

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

VITÓRIA VICENTE COLTRI

RECICLAGEM DE MISTURAS ASFÁLTICAS: panorama e contribuições das
pesquisas brasileiras oriundas das instituições públicas de ensino

PONTA GROSSA

2021

VITÓRIA VICENTE COLTRI

RECICLAGEM DE MISTURAS ASFÁLTICAS: panorama e contribuições das pesquisas brasileiras oriundas das instituições públicas de ensino

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora Prof.^a Dra. Lilian Tais de Gouveia.

PONTA GROSSA

2021

VITÓRIA VICENTE COLTRI

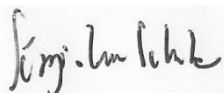
RECICLAGEM DE MISTURAS ASFÁLTICAS: panorama e contribuições das pesquisas oriundas das instituições públicas de ensino

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

BANCA EXAMINADORA:



Prof.ª Dra. Lilian Tais de Gouveia
Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Sérgio Luiz Schulz
Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. MSc. Helenton Carlos da Silva
Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Ponta Grossa, 22 de março de 2021.

DEDICATÓRIA

Aos olhos do meu pai, que por meio da sua infinitude azul me guiam diariamente. Ao cheiro da minha mãe, por ser o aconchego e o conforto de que eu tanto preciso. Ao cuidado da minha irmã, que me proporciona zelo e proteção. A vocês, minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fazer desse jeitinho, por me amar como sou e me incentivar a viver todos os meus processos, por sempre ser a minha força e a minha proteção. Eu nunca estou sozinha.

À Santa Rita de Cássia, por realizar o impossível diversas vezes em minha vida, por sempre estar juntinha de mim e por sempre me fazer acreditar, no outro, na vida, mas principalmente em mim.

À Nossa Senhora Aparecida e a São Judas Tadeu, por me acolherem, me protegerem e me ajudarem em causas desesperadas.

Aos meus pais, Francisco e Maria Inês, por serem o que tenho de mais precioso na vida, por me amarem, me incentivarem, me apoiarem e não medirem esforços para me verem feliz. Nada é meu, tudo é nosso. Eu amo vocês. Que bom é compartilhar a vida com vocês, obrigada pelos olhos azuis e pelo cheiro gostoso.

À minha irmã, Bárbara, a quem sempre admirei e em quem me espelhei, você é a razão de toda uma vida de dedicação e esforço, você sempre acreditou em mim, mais do que eu mesma. Todo o meu amor e gratidão pelo seu cuidado e proteção.

Ao meu cunhado e irmão, Herman, quem sempre me concedeu muito carinho, muita felicidade e amor.

À minha família de coração, Julia, Luiza, Tio João e Tia Ana. Por sempre me dedicarem amor, acolhimento e aconchego. Por me receberem em suas vidas, em sua casa, em seus corações. A vida é muito melhor com o carinho de vocês. Obrigada, por se fazerem presentes e cuidarem tão bem de mim. Amo vocês.

Ao meu querido amigo, Henrique. Meu amigo, se não fosse você, a sua ajuda, a sua dedicação por mim, nada seria possível. O meu diploma é nosso, piá! Muito obrigada, eu nunca vou esquecer tamanha proteção e carinho.

A Engenium Empresa Júnior, a qual me permitiu conhecer mais de mim e do outro, por ter grande responsabilidade para que a jornada na faculdade fosse cheia de felicidade e leveza. Ao Setor Mais Bonito por toda amizade e acolhimento, vocês são preciosas. Meu profundo carinho, presidente.

À minha prima, Bruna, sua partida foi dolorosa, mas em vida me ensinou sobre a importância de seguir com coragem, sempre se escutando e se permitindo. Você faz falta.

Aos meus queridos e grandes amigos, aos de Arapoti e aos de Ponta Grossa, vocês sabem exatamente o que representam para mim, a energia, o aconchego, o amor que me proporcionam, vocês é que me fazem brilhar! Um abraço apertado e um beijo de batom vermelho em cada um! Vocês me fizeram chegar até aqui, continuaremos juntos e iluminando essa vida todinha.

À minha família, a de sangue e a de coração, agradeço por tanta ternura e zelo por mim. Agradeço as orações e o bem querer! Vocês são essenciais para a minha felicidade e tranquilidade. Tia Cida, sua Vi é Engenheira! Conseguimos!

Ao meu querido professor Jonatas, a quem eu devo a conquista da minha vaga neste curso, sem o seu esforço, sem o seu apoio e incentivo, eu não conseguiria. Obrigada por acreditar e torcer por mim. Você é o melhor! Nós conseguimos.

Ao Rictor, por ser tão dedicado a mim, por se esforçar diariamente para que eu me sinta amada e realizada. Você é aconchego sem fim, te agradeço por tanta ternura e carinho.

À minha querida orientadora, Lilian, por despertar em mim o amor por Pavimentação, por transmitir todo o seu carinho e o seu conhecimento, em suas aulas e reuniões. Mas agradeço, sobretudo, por ser humana. Por seu acolhimento e sensibilidade.

À minha querida Elizir, a qual me fez companhia nas manhãs e tardes no laboratório de Pavimentação, sempre muito carinhosa e prestativa. Obrigada, Elizir!

Ao meu querido professor Helenton, que com a sua simpatia e o seu sorriso, sempre iluminou os corredores do Bloco E, obrigada por ser tão gentil e por fazer da faculdade um lugar de amparo e empatia.

Ao meu querido professor, Sérgio! Se você soubesse o quanto sou grata por ter acreditado em mim, mesmo no cenário mais desfavorável possível! Você esteve lá e eu senti o seu acreditar e torcer por mim! Obrigada, professor!

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, por me proporcionar realizar o meu sonho e me incentivar a nunca parar de acreditar, quanto amor eu sinto por você. Todo o meu carinho à instituição que me recebeu tão bem, à qual eu me doei. E principalmente, por ser o lar onde aprendi a amar e a viver a ciência.

À sociedade, sem a qual eu não teria a oportunidade de ter uma bela e feliz formação, obrigada pela universidade pública e gratuita.

*Para ser grande, sê inteiro: nada
Teu exagera ou excluí.
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és
No mínimo que fazes.
Assim em cada lua a lua toda
Brilha, porque alta vive.*

(Fernando Pessoa)

RESUMO

Boa parte dos esforços brasileiros não mais estão concentrados na construção de novas rodovias, mas sim na restauração e conservação das já existentes, isso acontece devido ao aumento do preço do ligante asfáltico, por fatores geopolíticos, e a baixa capacidade de investimento do Estado, neste setor. Dessa maneira, a indústria de pavimentação, as agências de transportes e o meio acadêmico passaram a investir em pesquisas e tecnologias que promovessem a restauração do pavimento asfáltico deteriorado funcionalmente e/ou estruturalmente. Uma das alternativas desenvolvidas é a reciclagem de misturas asfálticas. Para tanto, é preciso compreender que a utilização do fresado gera uma redução na demanda de novos materiais e por conseguinte, da exploração das jazidas e, além disso, o reaproveitamento do ligante asfáltico remanescente no fresado diminui o consumo do asfalto virgem, tais vantagens são de ordem econômica e ambiental. Em face à necessidade de novas pesquisas e aprofundamento acerca do tema, o meio acadêmico tem dedicado grande empenho na investigação sobre a reciclagem de misturas asfálticas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é elaborar um panorama nacional da pesquisa oriunda do meio acadêmico de Instituições Públicas de Ensino Superior que abordam a reciclagem de misturas asfálticas. Para tal, foram feitas buscas pelos termos “*Reclaimed Asphalt Pavement*”, “Reciclagem a quente”, “Reciclagem a frio”, “Reciclagem profunda”, “Reciclagem morna”, nos Repositórios Institucionais e Bibliotecas Digitais das Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras, com o intuito de analisar trabalhos de conclusão de curso. E ainda, foi realizada uma investigação, com os termos supracitados, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) visando a exploração de teses e dissertações sobre o assunto. Após a análise dos dados e das informações obtidas, foi possível concluir que a reciclagem de misturas asfálticas é um tema de grande relevância no contexto científico nacional; bem como, destaca-se a importância de ampliar e aprofundar os estudos na área, enriquecendo o debate e a busca por soluções que unam técnica, aplicação prática e sustentabilidade.

Palavras-chave: Reciclagem de misturas asfálticas. Reciclagem a quente. Reciclagem a frio. Reciclagem profunda. Reciclagem morna.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Bits</i> de fresagem: comparação entre os dentes de fresagem padrão e microfresagem	28
Figura 2 – Processo de fresagem e carregamento do caminhão basculante que irá transportar o material fresado	29
Figura 3 – Rugosidade na fresagem padrão	30
Figura 4 – Rugosidade na fresagem fina.....	31
Figura 5 – Rugosidade na microfresagem.....	31
Figura 6 – Amostras de material fresado.....	33
Figura 7 – Exemplo do impacto do aumento do preço do asfalto	35
Figura 8 – Deterioração do pavimento x Tempo/Tráfego	39
Figura 9 – Técnicas de reciclagem de pavimentos asfálticos	40
Figura 10 – Esquema de produção de asfalto	41
Figura 11 – Lago de Asfalto <i>Pitch Lake</i> , Trinidad	42
Figura 12 – Esquema da recicladora <i>Remixer</i> da Wirtgen	46
Figura 13 – Operação de usina <i>Drum mixer</i> na reciclagem a quente	49
Figura 14 – Representação esquemática do processo de fabricação da emulsão asfáltica.....	51
Figura 15 – Esquema de ruptura da emulsão asfáltica.....	52
Figura 16 – Esquema da câmara de expansão do asfalto espuma e o processo de espumação	53
Figura 17 – Processo de corte do revestimento asfáltico a frio <i>in situ</i>	55
Figura 18 – Trem de reciclagem a frio <i>in situ</i> composto por fresadora, recicladora e vibroacabadora	56
Figura 19 – Trem de reciclagem a frio <i>in situ</i> composto por fresadora, recicladora, <i>windrow elevator</i> e vibroacabadora.....	56
Figura 20 – Máquina de reciclagem profunda	58
Figura 21 – Representação esquemática do processo de reciclagem profunda.....	58
Figura 22 – Estrutura de um pavimento antes e depois da reciclagem	59
Figura 23 – Compactação inicial após a reciclagem profunda.....	61
Figura 24 – Sasobit.....	64
Figura 25 – Zeólitas	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Total de resultados nos portais Google Acadêmico e <i>Semantic Scholar</i>	67
Tabela 2 – Tipo de Instituição e total de TCCs – “Reciclagem a quente”	74
Tabela 3 – Cursos de Graduação – TCCs “Reciclagem a quente”	74
Tabela 4 – Total de documentos por região – TCCs “Reciclagem a quente”	76
Tabela 5 – Ano de publicação – TCCs “Reciclagem a quente”	76
Tabela 6 – Idioma de publicação – TCCs “Reciclagem a quente”	77
Tabela 7 – Total de autores (as) – TCCs “Reciclagem a quente”	78
Tabela 8 – Total de orientadores (as) – TCCs “Reciclagem a quente”	80
Tabela 9 – Total de orientações – TCCs “Reciclagem a quente”	81
Tabela 10 – Casos de orientações – TCCs “Reciclagem a quente”	81
Tabela 11 – Tipo de Instituição e total de TCCs – “Reciclagem a frio”	86
Tabela 12 – Cursos de Graduação – TCCs “Reciclagem a frio”	87
Tabela 13 – Total de documentos por região – TCCs “Reciclagem a frio”	88
Tabela 14 – Ano de publicação – TCCs “Reciclagem a frio”	89
Tabela 15 – Idioma de publicação – TCCs “Reciclagem a frio”	90
Tabela 16 – Total de autores (as) – TCCs “Reciclagem a frio”	91
Tabela 17 – Total de orientadores (as) – TCCs “Reciclagem a frio”	93
Tabela 18 – Total de orientações – TCCs “Reciclagem a frio”	94
Tabela 19 – Casos de orientações – TCCs “Reciclagem a frio”	94
Tabela 20 – Tipo de Instituição e total de TCCs – “Reciclagem profunda”	102
Tabela 21 – Cursos de Graduação – TCCs “Reciclagem profunda”	103
Tabela 22 – Total de documentos por região – TCCs “Reciclagem profunda”	105
Tabela 23 – Ano de publicação – TCCs “Reciclagem profunda”	106
Tabela 24 – Idioma de publicação – TCCs “Reciclagem profunda”	106
Tabela 25 – Total de autores (as) – TCCs “Reciclagem profunda”	107
Tabela 26 – Total de orientadores (as) – TCCs “Reciclagem profunda”	109
Tabela 27 – Total de orientações femininas – TCCs “Reciclagem profunda”	110
Tabela 28 – Total de orientações masculinas – TCCs “Reciclagem profunda”	111
Tabela 29 – Casos de orientações – TCCs “Reciclagem profunda”	112
Tabela 30 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	124

Tabela 31 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	125
Tabela 32 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	126
Tabela 33 – Tipo de Documento – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	127
Tabela 34 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	129
Tabela 35 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	130
Tabela 36 – Idiomas de publicação – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	131
Tabela 37 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	132
Tabela 38 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	133
Tabela 39 – Total de orientações femininas – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	134
Tabela 40 – Total de orientações masculinas – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	135
Tabela 41 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	136
Tabela 42 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “Reciclagem a quente”	148
Tabela 43 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	150
Tabela 44 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	150
Tabela 45 – Tipo de documento – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente” ..	151
Tabela 46 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	153
Tabela 47 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente” ...	154
Tabela 48 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	154
Tabela 49 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	155

Tabela 50 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	157
Tabela 51 – Total de orientações femininas – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	158
Tabela 52 – Total de orientações masculinas – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	159
Tabela 53 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	160
Tabela 54 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “Reciclagem a frio”	169
Tabela 55 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	170
Tabela 56 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	170
Tabela 57 – Tipo de documento – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	171
Tabela 58 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	173
Tabela 59 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	174
Tabela 60 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	174
Tabela 61 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	175
Tabela 62 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	177
Tabela 63 – Total de orientações femininas – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	178
Tabela 64 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	179
Tabela 65 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “Reciclagem profunda”	186
Tabela 66 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	188
Tabela 67 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	188
Tabela 68 – Tipo de documento – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda” ..	189
Tabela 69 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	191

Tabela 70 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda” ...	191
Tabela 71 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	192
Tabela 72 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	193
Tabela 73 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	195
Tabela 74 – Total de orientações femininas – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	196
Tabela 75 – Total de orientações masculinas – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	196
Tabela 76 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	197
Tabela 77 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “Reciclagem morna”	204
Tabela 78 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	205
Tabela 79 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	205
Tabela 80 – Tipo de documentos – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	206
Tabela 81 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	207
Tabela 82 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	208
Tabela 83 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna” ...	208
Tabela 84 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	209
Tabela 85 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	211
Tabela 86 – Total de orientações femininas – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	211
Tabela 87 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem morna” ..	212

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de agentes rejuvenescedores	45
Quadro 2 – Termos selecionados para a continuidade da pesquisa	69
Quadro 3 – Dados iniciais – TCCs “Reciclagem a quente”	73
Quadro 4 – Estados e Regiões do Brasil – TCCs “Reciclagem a quente”	75
Quadro 5 – Lista de autoras – TCCs “Reciclagem a quente”	79
Quadro 6 – Lista de autores – TCCs “Reciclagem a quente”	80
Quadro 7 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – TCCs “Reciclagem a quente”	81
Quadro 8 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem a quente”	83
Quadro 9 – Dados iniciais – TCCs “Reciclagem a frio”	85
Quadro 10 – Estados e Regiões do Brasil – TCCs “Reciclagem a frio”	88
Quadro 11 – Lista de autoras – TCCs “Reciclagem a frio”	92
Quadro 12 – Lista de autores – TCCs “Reciclagem a frio”	92
Quadro 13 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – TCCs “Reciclagem a frio”	94
Quadro 14 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem a frio”	96
Quadro 15 – Dados iniciais – TCCs “Reciclagem profunda”	99
Quadro 16 – Estados e Regiões do Brasil – TCCs “Reciclagem profunda”	104
Quadro 17 – Lista de autoras – TCCs “Reciclagem profunda”	108
Quadro 18 – Lista de autores – TCCs “Reciclagem profunda”	109
Quadro 19 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – TCCs “Reciclagem profunda”	111
Quadro 20 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem profunda”	114
Quadro 21 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	122
Quadro 22 – Estados e Regiões do Brasil – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	128
Quadro 23 – Lista de autoras – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	132
Quadro 24 – Lista de autores – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	133

