, 1992.