Quadro 25 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	135
Quadro 26 – Continuidade acadêmica – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	137
Quadro 27 – Contribuições das pesquisas – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	139
Quadro 28 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	146
Quadro 29 – Estados e Regiões do Brasil – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	152
Quadro 30 – Lista de autoras – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	156
Quadro 31 – Lista de autores – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	157
Quadro 32 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	159
Quadro 33 – Continuidade acadêmica – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	161
Quadro 34 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	162
Quadro 35 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	167
Quadro 36 – Estados e Regiões do Brasil – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	172
Quadro 37 – Lista de autoras – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	176
Quadro 38 – Lista de autores – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	177
Quadro 39 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	178
Quadro 40 – Continuidade acadêmica – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	180
Quadro 41 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	181
Quadro 42 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	185
Quadro 43 – Estados e Regiões do Brasil – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	190
Quadro 44 – Lista de autoras – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	194
Quadro 45 – Lista de autores – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	195
Quadro 46 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	197

Quadro 47 – Continuidade acadêmica – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	198
Quadro 48 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	199
Quadro 49 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	203
Quadro 50 – Estados e Regiões do Brasil – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	207
Quadro 51 – Lista de autoras – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	210
Quadro 52 – Lista de autores – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	210
Quadro 53 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	212
Quadro 54 – Continuidade acadêmica – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	213
Quadro 55 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	214

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Total de resultados nos portais Google Acadêmico e <i>Semantic Scholar</i>	68
Gráfico 2 – Total de Trabalhos por Instituição – TCCs “Reciclagem a quente”	74
Gráfico 3 – Cursos de Graduação – TCCs “Reciclagem a quente”	75
Gráfico 4 – Total de documentos por região – TCCs “Reciclagem a quente”	76
Gráfico 5 – Ano de publicação – TCCs “Reciclagem a quente”	77
Gráfico 6 – Idioma de publicação – TCCs “Reciclagem a quente”	78
Gráfico 7 – Total de autores (as) – TCCs “Reciclagem a quente”	79
Gráfico 8 – Total de orientadores (as) – TCCs “Reciclagem a quente”	80
Gráfico 9 – Casos de orientações – TCCs “Reciclagem a quente”	82
Gráfico 10 – Total de Trabalhos por Instituição – TCCs “Reciclagem a frio”	86
Gráfico 11 – Cursos de Graduação – TCCs “Reciclagem a frio”	87
Gráfico 12 – Total de documentos por região – TCCs “Reciclagem a frio”	89
Gráfico 13 – Ano de publicação – TCCs “Reciclagem a frio”	90
Gráfico 14 – Idioma de publicação – TCCs “Reciclagem a frio”	91
Gráfico 15 – Total de autores (as) – TCCs “Reciclagem a frio”	92
Gráfico 16 – Total de orientadores (as) – TCCs “Reciclagem a frio”	93
Gráfico 17 – Casos de orientações – TCCs “Reciclagem a frio”	95
Gráfico 18 – Total de Trabalhos por Instituição – TCCs “Reciclagem profunda”	103
Gráfico 19 – Cursos de Graduação – TCCs “Reciclagem profunda”	104
Gráfico 20 – Total de documentos por região – TCCs “Reciclagem profunda”	105
Gráfico 21 – Ano de publicação – TCCs “Reciclagem profunda”	106
Gráfico 22 – Idioma de publicação – TCCs “Reciclagem profunda”	107
Gráfico 23 – Total de autores (as) – TCCs “Reciclagem profunda”	108
Gráfico 24 – Total de orientadores (as) – TCCs “Reciclagem profunda”	110
Gráfico 25 – Casos de orientações – TCCs “Reciclagem profunda”	112
Gráfico 26 – Total de Teses e Dissertações por instituição – “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	125
Gráfico 27 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	127
Gráfico 28 – Tipo de Documento – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	128

Gráfico 29 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	129
Gráfico 30 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	130
Gráfico 31 – Idiomas de publicação – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	131
Gráfico 32 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	132
Gráfico 33 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	134
Gráfico 34 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “ <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> ”	137
Gráfico 35 – Total de Teses e Dissertações por instituição – “Reciclagem a quente”	149
Gráfico 36 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	151
Gráfico 37 – Tipo de documento – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente” ..	152
Gráfico 38 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	153
Gráfico 39 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente” ...	154
Gráfico 40 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	155
Gráfico 41 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	156
Gráfico 42 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	158
Gráfico 43 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”	160
Gráfico 44 – Total de Teses e Dissertações por instituição – “Reciclagem a frio” ..	169
Gráfico 45 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	171
Gráfico 46 – Tipo de documento – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	172
Gráfico 47 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	173
Gráfico 48 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	174

Gráfico 49 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”.....	175
Gráfico 50 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	176
Gráfico 51 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	177
Gráfico 52 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”	179
Gráfico 53 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “Reciclagem profunda”	187
Gráfico 54 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	189
Gráfico 55 – Tipo de documento – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”..	190
Gráfico 56 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	191
Gráfico 57 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”...	192
Gráfico 58 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	193
Gráfico 59 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	194
Gráfico 60 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	195
Gráfico 61 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”	198
Gráfico 62 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “Reciclagem morna”	204
Gráfico 63 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	205
Gráfico 64 – Tipo de documentos – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	206
Gráfico 65 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	207
Gráfico 66 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	208
Gráfico 67 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna” ..	209
Gráfico 68 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem morna” ...	210
Gráfico 69 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”	211
Gráfico 70 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”..	213

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CO ₂	Dióxido de Carbono
°C	Graus Celsius
ABCR	Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias
ABEDA	Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AR	Agente Rejuvenescedor
ARE	Agente de Reciclagem Emulsionado
ARRA	<i>Asphalt Recycling e Reclaiming Association</i>
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BGTC	Brita Graduada Tratada com Cimento
BR	Brasil
cm	Centímetros
CAF	Concreto Asfáltico Fresado
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBR	<i>California Bearing Ratio</i>
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CEFET-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CP	Cimento Portland
DE	Diretoria de Engenharia
DERSA	Desenvolvimento Rodoviário S/A
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DER/SP	Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ES	Especificação de Serviço
ET	Especificação Técnica
FDR	<i>Full Depth Reclamation</i>
FN	<i>Flow Number</i>
HPAs	Hidrocarbonetos Policíclicos Artomáticos
ING	Inglês
km	Quilômetro

MEC	Ministério da Educação
mm	Milímetros
NCAT	<i>National Center for Asphalt Technology</i>
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PMF	Pré-misturado a frio
PORT	Português
PR	Paraná
RAP	<i>Reclaimed Asphalt Pavement</i>
REOB	<i>Re-refined Engine Oil Bottom</i>
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
SP	São Paulo
SRAM	<i>Strain Relief Asphalt Mixture</i>
TCCs	Trabalhos de Conclusão de Curso
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFMT	Universidade Federal do Mato Grosso
UFPE	Universidade Federal do Pernambuco
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIPAMPA	Universidade Federal do Pampa
USP	Universidade de São Paulo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	24
2	OBJETIVOS.....	26
2.1	OBJETIVO GERAL	26
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
3	REVISÃO TEÓRICA	27
3.1	FRESAGEM.....	27
3.1.1	Breve Histórico e Definição	27
3.1.2	Execução da Fresagem.....	28
3.1.3	Classificação dos Tipos de Fresagem	29
3.1.4	Empregos da Técnica	32
3.2	RECICLAGEM.....	33
3.2.1	Definição e Panorama	33
3.2.2	Importância da Reciclagem	35
3.2.3	Estratégias de Reabilitação dos Pavimentos Asfálticos	37
3.2.4	Técnicas de Reciclagem de Pavimentos Asfálticos	39
3.3	RECICLAGEM A QUENTE	40
3.3.1	Definição	40
3.3.2	Cimento Asfáltico de Petróleo	40
3.3.2.1	Definição	40
3.3.2.2	Obtenção e Composição Química do CAP	41
3.3.3	Agregados.....	43
3.3.4	Agentes Rejuvenescedores.....	44
3.3.5	Classificação Quanto ao Local de Realização da Reciclagem a Quente ...	45
3.3.5.1	Reciclagem <i>in situ</i>	45
3.3.5.2	Reciclagem em Usinas Estacionárias.....	46

3.3.5.2.1 Usinas Intermitentes	47
3.3.5.2.2 Usinas Tipo <i>Drum mixer</i>	48
3.4 RECICLAGEM A FRIO	49
3.4.1 Definição	49
3.4.2 Agentes de Reciclagem Emulsionados e Rejuvenescedores	49
3.4.2.1 Emulsão Asfáltica de Petróleo	50
3.4.2.2 Espuma de Asfalto	53
3.4.3 Classificação Quanto ao Local de Realização da Reciclagem a Frio	54
3.4.3.1 Reciclagem <i>in situ</i>	54
3.4.3.2 Reciclagem em Usina Estacionária	56
3.5 RECICLAGEM PROFUNDA	57
3.5.1 Definição e Operação	57
3.5.2 Agentes Estabilizantes Usados como Aditivos	59
3.5.2.1 Tipos de Agentes Estabilizantes	61
3.6 RECICLAGEM MORNA	63
3.6.1 Definição	63
3.6.2 Produtos e Técnicas para a Produção de Misturas Mornas Recicladas	64
3.6.2.1 Aditivos Orgânicos	64
3.6.2.2 Aditivos Químicos	65
3.6.2.3 Formação de Espuma	65
3.6.3 Classificação Quanto ao Local de Realização da Reciclagem Morna	66
4 MATERIAL E MÉTODOS	67
4.1 MATERIAL	67
4.2 MÉTODOS	67
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	72
5.1 QUANTO AOS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO	72
5.1.1 <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i>	72

5.1.2	Reciclagem a quente.....	73
5.1.3	Reciclagem a frio.....	85
5.1.4	Reciclagem profunda	99
5.1.5	Reciclagem morna	121
5.2	QUANTO ÀS TESES E DISSERTAÇÕES	121
5.2.1	<i>Reclaimed Asphalt Pavement</i>	121
5.2.2	Reciclagem a quente.....	146
5.2.3	Reciclagem a frio.....	167
5.2.4	Reciclagem profunda	185
5.2.5	Reciclagem morna	203
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	215
6.1	TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO.....	216
6.2	TESES E DISSERTAÇÕES	218
6.3	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	220
	REFERÊNCIAS	222
	APÊNDICE A.....	235

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Ao elevar-se o preço do barril de petróleo e conseqüentemente do ligante asfáltico, devido ao embargo econômico provocado pela Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), na década de 1970, e novamente, devido à geopolítica em 2008, o Brasil concentrou seus esforços não mais na construção de rodovias, mas sim na manutenção e recuperação das já existentes. Assim, a indústria da pavimentação, meio acadêmico e agências de transportes investiram em pesquisas e tecnologias que promovessem a reciclagem do material fresado, valioso economicamente e ambientalmente (ABEDA, 2016).

O asfalto é utilizado em mais de 99% dos trechos pavimentados no país, assim nota-se sua função fundamental na garantia de um bom estado de conservação das rodovias. Com o aumento do preço desse ligante e a baixa capacidade de investimento do Estado, nesse setor, o sistema viário tornou-se mais custoso, em relação a construção e manutenção, reduzindo assim esses serviços essenciais (CNT, 2019).

Como alternativa à restauração de um pavimento asfáltico deteriorado funcionalmente e/ou estruturalmente que necessite restabelecer suas capacidades de carga e rolamento, pode-se optar pela fresagem do revestimento antigo, podendo ser por meio do corte ou desbaste em espessuras variadas da camada de revestimento. Esse processo de fresagem é realizado por uma fresadora. O material gerado no corte, é denominado *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) e pode ser reaproveitado ou reciclado (BERNUCCI *et al.*, 2007).

A utilização do fresado como agregado em novas misturas gera uma diminuição na demanda de novos materiais e conseqüentemente das jazidas exploradas, o que prolonga o tempo de aproveitamento e ainda diminui o transporte envolvido nessa operação, reduzindo assim o consumo de combustível e a sobrecarga nas rodovias. Quando não há uma especificação para o fresado, ele acaba sendo destinado incorretamente para aterros sanitários, disposto ao longo das rodovias, gerando um passivo ambiental, ou é utilizado como revestimento primário, o que muitas vezes não contempla suas potencialidades (SUZUKI, 2019).

O reaproveitamento do ligante asfáltico remanescente no fresado pode propiciar uma diminuição do consumo do asfalto virgem, tornando a nova mistura produzida com agregado de fresado por vezes mais competitiva economicamente, por

reduzir o consumo do insumo asfáltico. Com o envelhecimento do asfalto, algumas de suas propriedades podem ser perdidas, devido a oxidação e volatilização do material. Neste caso, podem ser utilizados agentes rejuvenescedores do asfalto. Sendo o asfalto um recurso não renovável, seu uso controlado e consciente é de grande importância para o desenvolvimento tecnológico aliado à sustentabilidade (SUZUKI, 2019).

Em virtude da grande quantidade de material disposto incorretamente ao longo das rodovias ou em locais inapropriados e analisando-se o desperdício de agregados e principalmente do ligante asfáltico, buscou-se uma série de alternativas rentáveis para a reciclagem do fresado.

Diante da essencialidade do reaproveitamento do material fresado para a recuperação e conservação das rodovias brasileiras, o meio acadêmico tem efetuado grande empenho por meio dos diversos métodos e abordagens que abrangem a reciclagem das misturas asfálticas, revelando não somente as contribuições e recomendações dos estudos, mas também um aprofundamento sobre o cenário da pesquisa científica no Brasil. No que diz respeito às Instituições Públicas de Ensino Superior, que se dedicam profundamente à busca de soluções técnicas, econômicas e ambientalmente satisfatórias para a reciclagem de materiais fresados, estas vêm viabilizando a difusão e a aplicabilidade prática do conhecimento técnico, para que o aprendizado adquirido e produzido em ambiente acadêmico retorne à sociedade, cumprindo dessa maneira uma significativa atribuição das instituições públicas de ensino.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar um panorama nacional da pesquisa oriunda do meio acadêmico de Instituições Públicas de Ensino Superior que abordam a reciclagem de misturas asfálticas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) obter um panorama das Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras acerca das pesquisas na temática abordada;
- b) analisar o envolvimento feminino na produção e orientação dos trabalhos a respeito da reciclagem de misturas asfálticas;
- c) identificar as contribuições principais proporcionadas pelos estudos brasileiros e possíveis sugestões para trabalhos posteriores.

3 REVISÃO TEÓRICA

3.1 FRESAGEM

3.1.1 Breve Histórico e Definição

Com a escassez de ligantes asfálticos a preços competitivos, durante a Crise do Petróleo em 1970, aliada a crise econômica internacional, incentivou-se a busca pelo reprocessamento dos materiais fresados de pavimentação, por meio da reciclagem e das técnicas de restauração de rodovias, para recuperar as condições de tráfego, com menores investimentos financeiros. Uma das técnicas desenvolvidas denomina-se fresagem (BONFIM, 2007).

A fresagem foi utilizada a partir de 1970, na Europa e na América do Norte. No Brasil, em 1980, foi empregada uma fresadora americana nas obras de restauração da Rodovia Anchieta, em Santos – São Paulo, para a DERSA – Desenvolvimento Rodoviário S/A. O maquinário foi desenvolvido e implementado para substituir a escarificação da pista, a qual gerava pedaços de material com grandes dimensões, que posteriormente precisavam ser quebrados para serem utilizados nas obras de restauração do pavimento, por meio da reciclagem. Além disso, parte do ligante asfáltico era perdido, pois o método empregado removia-o através dos dentes e ponteiros de equipamentos. E mais, este processo dificultava a extração da espessura do revestimento determinada em projeto (BONFIM, 2007).

A técnica de fresagem pode ser descrita como o corte ou desbaste de uma ou mais camadas do pavimento, ocorrendo pelo movimento rotativo da ferramenta, denominada fresa, em torno do seu próprio eixo, gerando superfícies de diferentes formas e ângulos. A espessura do pavimento a ser fresada é pré-determinada em projeto e o processo pode ser realizado a quente ou a frio (DINIZ *et al.*, 1999).

Fresagem a quente, ocorre quando o revestimento é pré-aquecido, para oferecer pouca resistência ao corte. Este processo possibilita manter a granulometria do material, pois apenas gera a desagregação do mesmo, facilitando a obtenção de boas características da mistura em um posterior processo de reciclagem (BONFIM, 2007).

Fresagem a frio, se dá quando o pavimento não é aquecido e realiza-se o processo em temperatura ambiente. Apenas a energia liberada pelo impacto da fresa

gera um aquecimento insignificante. Neste processo a frio, há alteração da curva granulométrica do fresado gerado, pois ocorre quebra de parte do agregado (BONFIM, 2007).

3.1.2 Execução da Fresagem

Inicia-se a execução da fresagem com a delimitação e sinalização do local, colocação de faixas e placas posicionadas indicando e alertando sobre a realização do serviço. Deve-se realizar uma canalização segura dos veículos, que possibilite visibilidade e tempo de redução de velocidade para os motoristas (DER/SP - ET- DE - P00/038).

Antes de iniciar a fresagem do pavimento, os excessos de sujeira e resíduos do revestimento devem ser retirados, por meio de varrição mecânica ou ar comprimido. Essa etapa feita anteriormente ao início da operação, garante melhor qualidade ao fresado, que posteriormente pode ser reciclado (DER/SP - ET- DE - P00/038).

Inicia-se o corte de fresagem, na espessura recomendada em projeto, pela borda mais baixa da faixa de tráfego. A velocidade de corte e o avanço são regulados para que a granulometria obtida seja adequada para ser aproveitada. Caminhões - pipa abastecem os reservatórios de água das máquinas fresadoras, que possuem capacidade de acordo com o seu porte e aplicabilidade. O jateamento de água durante a fresagem, possibilita o resfriamento dos *bits*, a limpeza e o controle de poeira emitida (BONFIM, 2007). Os *bits* responsáveis pelo corte do pavimento estão ilustrados na Figura 1.

Figura 1 – *Bits* de fresagem: comparação entre os dentes de fresagem padrão e microfresagem



Fonte: BONFIM, 2007.

Durante a operação, o material fresado deve ser elevado e transportado por correia transportadora, inclusa na fresadora, até o caminhão basculante, que irá conduzir o resíduo para bota-foras especificados em projeto e devidamente fiscalizados ou então, será levado para reciclagem em usina ou *in situ*, com o uso das recicladoras (DER/SP - ET - DE - P00/038). O processo descrito está ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Processo de fresagem e carregamento do caminhão basculante que irá transportar o material fresado



Fonte: Wirtgen, 2020.

A área que sofreu a intervenção da fresagem, deve ser limpa novamente, por meio de vassouras mecânicas e jato de ar comprimido, retirando as impurezas restantes. Além disso, deve-se assegurar o nivelamento da área fresada longitudinal e lateralmente, sem que haja a presença de ressaltos e ondulações, para que os serviços específicos possam ser realizados atendendo à técnica e à segurança necessárias (BONFIM, 2007).

3.1.3 Classificação dos Tipos de Fresagem

Pode-se classificar a fresagem, quanto à espessura de corte e à rugosidade resultante na pista (BONFIM, 2007).

Quanto à espessura de corte:

- a) fresagem superficial ou de regularização: indicada para a correção de pequenos defeitos na camada superficial do pavimento, pode-se dispensar seu posterior recapeamento. Executa-se a fresa em pontos onde ocorre a desagregação do revestimento, locais que apresentem

exsudação do asfalto e deformação plástica. Esta técnica favorece a elevação da resistência à derrapagem da pista, melhorando o conforto e as condições de trafegabilidade;

- b) fresagem rasa: destinada à correção de defeitos funcionais e remendos superficiais. Este tipo de fresagem aplica-se comumente em vias urbanas, visando manter o greide do pavimento em relação aos dispositivos de drenagem superficial e obras de arte. A profundidade média do corte é de 5 cm, atingindo geralmente apenas a camada de revestimento da pista, podendo chegar à camada de ligação. A textura resultante da fresagem aumenta a resistência ao cisalhamento entre o antigo pavimento e o novo revestimento;
- c) fresagem profunda: designada em intervenções estruturais, pois o corte pode alcançar o revestimento, a camada de ligação, a base e a sub-base do pavimento.

Quanto à rugosidade resultante na pista: depende do cilindro utilizado na execução da fresagem e da velocidade operada.

- a) fresagem padrão: executada com espaçamento lateral de 15 mm entre os dentes responsáveis pelo corte. Técnica utilizada quando pretende-se executar recapeamento asfáltico posteriormente. Este foi o primeiro modelo de cilindro oferecido pelos equipamentos originais;

Figura 3 – Rugosidade na fresagem padrão



Fonte: BONFIM, 2007.

- b) fresagem fina: efetuada com cilindro de espaçamento lateral de 8 mm entre os dentes de corte, resultando em menor rugosidade superficial na

via. A fresagem é utilizada em serviços de regularização do perfil longitudinal das pistas e quando pretende-se aplicar microrrevestimento asfáltico posteriormente;

Figura 4 – Rugosidade na fresagem fina



Fonte: BONFIM, 2007.

- c) microfresagem: executada com cilindro com espaçamento lateral entre os dentes de corte de 2 a 3 mm, é essencial na correção do perfil longitudinal das pistas, e de defeitos pouco profundos. A microfresagem possibilita a elevação da aderência pneu-pavimento, sendo dispensável qualquer tipo de revestimento posterior. Neste processo, remove-se uma fina camada de material, facilitando a alteração do *layout* viário, retirando-se as faixas de sinalização horizontal das pistas, quando não mais necessárias em determinado local ou por seu estado de deterioração.

Figura 5 – Rugosidade na microfresagem



Fonte: BONFIM, 2007.

3.1.4 Empregos da Técnica

A fresagem possibilita diversas aplicações em campo, sendo fundamental para a amenização e correção de defeitos no pavimento; as principais aplicabilidades são apresentadas a seguir, de acordo com Bonfim (2007):

- a) correção de defeitos superficiais: reparo de defeitos presentes na superfície de pavimentos, em locais que apresentem exsudação, restaura a aderência pneu-pavimento, proporcionando maior conforto e segurança. Na presença de deformações, é feita a regularização da pista, melhorando a trafegabilidade;
- b) fresagem de áreas descontínuas: execução do processo apenas em áreas descontínuas especificadas em projeto, com variações de comprimento e largura, pode-se atingir a largura total de uma ou mais faixas do rolamento. Deve-se atentar ao aparecimento de degrau longitudinal no revestimento, antes de se executar um novo recapeamento. A presença de saliências pode acarretar em acidentes aos usuários das vias e, para evitá-los, interrompe-se a fresagem ao chegar-se em uma retirada ideal de material que proporcione a execução do recapeamento no mesmo dia;
- c) fresagem contínua de toda a pista: compreende o corte na largura total da via. Esta é uma opção para aliviar o peso sobre pontes e viadutos, causado pelo sucessivo recapeamento sem a retirada de camadas de revestimentos anteriores. Além disso, soluciona problemas de revestimentos envelhecidos que apresentam degradação superficial. Esta técnica, por atingir grandes áreas, pode ser utilizada para atenuar os efeitos das reflexões e propagações de trincas. Tais alastramentos das trincas ocorrem quando uma trinca pré-existente num pavimento antigo é refletida para uma nova camada subjacente, em decorrência da movimentação originada pelas tensões advindas do tráfego de veículos e das variações térmicas sofridas pelas camadas do pavimento (BERNUCCI *et al.*, 2007);
- d) de arremete: executa-se junto às diversas interferências que o pavimento pode apresentar, como em áreas ao redor dos mecanismos do sistema de drenagem urbana;

- e) fresagem para a sonorização: feita em áreas de refúgio e acostamento de pistas, servem como alerta ao usuário para que o veículo volte a trafegar nos limites das faixas de rolamento, restabelecendo a segurança;
- f) restauração em buracos: uso de equipamentos de fresagem, na profundidade adequada, possibilitando o reenquadramento dos locais onde existem buracos;
- g) em áreas de agregado polido: a fresagem é utilizada para a restituição da aderência pneu-pavimento, com a elevação do coeficiente de atrito, aumentando a resistência à derrapagem.

3.2 RECICLAGEM

3.2.1 Definição e Panorama

Com o objetivo de minimizar a exploração dos recursos naturais e promover soluções ecológicas para a restauração rodoviária, pode-se reutilizar ou reciclar o pavimento asfáltico. Reutilizar consiste no uso do produto existente sem sua alteração. Já o termo reciclagem fundamenta-se no reprocessamento do resíduo para a criação de um novo material, com as mesmas ou diferentes finalidades em relação à sua aplicação original (SANTOS; DEMUELENAERE, 2018).

O material resultante da fresagem, ou seja, do processo de restauração de revestimentos asfálticos antigos, e que é constituído por agregados envoltos por asfalto puro ou modificado já envelhecido pelo tempo de uso do pavimento em condições de carga e de ambiente a que foram submetidos, é denominado fresado (Figura 6) (BERNUCCI *et al.*, 2007).

Figura 6 – Amostras de material fresado



Fonte: A autora (2020).

A técnica da fresagem é bastante difundida no Brasil, sendo comumente utilizada em rodovias e em vias urbanas, já o emprego do fresado para posterior reciclagem vem buscando e encontrando espaço para sua expansão no decorrer dos últimos anos. O Brasil apresenta grande produção de RAP e reconhecer seu potencial de reciclagem é essencial técnica e economicamente. (ARAÚJO, 2004).

Segundo a Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (ABCR), entre 2009 e 2017 o modal rodoviário teve um crescimento de 0,5%, enquanto o crescimento da frota de veículos foi de 65,4%, deixando claro o desalinhamento entre oferta e demanda. Os investimentos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) nas rodovias são insuficientes para evitar o desgaste do modal. Nesse cenário, a melhor alternativa encontrada foi a parceria com o setor privado, criando o regime de concessão em 1995. As concessionárias administram dessa forma grande parte da construção e manutenção das rodovias brasileiras, e o seu resíduo gerado (ABCR, 2020).

Nos Estados Unidos da América, as misturas asfálticas recicladas correspondem à 80 milhões de toneladas por ano e é o material mais reciclado do país, superando produtos como plástico, papel, vidro e metal, que juntos somam 40 milhões de toneladas recicladas anualmente. Na Europa a situação é variável, já que para alguns países como Holanda e Alemanha a sustentabilidade e medidas de reciclagem estão intrínsecas à sua cultura. Países como Espanha e França buscam atingir o mesmo patamar de conscientização e efetivação das ações ambientais que a Holanda e a Alemanha, nos últimos anos (BROSSEAUD, 2011).

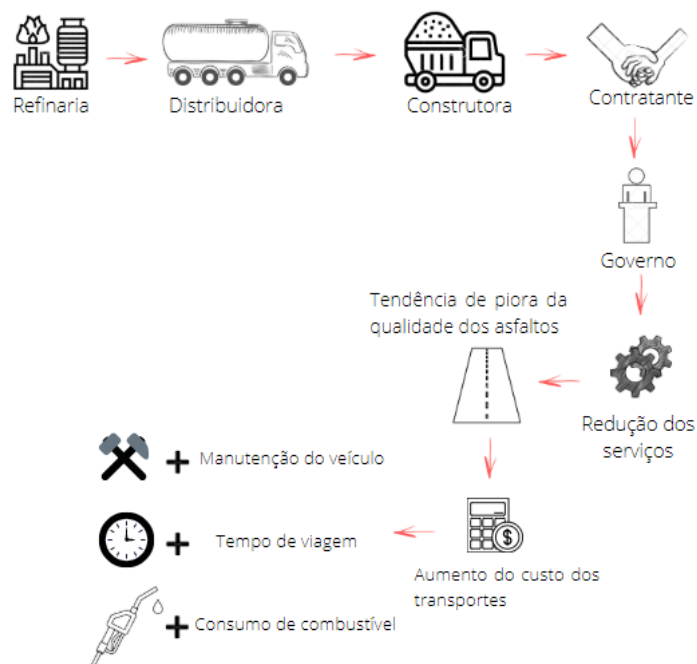
Na França, todos os anos, cerca de 6 a 7 milhões de toneladas de materiais são retiradas dos pavimentos, seja por fresagem ou desconstrução. Ao comparar-se os anos de 2007 e 2010, houve uma expansão na produção de misturas asfálticas recicladas e empregadas em novas misturas a quente, passando de 23% a 42% a utilização do fresado para este fim, o que exemplifica o comprometimento de empresas, pesquisadores e governantes para aliar técnica, tecnologia e sustentabilidade. Os 58% restantes do fresado, foram empregados em bases e acostamentos, já que de acordo com a lei francesa, Lei nº 92-646 de 13 de julho de 1992, somente produtos sem nenhuma utilidade podem ser descartados (BROSSEAUD, 2011).

3.2.2 Importância da Reciclagem

Durante períodos de crise, é comum buscar-se soluções rápidas, eficazes e com o maior custo-benefício. Assim, durante a Crise do Petróleo em 1970 e a Crise de 2008, os preços do cimento asfáltico de petróleo (CAP) e do barril do petróleo sofreram grande variação, trazendo instabilidade ao mercado internacional, porém proporcionando o investimento na reciclagem de material fresado, como alternativa aos serviços de conservação do sistema viário (BONFIM, 2007).

No Brasil, o preço do asfalto é regulado pela Petrobras, as distribuidoras repassam esse valor às construtoras que, por sua vez, transferem para o contratante, governos ou concessionárias de rodovias. Ao aumentar-se o preço do ligante asfáltico eleva-se o valor da execução e manutenção rodoviária, o que torna esses serviços mais escassos, já que o orçamento disponível é restrito. Logo, as rodovias apresentam piora em seu estado de conservação, acarretando impactos aos usuários das vias, como aumento da necessidade de manutenção dos veículos, aumento do tempo de viagem e do consumo de combustível. A Figura 7, exemplifica o esquema descrito (CNT, 2019).

Figura 7 – Exemplo do impacto do aumento do preço do asfalto



Fonte: Adaptado de CNT, 2019.

Ao utilizar-se do fresado para a produção de novas misturas asfálticas, o ligante envelhecido que o envolve pode ser reaproveitado, reduzindo-se o consumo de asfalto virgem, valioso econômica e ambientalmente, tendo sua extração e produção diminuídas, impacta-se positivamente na conservação e uso consciente do petróleo, combustível fóssil e não renovável. As propriedades do ligante podem ser recuperadas com adição de asfalto puro ou modificado e utilização de aditivos rejuvenescedores (SUZUKI, 2019).

Em relação aos agregados, ao utilizar o fresado para a produção de novas misturas nota-se a queda na aquisição de novos materiais e conseqüentemente a redução na velocidade de exploração das jazidas e no consumo de combustível gerado no seu transporte por longas distâncias. A demanda de combustível é maior quando as condições das rodovias são insatisfatórias. Uma pesquisa desenvolvida pela CNT, em 2012, indica que 46% das rodovias do país poderiam ser classificadas como regulares, ruins ou péssimas. Se todas as rodovias fossem boas ou ótimas, haveria uma economia de 616 milhões de litros de óleo diesel, o que se traduz em R\$ 1,29 bilhão e em uma redução na emissão de 1,6 megatonelada de CO₂ (CNT, 2012).

Analisando aspectos técnicos, é possível por meio da reciclagem prevenir a destinação incorreta do material, a formação de bota-fora, a deposição em aterros sanitários ou ao longo das rodovias, gerando um passivo ambiental. Além disso, a fresagem aliada à reciclagem mantém a geometria e espessura do pavimento, acelera o processo de execução das obras, necessitando de menos mão de obra, minimiza a interferência no tráfego, beneficiando as concessionárias e usuários da rodovia (SOUZA, 2009).

As deficiências ou defeitos existentes no pavimento colaboram para a ocorrência de acidentes nas rodovias brasileiras, já que afetam diretamente a tomada de decisão dos condutores e a estabilidade dos veículos. Em trechos rodoviários que apresentam pavimento classificado como regular, ruim ou péssimo, a frequência de acidentes é maior que trechos bons ou ótimos. De acordo com o índice registrado de acidentes por 10 km de extensão nas rodovias com avaliação “Ótimo”, houve 11 acidentes, já nas rodovias em que o pavimento foi considerado “Péssimo”, a frequência de acidentes foi maior, ocorrendo 12 acidentes por 10 km de extensão (CNT, 2018).

No período de 2007 a 2017, ocorreram 1.652.403 acidentes abrangendo um total de 3.573.295 vítimas, deixando 1.040.095 pessoas feridas e 83.481 mortos,

trazendo um custo total estimado de 10 bilhões ao ano, dinheiro que poderia ser investido para propiciar um pavimento seguro e para a preservação de vidas (CNT, 2018).

A reciclagem de pavimentos, por se tratar de um método que corresponda às expectativas técnicas e de desempenho de forma satisfatória, minimize os gastos com investimentos no setor rodoviário, trate de questões ambientais com a devida relevância, tem ganhado espaço e a simpatia de órgãos governamentais, concessionárias e sociedade (PIRES *et al.*, 2016).

3.2.3 Estratégias de Reabilitação dos Pavimentos Asfálticos

Para que a reciclagem do pavimento asfáltico e sua aplicação em atividades de conservação rodoviária possam ser compreendidas em sua totalidade é preciso conhecer e identificar o melhor momento de intervir para que as estratégias de prolongamento da vida útil do pavimento sejam desempenhadas eficientemente (DNIT, 2006b).

A deterioração do pavimento é resultante de diversas causas e seu aparecimento pode ocorrer em taxas diferentes, de acordo com a qualidade da construção original, dos materiais e espessuras das camadas do pavimento, da composição e carregamento do tráfego, do teor de umidade, dos fatores ambientais e do tipo e efetividade das interferências aplicadas para garantir que o período de vida útil seja prolongado (ARRA, 2001).

As principais estratégias de conservação e reabilitação dos pavimentos asfálticos, segundo a *Asphalt Recycling e Reclaiming Association* (ARRA), 2001, são:

- a) manutenção: as atividades de manutenção rodoviária são aquelas que visam impossibilitar a infiltração da água no pavimento e corrigir ou impedir a deterioração do mesmo devido a ação ambiental. Dependendo da finalidade, as técnicas de manutenção podem ser preventivas ou corretivas. As atividades consideradas preventivas destinam-se a preservar ou estender a vida útil de um pavimento para que não sejam necessárias grandes e custosas ações corretivas, de reabilitação ou reconstrução. Os procedimentos precisam ser iniciados antes do pavimento exibir deterioração significativa, objetivando manter a durabilidade e a flexibilidade e em situações nas quais não se pretende aumentar a

capacidade estrutural do pavimento. Caso a manutenção preventiva não seja executada no momento adequado ou apresente resultado insatisfatório, recomenda-se a manutenção corretiva a fim de reparar ou sanar os defeitos manifestados na pista;

- b) reabilitação: emprega-se a reabilitação dos pavimentos à medida em que as intervenções de manutenção não acarretam em soluções efetivas e com maior custo-benefício para o tratamento da deterioração dos pavimentos. A estratégia é mais custosa que a anterior, mas se bem executada, o pavimento reabilitado apresentará condições de uso equivalentes às de um pavimento novo. Os principais problemas tratados são: deterioração da superfície, deformações, trincas no revestimento, perda de atrito devido às rugosidades insuficientes e formação de panelas;
- c) reconstrução: os serviços de reconstrução são indicados em casos extremos, onde as alternativas de manutenção e reabilitação ou não foram aplicadas ou não foram eficazes para evitar a degradação alarmante do pavimento e da sua estrutura, a qual já não apresenta condições de uso. A reconstrução fundamenta-se na remoção parcial ou total das camadas do pavimento, podendo alcançar o subleito e na posterior execução de novas camadas estruturais, com materiais novos ou reciclados. O novo revestimento é então aplicado sobre as camadas estruturais inferiores reconstruídas, compondo assim um pavimento capaz de exercer um novo ciclo de vida. O processo exige um alto investimento, devido aos materiais empregados, a técnica e mão de obra exigidas, controle de tráfego e ainda ocasiona inconveniência aos usuários das vias. Ao optar pelo uso dos materiais asfálticos reciclados a atividade pode tornar-se menos onerosa, visto que os insumos granulares e betuminosos serão reaproveitados e terão suas potencialidades exploradas.

A Figura 8 exemplifica a aceleração da taxa de deterioração do pavimento com o aumento da idade e quantidade de tráfego no local. Se a manutenção ocorrer adequadamente e no período apropriado, garante-se a extensão da vida útil da obra e evita-se a necessidade de reabilitação e reconstrução. Por outro lado, se as medidas assertivas não forem tomadas em um momento compatível com o desgaste da via, os problemas serão agravados e medidas mais extremas e custosas deverão ser efetuadas (ARRA, 2001).

Figura 8 – Deterioração do pavimento x Tempo/Tráfego



Fonte: Adaptado de ARRA, 2001.

Existem diversos procedimentos que podem ser utilizados individualmente ou de forma combinada como atividades de manutenção e reabilitação, e a técnica de reciclagem de pavimentos coloca-se como uma das alternativas (ARRA, 2001).

3.2.4 Técnicas de Reciclagem de Pavimentos Asfálticos

A reciclagem de pavimentos pode ser compreendida como a reutilização total ou parcial dos materiais existentes no revestimento e/ou nas camadas de base ou sub-base, aproveitando os agregados e ligantes remanescentes, com a inserção de cimento asfáltico de petróleo puro, emulsão asfáltica de petróleo pura, espuma de asfalto e agentes rejuvenescedores, com ou sem modificação no arranjo granulométrico do agregado, substituindo-se assim ao menos parte dos materiais virgens que seriam adicionados à mistura (BERNUCCI *et al.*, 2007).

A *Asphalt Recycling e Reclaiming Association* (2001), subdividiu a reciclagem de pavimentos em cinco grandes grupos de execução, sendo eles: reciclagem a quente (em usina e *in situ*), reciclagem a frio (em usina e *in situ*) e reciclagem profunda do pavimento. A Figura 9 simboliza os grandes grupos de execução da reciclagem de pavimentos e identifica quais técnicas podem ser realizadas em usina ou *in situ*. Com o avanço das pesquisas e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos e aplicados na área, pode-se encontrar constantemente na literatura uma sexta categoria de reciclagem, a reciclagem morna. A combinação entre dois ou mais

métodos em um mesmo trecho é uma prática comum e que promove bons resultados. Órgãos como o DNIT e o DER encarregam-se de elaborar as especificações brasileiras para a reciclagem no país (SILVA, 2011).

Figura 9 – Técnicas de reciclagem de pavimentos asfálticos



Fonte: A autora (2020).

3.3 RECICLAGEM A QUENTE

3.3.1 Definição

O método de reciclagem a quente (*Hot Recycling*) consiste em combinar o material fresado aquecido com a adição de cimento asfáltico de petróleo puro e, se necessário, agregados adicionais virgens, material de enchimento (fíler) e agente rejuvenescedor (AR), formando a mistura asfáltica, a qual é espalhada e compactada à quente (BERNUCCI *et al.*, 2007).

3.3.2 Cimento Asfáltico de Petróleo

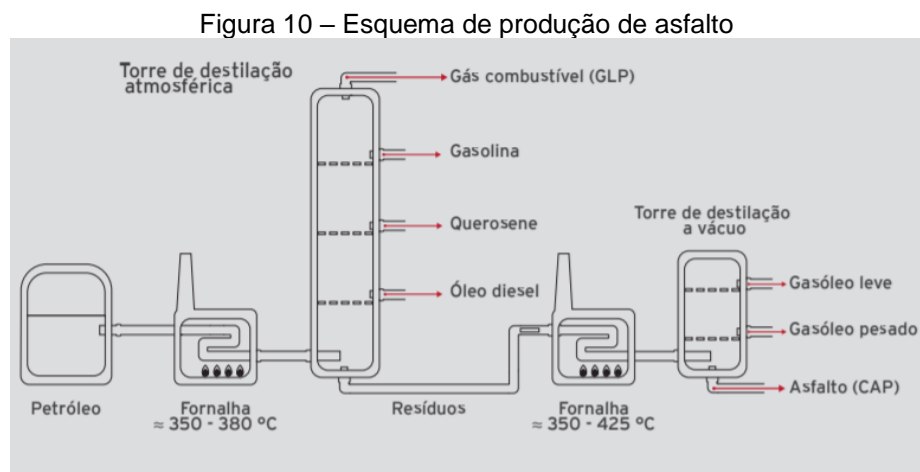
3.3.2.1 Definição

Trata-se de um ligante betuminoso que provém da destilação do petróleo, sendo semissólido a baixas temperaturas, viscoelástico à temperatura ambiente e líquido a altas temperaturas, o que o caracteriza como um adesivo termoviscoelástico. O seu enquadramento nas especificações que estipulam os limites da consistência do ligante em determinadas temperaturas é fundamental para garantir a qualidade do cimento asfáltico de petróleo. O material apresenta baixa reatividade química,

impermeabilidade à água e comportamento termo viscoelástico, sendo um atributo de manifestação no comportamento mecânico, ao ser suscetível à velocidade, ao tempo, à intensidade de carregamento e à intensidade da temperatura de serviço (BERNUCCI *et al.*, 2007).

3.3.2.2 Obtenção e Composição Química do CAP

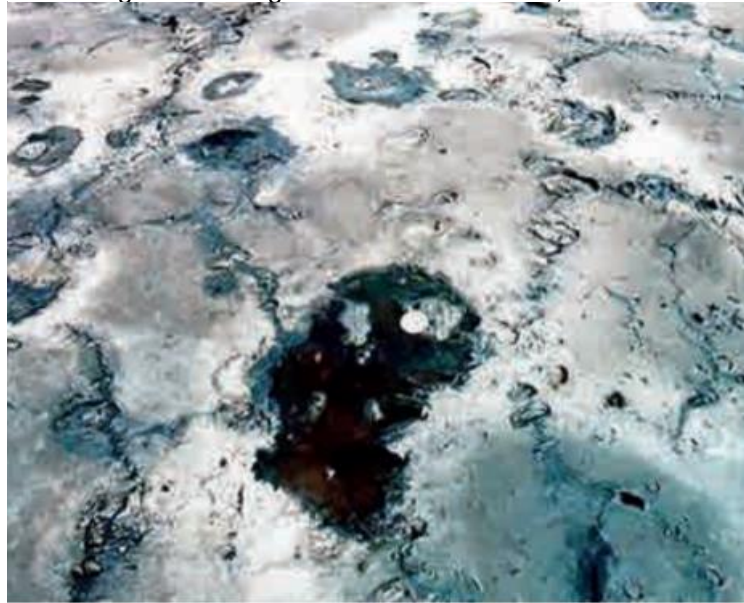
O asfalto é obtido por meio da destilação fracionada do petróleo cru, sendo esse um processo de separação pelo aquecimento e posterior resfriamento para fragmentação dos componentes por condensação. O ligante asfáltico apresenta alto ponto de ebulição, logo não se transforma em gás, separando-se das frações mais leves do petróleo, como a gasolina, querosene, óleo diesel e óleo lubrificante (Petrobras, 2020). O esquema de obtenção do CAP está ilustrado na Figura 10.



Fonte: Confederação Nacional de Transporte, 2019.

Outras fontes naturais de petróleo são os grandes lagos ou poços, formados por meio de fissuras e depressões encontradas na superfície, submetidas a grandes pressões exercidas nas camadas interiores da crosta terrestre, permitindo o escape do material asfáltico. São exemplos desses depósitos regiões como o *Guanoco Lake*, na Venezuela e o *Pitch Lake*, na Ilha de Trinidad e Tobago (BALBO, 2007). A imagem do Lago *Pitch*, é representada pela Figura 11.

Figura 11 – Lago de Asfalto *Pitch Lake*, Trinidad



Fonte: ABEDA, 2016.

A composição química do asfalto pode variar de acordo com o petróleo que lhe deu origem, com o processo de usinagem e envelhecimento do material, porém é comum nortear-se pelas porcentagens de 90 a 95% de hidrocarbonetos, 5 a 10% de heteroátomos (oxigênio, nitrogênio, enxofre e metais – níquel, ferro, magnésio, cálcio e vanádio) sempre unidos por ligações covalentes, para retratar a complexa constituição do ligante asfáltico (BERNUCCI *et al.*, 2007). Pode-se distinguir seus integrantes pela variação do tipo de fracionamento a qual é submetido o resíduo do petróleo, sendo o método SARA (S de saturados, A de aromáticos, R de resinas e A de asfaltenos), muito utilizado na Europa e exemplificado a seguir (Shell, 2003).

- a) saturados: óleos viscosos, transparentes, compõem 5 a 20% do ligante. Formados por cadeias retas e ramificadas de hidrocarbonetos;
- b) aromáticos: componentes oleosos de baixa massa molar, estão em maior proporção no asfalto, por volta de 40 a 65%. São considerados o meio de dispersão e peptização dos asfaltenos;
- c) resinas: conferem a elasticidade e adesividade ao ligante, sendo assim responsável por sua aderência. Constituídas em sua maioria por carbono e hidrogênio, com pequena proporção de oxigênio, nitrogênio e enxofre, possuem coloração escura e são sólidas ou semissólidas, tornando-se fluídas com o aquecimento. Ao sofrerem o processo de volatilização, como por exemplo quando o asfalto atinge temperaturas maiores do que sua

especificação permite ou com a ocorrência do seu envelhecimento, devido à oxidação e tixotropia, as resinas são transformadas em asfaltenos;

- d) asfaltenos: hidrocarbonetos responsáveis pela rigidez do asfalto, por sua consistência e viscosidade, associam-se facilmente, formando aglomerados, são sólidos de coloração marrom escura ou preta, constituem cerca de 5 a 25% do CAP. Em baixos teores, possuem a tendência de tornar as misturas asfálticas mais instáveis.

3.3.3 Agregados

Os agregados podem ser compreendidos como um material sem forma ou volume definido, normalmente inerte e de dimensões adequadas para a produção de argamassas e de concreto (ABNT, 2011). Entende-se que os agregados podem ter origem natural como os pedregulhos, as britas, os seixos e as areias; artificial como os resíduos de processos industriais, tais como a escória de alto-forno e de aciaria, ou ainda serem reciclados, provenientes do reuso de diversos materiais, por exemplo da reciclagem de revestimentos asfálticos. O comportamento de um agregado é determinado pelas propriedades geológicas da rocha de origem do material, como o tipo de rocha, sua composição mineralógica e química, granulometria, propensão à abrasão ou fratura mediante ao tráfego (BERNUCCI *et al.*, 2007).

Em misturas recicladas, a distribuição granulométrica dos agregados é uma característica que se destaca, sendo fundamental e de grande relevância no comportamento das misturas asfálticas produzidas. Uma adequada distribuição granulométrica utilizando em sua maioria materiais pétreos fresados, pode proporcionar a redução do consumo de agregados virgens, para correção da granulometria. Em muitos casos, a granulometria composta somente pelo fresado, pode não garantir as principais propriedades fornecidas por uma curva granulométrica apropriada, como rigidez, estabilidade, durabilidade, resistência à fadiga e à deformação permanente. Portanto, indica-se a adição de agregados virgens para que complementem a mistura e satisfaçam as especificações estabelecidas em projeto (BERNUCCI *et al.*, 2007; SUZUKI, 2019).

3.3.4 Agentes Rejuvenescedores

Para que se obtenha uma mistura asfáltica reciclada a quente com desempenho satisfatório, pode-se adicionar cimento asfáltico de petróleo puro ou optar-se pela incorporação de agentes rejuvenescedores, de acordo com as necessidades especificadas em projeto ou previstas pelo engenheiro responsável pela obra (BERNUCCI *et al.*, 2007).

O ligante asfáltico apresenta duas etapas de envelhecimento: a curto e a longo prazo. Durante o processo de usinagem, o asfalto é submetido a elevadas temperaturas, o que resulta em um aumento considerável da viscosidade e das alterações das propriedades reológicas e físico-químicas do material, caracterizando-se como a etapa curta de envelhecimento (SUZUKI, 2019).

A etapa de envelhecimento a longo prazo, corresponde ao período de vida de serviço na camada asfáltica, a qual gradativamente passa pelo processo de enrijecimento, com o decorrer do seu envelhecimento. Por consequência, o desempenho de um ligante asfáltico virgem, diferencia-se do comportamento apresentado por um ligante envelhecido, devendo ser considerado durante a reciclagem (SUZUKI, 2019).

Considerando a estrutura química do asfalto, à medida que ocorre seu envelhecimento, a porção aromática é convertida em resina, a qual transforma-se em asfaltenos, devido ao acréscimo de oxigênio, diminuindo a proporção de maltenos para asfaltenos, o que desencadeia um aumento de viscosidade do ligante e o restringimento da ductilidade do asfalto (NCAT, 2014). Os agentes rejuvenescedores, são produtos com propriedades químicas e físicas designadas para restaurar as propriedades reológicas de ligantes asfálticos envelhecidos, propiciando principalmente uma melhora na razão entre asfaltenos e maltenos (KASEER *et al.*, 2019).

São exemplos de agentes rejuvenescedores lubrificantes, óleos extensores de base biológica e vegetais modificados. Os óleos vegetais modificados e óleos com base biológica são frequentemente produzidos e lançados no mercado, os primeiros constituem-se de derivados de gorduras e bio solventes, já os óleos vegetais modificados são compostos pela adição de produtos químicos em óleos vegetais básicos (SUZUKI, 2019). As principais variedades de agentes rejuvenescedores, estão dispostos no Quadro 1 (NCAT, 2014).

Quadro 1 – Tipos de agentes rejuvenescedores

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
Óleos parafínicos	Óleos lubrificantes usados e refinados
Extratos aromáticos	Produtos petrolíferos com componentes aromáticos polares
Óleos naftênicos	Hidrocarbonetos projetados para a modificação do asfalto
Triglicerídeos e ácidos graxos	Derivados de óleos vegetais
Óleo de pinho	Subprodutos da indústria de papel (Componentes que apresentam a mesma família química dos agentes de adesividade líquidos e emulsionantes)

Fonte: Adaptado de NCAT, 2014.

3.3.5 Classificação Quanto ao Local de Realização da Reciclagem a Quente

As técnicas de reciclagem a quente, podem ser divididas em dois grupos, o primeiro consiste na reciclagem a quente realizada no local ou *in situ* e o segundo constitui-se da reciclagem a quente em usinas estacionárias (DNIT, 2006b).

3.3.5.1 Reciclagem *in situ*

A reciclagem a quente no local ou *in situ*, fundamenta-se na operação de correção dos defeitos da superfície da camada de rolamento, por meio do corte e fragmentação do revestimento asfáltico pré-existente (fresagem), o qual pode ser realizado a quente ou a frio. De acordo com a necessidade pode-se adicionar à mistura cimento asfáltico de petróleo puro, agregados virgens, fíler e/ou agentes rejuvenescedores. A mistura, o espalhamento e a compactação ocorrem a quente. O material a ser reciclado não é retirado do seu local original de obtenção (DNIT, 2006b).

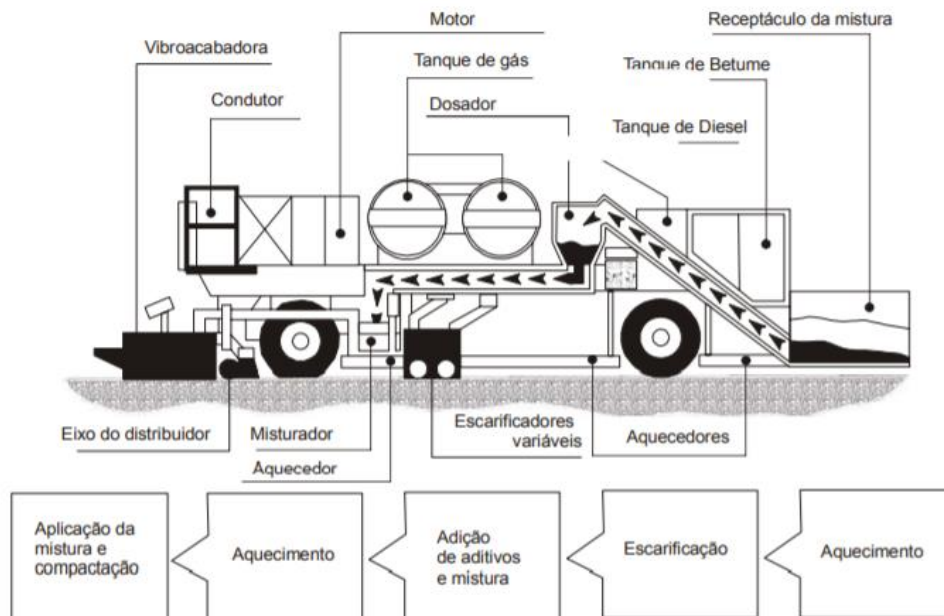
Para a execução adequada da reciclagem a quente *in situ*, pode-se optar pelo processo de fresagem a frio ou a quente; ao decidir-se pelo processo a quente, o material asfáltico será pré-aquecido, amolecendo o revestimento existente. Em seguida, a operação de reciclagem será semelhante para ambas metodologias.

O RAP é depositado em um equipamento apropriado para reciclagem no local, onde mistura-se a quente o material fresado, com agregados virgens, ligante asfáltico adicional, material de enchimento (fíler) e/ou agentes rejuvenescedores,

conforme o estabelecido em projeto. O equipamento é acoplado em um dispositivo para espalhamento e acabamento da mistura reciclada, a altas temperaturas (DNIT 034/2005 – ES). Em seguida, a compactação em elevadas temperaturas é executada com o auxílio de rolo pneumático ou rolo metálico liso, tipo tandem ou vibratório, até que a densidade de projeto seja atingida (DNIT 034/2005 – ES).

A seguir, ilustra-se na Figura 12, uma recicladora *Remixer* da Wirtgen que é composta por unidades fresadoras e recicladoras conjugadas. As câmaras de aquecimento, são responsáveis pela fresagem a quente da camada de revestimento existente, que abrandece o revestimento antes de removê-lo em uma única passada. Pode-se realizar diversas passadas com o intuito de remover profundidades maiores ou expandir a produção (DNIT, 2006b).

Figura 12 – Esquema da recicladora *Remixer* da Wirtgen



Fonte: DNIT, 2006b.

3.3.5.2 Reciclagem em Usinas Estacionárias

A técnica de reciclagem a quente em usinas estacionárias consiste na redução ou remoção total da camada de rolamento do pavimento e no posterior transporte do material fresado para uma usina de asfalto, onde será misturado e recuperado (DNIT, 2006b).

A primeira etapa de reciclagem, consiste na preparação do material, abrangendo a remoção da camada do pavimento asfáltico e o fragmentando até um tamanho apropriado. A operação pode ser feita por meio da redução do material removido da pista e posterior transporte para a usina, utilizando-se de equipamentos como tratores de esteira, motoniveladoras, carregadeiras, que escarificam e carregam o fresado a ser reciclado (DNIT, 2006).

Em seguida, inicia-se a etapa de estocagem do material fresado, o empilhamento e o armazenamento do RAP é de responsabilidade do órgão rodoviário ou do empreiteiro responsável pela obra, até que o material possa ser aplicado em um processo de reciclagem. Recomenda-se que os materiais de diversas fontes ou de origem exata desconhecida sejam dispostos em estoques diferentes, para que não ocorra uma grande variação do material e a necessidade da elaboração de projetos de mistura dissemelhantes (DNIT, 2006b).

A etapa de usinagem a quente tem seu início após o período de estocagem do material, quando se solicita que o material fresado seja empregado em um sistema de reciclagem. A geração de uma mistura reciclada a quente demanda algumas alterações no processamento de usinas convencionais, tendo como principal objetivo o aquecimento e o secamento do fresado removido sem submetê-lo diretamente à chama do secador. A exposição de modo direto à chama pode provocar o endurecimento adicional do ligante asfáltico remanescente no produto da fresagem e ainda produzir uma maior poluição do ar. A mistura asfáltica reciclada a quente pode ser produzida em usinas do tipo intermitente (gravimétrica) ou em usinas do tipo tambor-misturador (*Drum mixer*) (DNIT, 2006b).

3.3.5.2.1 Usinas Intermitentes

Em um processo convencional realizado em uma usina intermitente tradicional ou gravimétrica, o agregado virgem é seco e aquecido nem secador comum, logo após é peneirado em diversas frações granulométricas e por fim misturado em proporções devidas com cimento asfáltico de petróleo aquecido. Se a reciclagem do fresado com a adição de agregado virgem for realizada diretamente no secador, sem qualquer modificação, ocorrerá a formação excessiva de fumaça e até mesmo problemas no equipamento de secagem, no elevador quente e na torre de proteção. A técnica que

tem obtido resultados satisfatórios na reciclagem a quente com usinas intermitentes, é a de transferência de calor (DNIT, 2006b).

No método da transferência de calor, o fluxo de agregado virgem é idêntico ao da produção de uma mistura nova. No entanto, a temperatura do agregado virgem na saída do secador deve ser mais elevada, tendo em vista que o agregado superaquecido no secador é misturado com o fresado, que está a temperatura ambiente. Após o aquecimento, o agregado é transferido de modo convencional para a torre de peneiração. Posteriormente, pesa-se o agregado e o deposita no misturador, na proporção indicada pelo projeto de mistura (DNIT, 2006b).

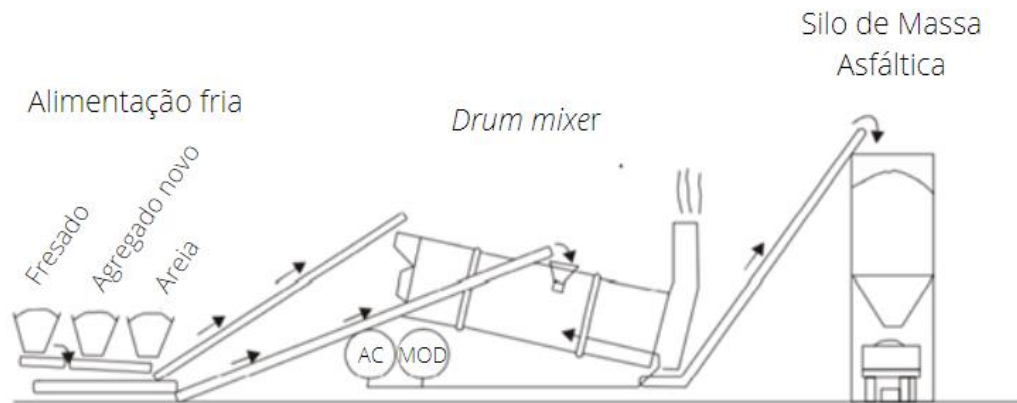
Destaca-se que a diferença fundamental da reciclagem na usina intermitente, para o processo de usinagem de uma mistura não reciclada, está na introdução do RAP, que não deve passar pelo secador (DNIT, 2006b).

3.3.5.2.2 Usinas Tipo *Drum mixer*

Nas usinas de reciclagem do tipo *Drum mixer*, o tambor secador pode ser utilizado após algumas modificações serem feitas, a fim de evitar que o fresado seja exposto diretamente à chama do maçarico. Para minimizar os efeitos provocador pelo calor advindo do maçarico, tem-se utilizado o sistema de alimentação no centro do tambor, para a produção de misturas recicladas a quente, como ilustra a Figura 13 (DNIT, 2006b).

O agregado novo entra no tambor pela extremidade do maçarico, considerada a zona de radiação, onde o material é aquecido e seco. O RAP entra num ponto mais abaixo, localizado na porção central do equipamento, mais afastado da chama e da elevada temperatura dos gases produzidos. A transferência de calor ocorre quando os dois materiais são combinados, nessa fase são adicionados o cimento asfáltico de petróleo, agente rejuvenescedor e/ou fíler. A mistura é efetuada na metade inferior do tambor (zona de convecção ou misturação) (DNIT, 2006b).

Figura 13 – Operação de usina *Drum mixer* na reciclagem a quente



Fonte: Adaptado de DNIT, 2006b.

3.4 RECICLAGEM A FRIO

3.4.1 Definição

Emprega-se o termo reciclagem a frio (*Cold Recycling*) para designar a operação de recuperação e reutilização de materiais da camada de revestimento do pavimento existente em um processo que acontece sem a adição de calor, conforme a temperatura ambiente (WIRTGEN, 2012).

3.4.2 Agentes de Reciclagem Emulsionados e Rejuvenescedores

Sabe-se que usualmente os agregados que compõe o fresado mantêm as suas características físicas e de resistência inalteradas, mas ainda sim pode-se adicionar agregados virgens para a adequação da mistura ao projeto de curva granulométrica planejado. Entretanto, o ligante asfáltico já envelhecido, tendo sofrido o processo de oxidação tem suas características alteradas, tornando-se mais viscoso com o passar do tempo e do tráfego local, e enrijecendo-se, portanto, é admissível o uso de agentes rejuvenescedores visando a recuperação da flexibilidade da mistura asfáltica, pois esses produtos têm a capacidade de repor as frações maltênicas na composição química do asfalto, conferindo maior elasticidade ao ligante (BERNUCCI *et al.*, 2007).

No processo de reciclagem a frio, a mistura e a compactação são realizadas à temperatura ambiente; como não há a necessidade de aquecimento do material,

busca-se soluções que proporcionem uma diminuição da viscosidade do ligante, sem que haja aquecimento do cimento asfáltico de petróleo. Diante disso, opta-se pelo emprego de emulsão asfáltica ou asfalto espuma, pois apresentam baixa viscosidade à temperatura ambiente, permitindo a mistura e dispersão adequadas do ligante. (DIEFENDERFER *et al.*, 2016 *apud* ANTÃO *et al.*, 2019).

A adição de agentes de reciclagem emulsionados também é interessante do ponto de vista da segurança e proteção dos trabalhadores da obra, pois facilita a aplicação, compactação e armazenamento do material, reduzindo os riscos de acidentes por queimaduras (ABEDA, 2010). Se conveniente, cimento e cal hidratada também são adicionados como fíleres ativos com o propósito de aumentar a resistência inicial da mistura e contribuir com a dispersão do ligante asfáltico (BETTI *et al.*, 2016 *apud* ANTÃO *et al.*, 2019).

3.4.2.1 Emulsão Asfáltica de Petróleo

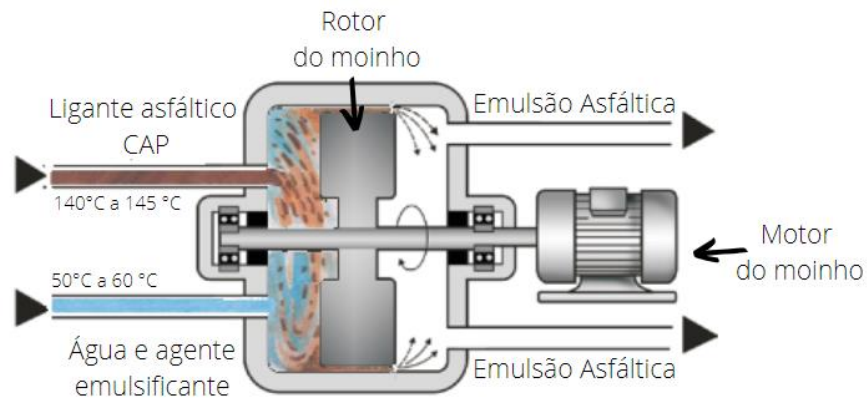
Conceitua-se emulsão como a dispersão de pequenas partículas de um líquido em outro líquido. Desse modo, a emulsão pode ser composta por dois líquidos não miscíveis onde normalmente a fase contínua é a água. Quando se trata da emulsão asfáltica, os dois líquidos são o asfalto (50 a 70%) e a água (ABEDA, 2010).

Há ainda a presença de um surfactante (agente emulsificante) na mistura, além de ser possível adicionar estabilizantes, melhoradores de adesividade e controladores de ruptura; as emulsões modificadas incluem polímeros em sua composição. É certo que, com modificação ou não, as emulsões asfálticas atuam na redução da viscosidade do CAP viabilizando seu uso em temperaturas bem menores, restringindo a liberação dos voláteis e diminuindo os custos com energia (CERATTI; BERNUCCI; SOARES, 2015).

Os emulsificantes são arranjos orgânicos que apresentam uma parte polar, a qual tem afinidade com os hidrocarbonetos do CAP e uma parcela apolar tendo afinidade com a fase aquosa. Ao utilizar esse surfactante em suspensões asfálticas, garante-se estabilidade à EAP, a diminuição da tensão superficial e proporciona o revestimento dos glóbulos de asfalto, com uma fina partícula protetora, mantendo-os dispersos na EAP. Em geral, a utilização de emulsificante em uma taxa de 2,5 % na composição da emulsão asfáltica, é satisfatória (CERATTI; BERNUCCI; SOARES, 2015).

No processo de emulsificação, ocorre no moinho coloidal a dispersão das partículas de asfalto por meio da ação mecânica de “quebra” do asfalto em glóbulos de proporções micrométricas e pelo aquecimento da fase asfáltica que proporciona maior fluidez ao CAP. Após a saída do moinho, o asfalto entra em contato com uma solução aquosa já misturada com o emulsificante e com outros aditivos, caso pretenda-se obter características particulares, tanto em relação ao tempo de ruptura quanto ao uso específico daquela emulsão (BERNUCCI *et al.*, 2007). A Figura 14 representa o processo de produção da emulsão asfáltica em um moinho coloidal.

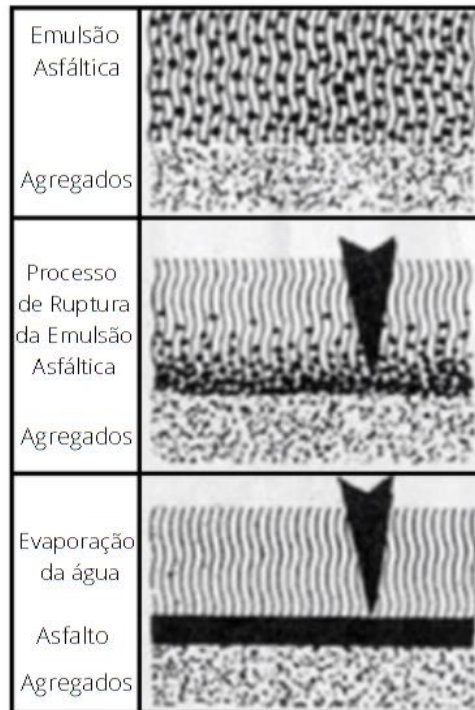
Figura 14 – Representação esquemática do processo de fabricação da emulsão asfáltica



Fonte: Adaptado de BERNUCCI *et al.*, 2007.

No momento em que a emulsão entra em contato com o agregado pétreo, começa-se o processo de ruptura, o qual consiste na separação do CAP e da água, possibilitando a formação de uma película de asfalto envolvendo o agregado. A água é liberada e evapora, permitindo a união dos glóbulos de asfalto; a velocidade da ruptura varia de acordo com a composição química do agente emulsificante e da dosagem da emulsão (BERNUCCI *et al.*, 2007). O processo de ruptura da emulsão asfáltica, descrito anteriormente, é representado pela Figura 15.

Figura 15 – Esquema de ruptura da emulsão asfáltica



Fonte: Adaptado de ABEDA, 2007.

Entende-se que os agentes de reciclagem emulsionados (ARE) são emulsões concebidas para o uso próprio na reciclagem a frio. Na literatura, é comum encontrar também a denominação de agentes rejuvenescedores emulsionados para designar o mesmo produto. De acordo com a expressão usada pela ABEDA, opta-se por adotar agentes de reciclagem emulsionados, já o agente rejuvenescedor é um aditivo que pode ou não ser incluído na composição da emulsão (UNGER FILHO, 2019).

Em especial, a adição de rejuvenescedores no agente de reciclagem pretende repor parte das frações maltênicas e devolver as características de flexibilidade ao material (BERNUCCI *et al.*, 2007). Apesar disso, quanto maior o grau de envelhecimento do CAP, as suas propriedades se encontram menos ativas e será mais difícil recuperar as características originais em um processo de rejuvenescimento. Nesse caso, o agente de reciclagem emulsionado tem o papel de facilitar o envolvimento e a trabalhabilidade da mistura asfáltica reciclada, promovendo pelo menos a interação superficial entre o asfalto antigo e o asfalto adicionado por meio da emulsão (UNGER FILHO, 2019).

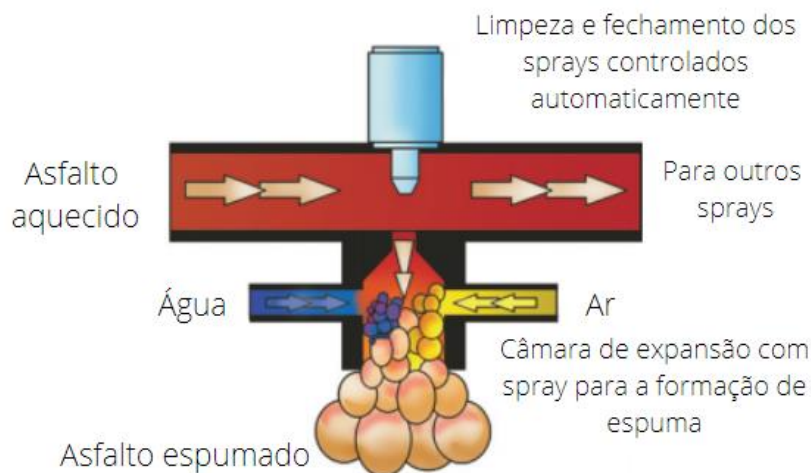
3.4.2.2 Espuma de Asfalto

A espuma de asfalto consiste em mais uma forma de tornar o asfalto menos viscoso e melhorar a sua dispersão em misturas com agregados. Uma das medidas de controle e garantia de boa qualidade do asfalto é a não presença de água no ligante, pois ao ser aquecido, tem-se o aumento da sua proporção, tendendo a provocar explosões, já que o CAP tem dificuldade de liberar as bolhas de água aquecidas, as quais ao forçarem a sua liberação, podem impulsionar partículas de asfalto a grandes distâncias. Entretanto, pode-se aproveitar do crescimento da massa asfáltica em presença de água para produzir asfalto-espuma, desde que respeitando rigorosamente os critérios normativos (BERNUCCI *et al.*, 2007).

Realiza-se a espumação do asfalto sob condições particulares e controladas, em uma câmara de expansão própria para o procedimento. O processo consiste em possibilitar um aumento de volume do CAP através do choque térmico ocasionado quando se injeta um pequeno volume de água à temperatura ambiente, em um asfalto já aquecido (BERNUCCI *et al.*, 2007).

Com a expansão gerada pela espumação do ligante, há um aumento de volume que provoca a queda da viscosidade, o que possibilita um melhor recobrimento dos agregados (BERNUCCI *et al.*, 2007). A Figura 16 ilustra a câmara e o processo de obtenção da espumação.

Figura 16 – Esquema da câmara de expansão do asfalto espuma e o processo de espumação



Fonte: Adaptado de BERNUCCI *et al.*, 2007.

A técnica é bastante difundida na manutenção dos pavimentos por meio da reciclagem e também na execução de novas obras. Há a possibilidade de adicionar-se materiais fresados ou agregados virgens, sendo eles não aquecidos ou até mesmo úmidos, sem interferir negativamente no desempenho da mistura (BERNUCCI *et al.*, 2007).

3.4.3 Classificação Quanto ao Local de Realização da Reciclagem a Frio

Pode-se realizar a reciclagem a frio *in situ*, com o auxílio de uma recicladora ou uma usina móvel ou ainda transportar o fresado de um trecho até um depósito central, onde ocorrerá a dosagem por meio de uma unidade misturadora em uma usina estacionária (WIRTGEN, 2012).

3.4.3.1 Reciclagem *in situ*

O procedimento de reciclagem *in situ* pode ser realizado de duas maneiras diferentes (UNGER FILHO, 2019).

Utilizando-se uma recicladora de pavimentos, a mesma usada na reciclagem profunda, mas com o seu tambor de corte ajustado, para que somente o revestimento asfáltico seja atingido, pode-se cortar a espessura parcial ou total da camada de revestimento.

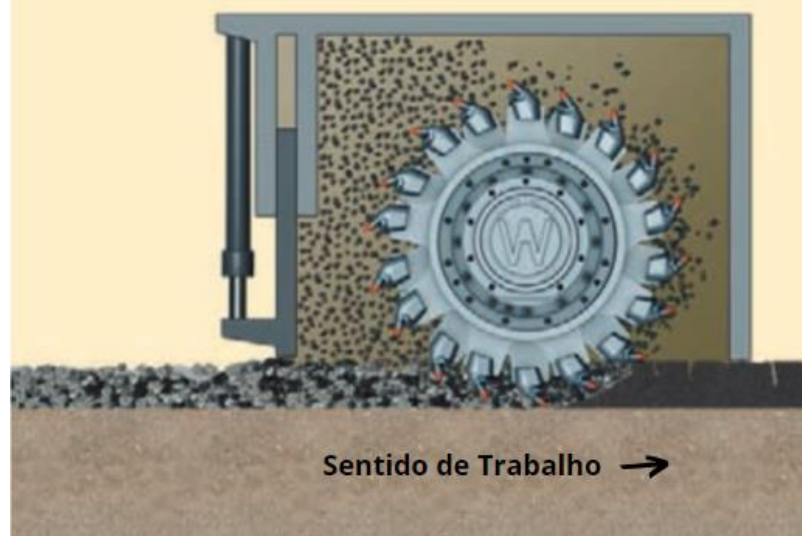
Nessa circunstância, se os agentes estabilizadores empregados forem líquidos, como as emulsões asfálticas e espuma de asfalto, as substâncias devem ser inseridas no interior da câmara de reciclagem, durante o corte e a homogeneização da mistura. Caso os materiais sejam sólidos, a exemplo dos agregados virgens empregados para correção da granulometria do projeto ou para o incremento de espessura do revestimento ou sejam produtos pulverulentos, como cal e cimento Portland, eles são espalhados sobre a superfície da camada de rolamento a ser reciclada, previamente a passagem da máquina recicladora. Posteriormente a passagem do equipamento de reciclagem, o fresado gerado, em conjunto com os materiais que foram acrescentados anteriormente a essa etapa, mantêm-se no mesmo local e em seguida inicia-se a compactação do trecho. Em seguida à execução da camada reciclada a frio, recomenda-se o recobrimento com concreto asfáltico, aplicação de tratamento superficial ou microrrevestimento asfáltico, com a finalidade

de conferir maior proteção à mistura reciclada, minimizando a interferência dos efeitos ambientais e do tráfego.

A necessidade de ao menos uma capa selante como camada final de rolamento deve-se ao número de vazios da mistura reciclada (SILVA, 2011). Opta-se pelo material que mais corresponda ao especificado em projeto em relação à capacidade estrutural do pavimento e à ação do tráfego.

A Figura 17 retrata o processo de corte do revestimento asfáltico, por uma recicladora de pavimentos, em uma aplicação da técnica de reciclagem a frio *in situ*.

Figura 17 – Processo de corte do revestimento asfáltico a frio *in situ*



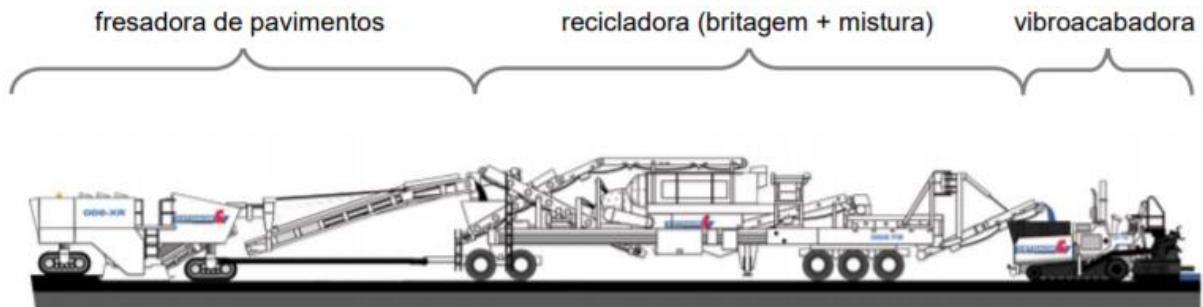
Fonte: Adaptado de WIRTGEN, 2012.

No outro método de reciclagem a frio *in situ*, o RAP gerado pelo processo de fresagem do pavimento, por meio de uma fresadora tradicional, é lançado em uma usina móvel que compõe o trem de reciclagem. O trem de reciclagem pode ou não ter em sua formação um sistema de britagem, de acordo com a necessidade estabelecida em projeto. Na unidade misturadora móvel, o fresado é misturado com os agentes de reciclagem especificados em projeto. Se for necessário inserir agregados virgens à mistura, estes devem ser distribuídos na pista anteriormente à operação da fresadora.

A mistura reciclada pode ser lançada em uma vibroacabadora, com o auxílio de uma esteira posicionada da saída do misturador. O material reciclado pode ainda, ao ser retirado do misturador, ser colocado na pista e com o auxílio de um equipamento *windrow elevator*, ser coletado e depositado na vibroacabadora. A vibroacabadora é responsável pela aplicação, nivelamento e pré-compactação da mistura asfáltica no local da obra.

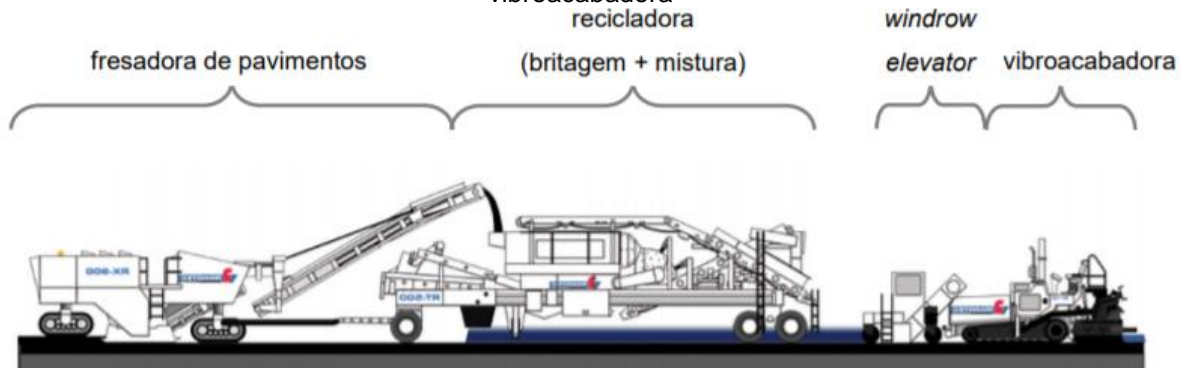
As representações dos trens de reciclagem com esteira ou com *windrow elevator* são apresentadas na Figura 18 e Figura 19, respectivamente.

Figura 18 – Trem de reciclagem a frio in situ composto por fresadora, recicladora e vibroacabadora



Fonte: Adaptado do catálogo de produtos da ROADTEC, 2018 *apud* UNGER FILHO, 2019.

Figura 19 – Trem de reciclagem a frio in situ composto por fresadora, recicladora, *windrow elevator* e vibroacabadora



Fonte: Adaptado do catálogo de produtos da ROADTEC, 2018 *apud* UNGER FILHO, 2019.

Independentemente da opção escolhida, equipamentos como caminhão-tanque contendo água e caminhão-tanque abrigando o ligante asfáltico complementam o sistema. De acordo com o DNIT 166/2013-ES, a compactação em pista deve ser feita inicialmente com o emprego de um rolo pé de carneiro (pata curta) e finalizada com a utilização de rolos pneumáticos ou lisos.

3.4.3.2 Reciclagem em Usina Estacionária

No procedimento de reciclagem em usina estacionária, o material fresado é originado anteriormente pelo processo de fresagem de um revestimento asfáltico. Posteriormente, o RAP é transportado para um estoque de bota-espera, onde é mantido até que se inicie o momento da reciclagem. Assim, por haver uma etapa de estocagem previamente à usinagem e à execução, pode-se classificar as pilhas de

fresado quanto ao teor e a consistência do ligante residual e compor a mistura com diferentes faixas granulométricas (UNGER FILHO, 2019).

Além disso, pelo fato de a mistura reciclada não ser depositada no trecho concomitantemente à operação de fresagem, viabiliza-se a inspeção do estado da base ou do revestimento asfáltico restante, permite-se também a realização de ensaios para que sejam identificados problemas estruturais nas demais camadas, e assim, se presentes, tem-se a oportunidade de corrigi-los antecipadamente a dosagem e compactação de uma nova mistura (UNGER FILHO, 2019).

Em ocasiões em que o agente de reciclagem adotado não é um aglomerante hidráulico, como cal ou cimento Portland, é admissível a estocagem da mistura para uso subsequente. Deste modo, a mistura reciclada em usina estacionária, pode ter aplicabilidade não apenas no trecho do pavimento que gerou o RAP, mas também tem uso em outros locais (WIRTGEN, 2012).

Pode-se empregar as mesmas usinas utilizadas para a produção de mistura asfáltica reciclada a quente, desde que com as devidas alterações feitas, diferenciando-se principalmente pelo não acionamento do sistema de aquecimento dos agregados, durante o processo de secagem e do ligante asfáltico. Acrescenta-se ainda, a possibilidade de usinagem em Usinas Contínuas de Pré-misturado a Frio e as Usinas de Solos (DAU, 2001).

3.5 RECICLAGEM PROFUNDA

3.5.1 Definição e Operação

A Reciclagem Profunda (FDR, do inglês *Full Depth Reclamation*), é uma técnica de reabilitação na qual o revestimento asfáltico e uma quantidade pré-determinada de material subjacente (base, sub-base e/ou subleito) são fragmentados e misturados uniformemente para fornecer um material de base melhorado e homogêneo. A técnica é executada *in situ* e sem adição de calor, pode-se pulverizar a espessura total do revestimento asfáltico e uma parcela determinada em projeto das camadas mais profundas, variando de acordo com a estrutura do pavimento existente. São comuns valores entre 10 e 30 cm de profundidade de fresagem. Posteriormente, efetua-se uma nova camada de revestimento asfáltico sobre a base reciclada (ARRA, 2001).

As máquinas recicladoras são autopropelidas, de grande potência, equipadas com dosadores que controlam a incorporação de água ou aditivos estabilizantes, executando a recuperação do pavimento em uma única etapa, o que permite recompor parte do pavimento velho e criar uma nova camada de base estabilizada, com características satisfatórias a reabilitação funcional e estrutural do pavimento. Uma máquina de reciclagem profunda é representada pela Figura 20 (OLIVEIRA, 2003).

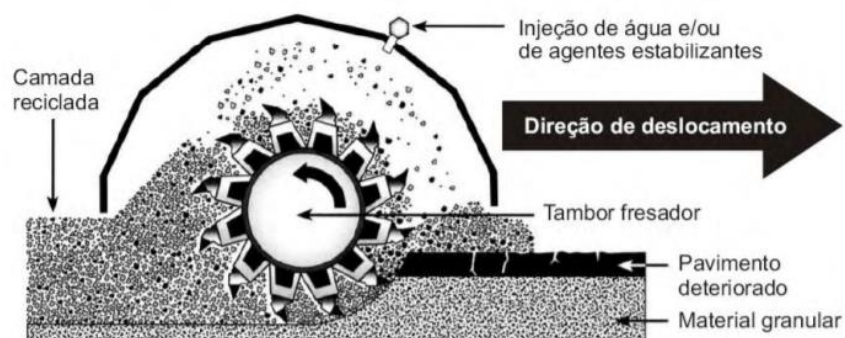
Figura 20 – Máquina de reciclagem profunda



Fonte: ARRA, 2001.

As máquinas são constituídas por rolos que exercem simultaneamente a função de fresador e misturador, sendo equipadas com um grande número de ferramentas de cortes próprias. O rolo gira, fresando o material das camadas especificadas. À medida que o processo de fresagem é efetuado, água ou agentes estabilizantes são introduzidos na quantidade exata na câmara misturadora, como retrata a Figura 21 (WIRTGEN, 2012).

Figura 21 – Representação esquemática do processo de reciclagem profunda

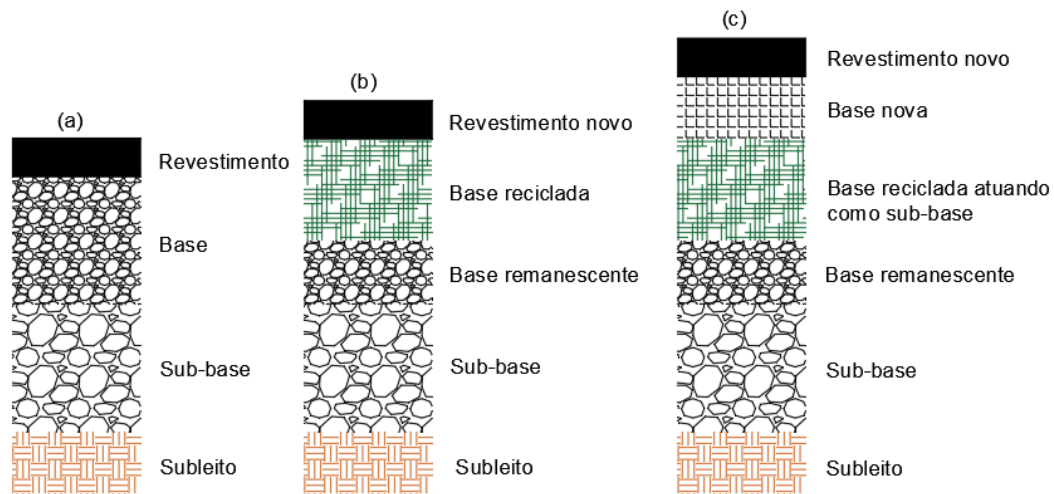


Fonte: SOUZA, 2009 *apud* FRESAR, 2009.

Com o material resultante da operação exposta a cima, pode-se optar pelo novo uso da camada reciclada, sendo capaz de atuar como uma nova base, sub-base ou ainda como reforço do subleito, em situações em que o pavimento antigo era composto apenas por revestimento asfáltico e base (OLIVEIRA, 2003).

A seção (a), da Figura 22, representa um pavimento deteriorado em sua estrutura original, cujo revestimento e parcela da base ao sofrerem o processo de reciclagem, transformar-se-ão na seção (b). No entanto, se a espessura da base reciclada obtida for incapaz de atender as exigências solicitadas, uma nova base adicional pode ser disposta sobre a camada reciclada como é exposto na seção (c) (OLIVEIRA, 2003).

Figura 22 – Estrutura de um pavimento antes e depois da reciclagem



(a) Estrutura original do pavimento;

(b) Estrutura do pavimento após reciclagem - Camada reciclada atuando como base;

(c) Estrutura do pavimento após reciclagem - Camada reciclada atuando como sub-base.

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2003.

3.5.2 Agentes Estabilizantes Usados como Aditivos

Pode-se adicionar agentes estabilizantes no produto da reciclagem a fim de que se tenha uma capacidade de suporte melhorada, assim como maior resistência e durabilidade e redução na suscetibilidade do material à umidade. Assim, em situações em que o material original reciclado não apresenta as propriedades mecânicas adequadas e aceitável capacidade de suporte para um bom desempenho estrutural, sendo capaz de resistir aos esforços do tráfego durante o período de vida útil, opta-se pela inclusão de estabilizantes (SOUZA, 2009).

Existem no mercado da pavimentação uma extensa diversidade de aditivos com função estabilizadora, os quais podem ser líquidos ou em pó. Os aditivos mais comumente utilizados são: como cloreto de cálcio, cal (hidratado ou virgem), cinza volante (tipo C ou F), subprodutos da fabricação do cimento Portland e da cal, cimento Portland (em pó ou pasta), emulsões asfálticas (normais ou polimerizadas), espuma de asfalto, estabilizantes químicos ou associações de dois ou mais desses aditivos, agregados virgens (SOUZA, 2009).

Cada agente estabilizante possui características particulares, as quais são mais efetivas para determinados materiais ou oferecem melhor custo-benefício de aplicação. Não há um único material que atenda a demanda de todos os casos de deterioração no pavimento, o que garante o espaço das mais diversas tecnologias no mercado e o contínuo estudo de novos métodos de estabilização. Esses procedimentos asseguram economia substancial quando comparados a uma construção que não utilize material reciclado (OLIVEIRA, 2003).

Os aditivos podem ser incorporados à máquina recicladora em sua primeira passada, a qual se destina ao corte ou trituração inicial dos materiais. Ao optar por esse processo, tem-se como benefício a eliminação de uma ocasional segunda passada do maquinário para homogeneização do produto reciclado (SOUZA, 2009).

Em alguns processos, opta-se por uma primeira passagem dos equipamentos trituradores e posterior adição de agentes estabilizadores, garantindo maior velocidade da máquina e maior uniformidade na aplicação dos estabilizantes (SOUZA, 2009).

Para a execução da reciclagem profunda, utiliza-se um conjunto de equipamentos, os quais incluem uma unidade recicladora, uma ou mais unidades de agentes estabilizantes (se necessárias), motoniveladoras e rolos compactadores. Inicia-se o processo por meio da passagem da máquina recicladora e mistura dos aditivos simultaneamente, em seguida a motoniveladora faz o perfilamento inicial da rodovia. Na sequência ocorre a compactação por meio dos rolos pata-curta, de pneu ou rolos de chapa vibratórios, como representados na Figura 23 (SOUZA, 2009).

Figura 23 – Compactação inicial após a reciclagem profunda



Fonte: SOUZA, 2009 *apud* FRESAR, 2009.

Em operações com a utilização de aditivos, após a compactação final segue-se um período de cura, cuja determinação depende do agente estabilizador utilizado, ou da combinação de elementos, podendo variar de 1 a 14 dias. Ao longo desse período de cura, é aconselhável que o tráfego de caminhões pesados sobre o pavimento seja evitado. Ao fim dessa etapa, pode-se aplicar o revestimento asfáltico projetado (SOUZA, 2009).

3.5.2.1 Tipos de Agentes Estabilizantes

Os principais agentes estabilizantes utilizados na reciclagem profunda e na estabilização de solos, são detalhados a seguir:

- a) cloreto de cálcio: produto químico que quando aplicado em obras rodoviárias tem a capacidade de reduzir a espessura da película de água adesiva nas partículas de solos, proporcionando massas específicas mais elevadas, com o propósito de estabilizar as misturas. O seu uso ainda garante a maior retenção da umidade na fração fina e facilita em conjunto com a ação do tráfego, a compactação de misturas graduadas. Outra aplicabilidade é a sua solubilidade em água e higroscopicidade, sendo recomendável seu uso em regiões secas ou após as chuvas em locais com a sua sazonalidade bem definida (DNIT, 2006a);
- b) cal: o tratamento do solo com cal apresenta melhora na trabalhabilidade, redução na expansão do material e diminuição do índice de plasticidade da base, ou seja, maior será a capacidade do solo de ser moldado sem que

se torne quebradiço. Entretanto, nem todos os solos apresentam ganho de resistência, pois as propriedades da mistura solo/cal dependem de vários aspectos, como tipo de solo, tipo de cal, taxa de aplicação de cal e condições de cura (OLIVEIRA, 2003);

- c) cinza Volante: é um produto gerado pela queima do carvão mineral, composto pelo arranjo entre sílica e alumínio, que ao entrarem em contato com a cal e água geram uma massa cimentícia endurecida capaz de obter altas resistências à compressão, fornecendo à camada características semelhantes à do cimento Portland. Sua produção ocorre em grande escala em fábricas que empregam como fonte de energia a combustão de materiais como carvão vegetal ou mineral e produtos betuminosos, devido a sua produção volumosa, apresenta baixo custo (OLIVEIRA, 2003);
- d) cimento Portland: mistura-se o cimento, com água e solo, formando uma ligação aglutinante entre as partículas. Ao longo do tempo, a resistência à compressão é elevada. Este é o agente estabilizante mais utilizado devido ao seu fácil acesso em todas as regiões do país (OLIVEIRA, 2003).
Sua adição é responsável pelo enrijecimento da mistura e redução da suscetibilidade do pavimento à água, o que melhora substancialmente o comportamento do pavimento, considerando que a água é um dos principais aceleradores de deterioração. Em contrapartida, deve-se atentar ao fato de que materiais cimentados estão sujeitos ao fenômeno da fadiga, devido as repetidas passagens de carga e tensões, sendo essencial atentar às solicitações do tráfego, prevenindo o surgimento massivo de trincas por fadiga (LIMA, 2018);
- e) emulsão de asfalto: a função da emulsão asfáltica varia de acordo com o tipo de material que se pretende estabilizar. Se o solo tem na sua estrutura grande quantidade de areia, a principal função da emulsão será conferir coesão. Em solos argilosos, a finalidade da emulsão é conferir propriedades impermeabilizantes, envolvendo as partículas de argila com uma fina película de betume, bloqueando os condutos capilares a fim de impedir o acesso de água (ABEDA, 2010);
- f) espuma de asfalto: ao entrar em contato com o material reciclado, a espuma de asfalto dissipa-se em inúmeras partículas que procuram e aderem às partículas finas, criando uma vinculação que age como

argamassa de ligação e adere às partículas de maior granulometria. Pode-se ainda combinar a espuma de asfalto com o cimento Portland, a fim de proporcionar à mistura maior ação impermeabilizante e também melhor capacidade estrutural em comparação com o uso da espuma em separado (OLIVEIRA, 2003);

- g) agregados virgens: a adição de materiais granulares, como o cascalho e a pedra britada, possibilitam a correção da granulometria da mistura, aumentam a espessura da camada e acarretam em melhor resistência estrutural e drenagem do pavimento (OLIVEIRA, 2003).

3.6 RECICLAGEM MORNA

3.6.1 Definição

Como resposta às necessidades de reduções energéticas e da emissão de poluentes durante a produção de misturas asfálticas desenvolveram-se as misturas mornas (*Warm Mix Asphalt*), que possibilitam a atenuação das temperaturas de fabricação e compactação das misturas asfálticas, ao utilizar-se de técnicas que modificam o comportamento do ligante asfáltico. Ao combinar a tecnologia das misturas mornas com a inserção de taxas de material fresado, obtém-se as misturas asfálticas recicladas mornas (ZUBARAN, 2014; BOHN *et al.*, 2020).

O processo de reciclagem morna diferencia-se da técnica de reciclagem a quente no que diz respeito às temperaturas de usinagem e compactação da mistura, as quais são inferiores às temperaturas comumente utilizadas na produção e aplicação de misturas a quente, mas superiores à temperatura ambiente, utilizada nas metodologias de reciclagem a frio e profunda (DNIT, 2018). As misturas recicladas mornas são produzidas em temperaturas entre 105 e 135°C, ou seja, de 35 a 45°C, inferiores às quentes, minimizando o consumo de combustível necessário à sua produção, reduzindo o envelhecimento do ligante asfáltico pelo efeito do calor e contendo a exposição dos operários a altas temperaturas e a emissões de vapores cancerígenos de asfalto (BUDNY, 2012).

Alcança-se a redução das temperaturas de usinagem e compactação das misturas asfálticas recicladas pela aplicação de aditivos e/ou procedimentos que proporcionem vantagens técnicas, financeiras e ambientais (DNIT, 2018). Pode-se

dividir os produtos e técnicas para a produção de misturas mornas recicladas, em três grupos, que serão descritos a seguir.

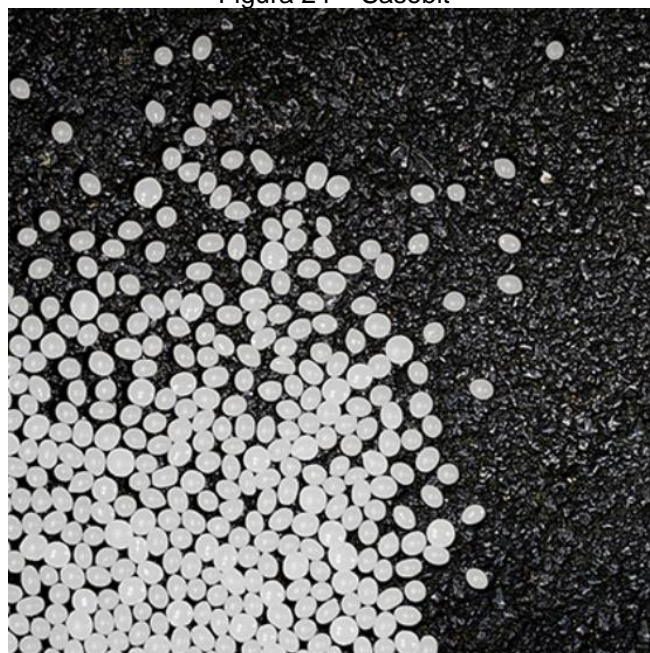
3.6.2 Produtos e Técnicas para a Produção de Misturas Mornas Recicladas

3.6.2.1 Aditivos Orgânicos

Os aditivos orgânicos, também denominados ceras, operam como redutores de viscosidade do ligante asfáltico durante a usinagem, propiciando à mistura morna maior trabalhabilidade se comparadas às misturas convencionais. Esses aditivos são comercializados na forma sólida e podem ser incorporados ao ligante ou à mistura asfáltica, durante o processo de usinagem. Alcança-se uma redução de temperatura da ordem de 30 a 40°C, com o emprego das ceras (GENNESSEAUX, 2015).

Um exemplo de cera sintética que ajuda a manter a trabalhabilidade adequada às temperaturas de fabricação inferiores, é o Sasobit. Em estado líquido, o Sasobit permite que os agregados se movam livremente no ligante asfáltico, ao resfriar e cristalizar-se, garante a formação de uma estrutura de rede no CAP (SHAW, 2007). A Figura 24 retrata uma porção da cera Sasobit, em forma de pastilhas.

Figura 24 – Sasobit



Fonte: SASOL, 2020.

3.6.2.2 Aditivos Químicos

Os aditivos químicos ou surfactantes são produtos que não modificam o comportamento reológico do asfalto, ou seja, a viscosidade do ligante. Atuam alterando a tensão interfacial entre os agregados e o ligante asfáltico, aprimorando a tensão interfacial entre os dois constituintes da mistura e tendo como consequência uma melhora na adesividades entre os materiais, da trabalhabilidade e da compactação das misturas, sendo tais alterações responsáveis pela diminuição das temperaturas de usinagem e compactação (BUDNY, 2012).

3.6.2.3 Formação de Espuma

No processo com espuma, é feita a injeção de água durante a fase de usinagem, o que promove a expansão do ligante e a queda da viscosidade da mistura. Pode-se adicionar a água diretamente à mistura, por meio do uso de agregados úmidos ou pela colocação de aditivos hidrofílicos, como as zeólitas. As zeólitas (silicatos cristalinos alumino-hidratados) contém elevada porcentagem de água em sua constituição e possuem a capacidade de liberá-la de modo gradativo na medida em que são aquecidas, em temperaturas maiores que o ponto de vaporização de água (GENNESSEAU, 2015). A Figura 25 estampa uma amostra das zeólitas.

Figura 25 – Zeólitas



Fonte: BETAEQ, 2019.

3.6.3 Classificação Quanto ao Local de Realização da Reciclagem Morna

A reciclagem morna ocorre em usinas estacionárias, sejam elas intermitentes ou do tipo *Drum mixer*. De acordo com os produtos e tecnologias a serem utilizadas na sua produção, as misturas recicladas mornas podem ou não requerem alterações na planta da usina. As incorporações de aditivos orgânicos e químicos, por serem técnicas simples, não demandam modificações na planta da usina. Já os processos de formação de espuma podem exigir alterações na unidade de usinagem, devido a instalação de equipamentos para a injeção de água, câmaras de expansão ou alimentadores (GENNESSEAUX, 2015).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Para o levantamento das principais pesquisas desenvolvidas acerca da reciclagem de pavimentos asfálticos, foi escolhido o período de busca de 2010 a 2020, por abranger grande parte dos trabalhos desenvolvidos na atualidade e por proporcionar o acesso às inovações da área. Desta maneira, foi realizada a busca, no período estabelecido, por trabalhos de conclusão de curso (TCC) no Repositório Institucional e/ou na Biblioteca Digital de cada uma das Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras. Em seguida, foi feita a procura por teses e dissertações na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

4.2 MÉTODOS

Para que fosse iniciada a pesquisa por trabalhos de conclusão de curso, teses e dissertações, no período e nos portais supracitados, foram estipulados dez termos relacionados à reciclagem de misturas asfálticas, sendo eles determinados pela presença recorrente nos materiais estudados para a construção da revisão teórica deste trabalho. Os termos escolhidos foram pesquisados entre aspas, para que os resultados obtidos possuíssem maior exatidão e uma menor abrangência, considerando que algumas das palavras selecionadas são comuns a diversos temas e assim não retrataria com fidedignidade a popularidade do assunto abordado.

A busca foi feita nos portais Google Acadêmico e *Semantic Scholar*, por abrangerem uma considerável variedade de literatura acadêmica, encontrando assim os termos mais notórios na área. Os resultados obtidos, em ordem decrescente, são apresentados na Tabela 1 e no Gráfico 1.

Tabela 1 – Total de resultados nos portais Google Acadêmico e *Semantic Scholar*

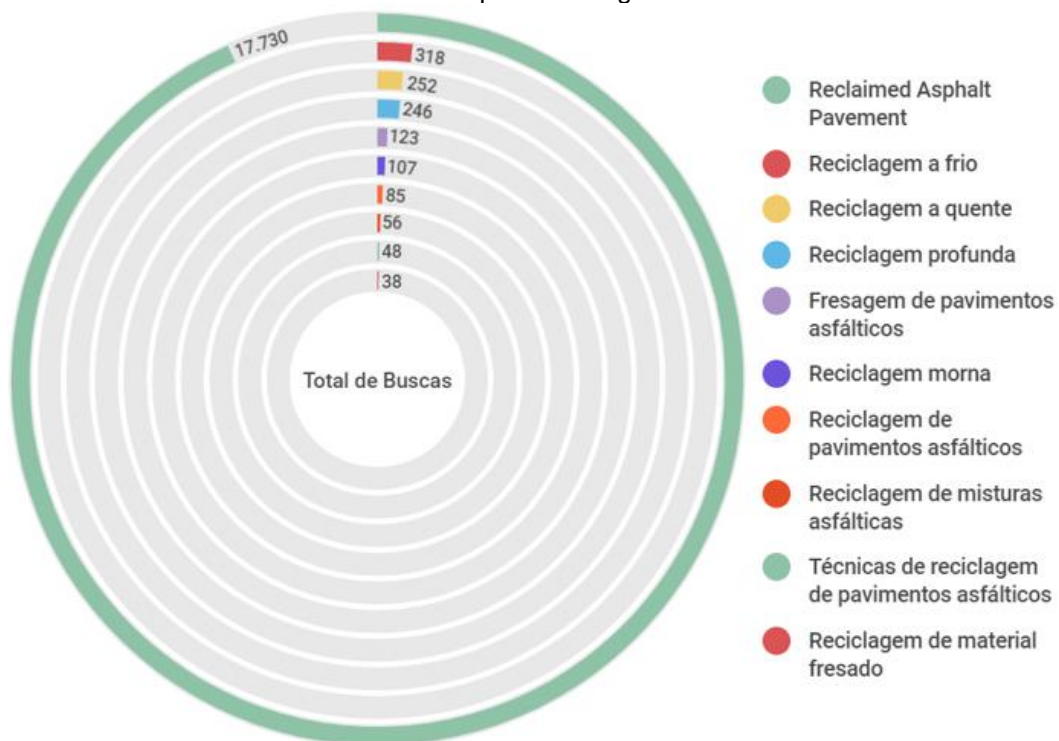
(continua)

Termos	Google Acadêmico	<i>Semantic Scholar</i>	Total de Buscas	Total de Buscas (%)
<i>Reclaimed Asphalt Pavement</i>	10.300	7.430	17.730	93,30

Tabela 1 – Total de resultados nos portais Google Acadêmico e *Semantic Scholar*

Termos	Google Acadêmico	<i>Semantic Scholar</i>	Total de Buscas	(conclusão)
				Total de Buscas (%)
Reciclagem a frio	194	124	318	1,67
Reciclagem a quente	171	81	252	1,33
Reciclagem profunda	120	126	246	1,29
Fresagem de pavimentos asfálticos	100	23	123	0,65
Reciclagem morna	17	90	107	0,56
Reciclagem de pavimentos asfálticos	57	28	85	0,45
Reciclagem de misturas asfálticas	42	14	56	0,29
Técnicas de reciclagem de pavimentos asfálticos	12	36	48	0,25
Reciclagem de material fresado	14	24	38	0,20
TOTAL	11.027	7.976	19.003	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 1 – Total de resultados nos portais Google Acadêmico e *Semantic Scholar*

Fonte: A autora (2021).

Em seguida, decidiu-se por selecionar os cinco termos mais buscados para que por meio deles fossem realizadas as buscas por trabalhos de conclusão de curso, teses e dissertações. Assim, seriam escolhidos os termos “*Reclaimed Asphalt Pavement*”, “Reciclagem a frio”, “Reciclagem a quente”, “Reciclagem profunda” e “Fresagem de pavimentos asfálticos”, mas diante da essencialidade da “Reciclagem morna” e por se tratar de um dos métodos mais recentes de reciclagem de misturas

asfálticas, sendo ainda menos explorado, optou-se por descartar o termo “Fresagem de pavimentos asfálticos” e substituí-lo por “Reciclagem morna”. O Quadro 2 retrata os termos definidos para a continuidade da pesquisa.

Quadro 2 – Termos selecionados para a continuidade da pesquisa

TERMOS
<i>Reclaimed Asphalt Pavement</i>
Reciclagem a frio
Reciclagem a quente
Reciclagem profunda
Reciclagem morna

Fonte: A autora (2021).

Com as expressões definidas, foi iniciado o processo de busca pelos documentos selecionados para a pesquisa. Ressalta-se que o presente trabalho contempla as pesquisas oriundas de Instituições Públicas de Ensino Superior do Brasil, logo os trabalhos podem ter sido desenvolvidos total ou parcialmente no Brasil e em outros países, mas todos deverão ter sido produzidos representando as instituições brasileiras.

Dando continuidade à pesquisa, percebeu-se que ainda não há no Brasil um portal que reúna e seja especializado em TCCs, a opção encontrada foi a busca nos Repositórios Institucionais e/ou nas Bibliotecas Digitais de cada Instituição Pública de Ensino Superior, seja ela municipal, estadual ou federal. Por meio do portal e-MEC foi possível acessar a lista de tais instituições brasileiras. Ressalta-se que algumas instituições classificadas como municipais pelo site do Ministério da Educação (MEC), ao terem seus sites acessados exibiam valores de tarifas e mensalidades, tornando claro o fato de não serem totalmente gratuitas e terem apenas parte dos seus custos subsidiados pelo município, e por esse motivo não foram consideradas neste trabalho, tendo em vista que o enfoque é em instituições públicas de Ensino Superior, gratuitas e brasileiras. A lista com as instituições onde as buscas pelos termos de fato ocorreram, encontra-se no APÊNDICE A.

Em relação às teses e dissertações, tais pesquisas foram feitas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pois são portais especializados nesses tipos de documentos e concentram em suas bases grande parte dos estudos brasileiros.

Desta maneira, os cinco termos escolhidos foram buscados entre aspas, a fim de restringir a busca e exibir os resultados mais relevantes e fidedignos ao tema central do estudo. Em um primeiro momento, foi feita a leitura do título do trabalho, da instituição a qual pertencia o estudo, da região e estado do país em que o trabalho foi desenvolvido, do curso de graduação (no caso dos TCCs), do programa de pós-graduação (no caso das teses e dissertações), do ano e do idioma de publicação. Tais informações foram dispostas em ordem decrescente em relação à obtenção dos resultados para cada item. Assim, foi possível estabelecer o panorama das Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras acerca da temática abordada.

Logo após, foi realizada a leitura dos autores(as) e dos orientadores(as) e foram organizados de forma a possibilitar a classificação e a visualização de quantas e quais mulheres orientaram outras mulheres, de quantas e quais mulheres orientaram homens, de quantos e quais homens orientaram mulheres e por fim, de quantos e quais homens orientaram outros homens. Além disso, foi realizada uma busca pelo nome das autoras no Lattes e no LinkedIn para que se pudesse quantificar as mulheres que deram continuidade às pesquisas, seja em programas de pós-graduação de mestrados, doutorados ou pós-doutorados, e na mesma área de estudo, tendo em vista o cenário predominantemente masculino em que estão inseridas no contexto da pesquisa na Engenharia.

E por fim, seguiu-se a leitura dos resumos dos trabalhos, dos objetivos, das conclusões e das sugestões (no caso de teses e dissertações) para trabalhos futuros. Diante dos dados coletados, extraíram-se as principais contribuições e sugestões para novos estudos. Foram encontradas diversas recomendações para os próximos pesquisadores, porém a presente pesquisa limitou-se a selecionar os três tópicos de maior relação com o tema abordado para que fossem apresentados.

Se faz necessário ressaltar que as Instituições de Ensino Superior abordam não somente cursos de bacharelados, mas também as licenciaturas e os tecnológicos, ao ter isso em vista, reforça-se que todas essas modalidades de graduação foram incluídas nesta pesquisa. Dessa forma, foi possível contemplar diferentes formatos de

ensino, abrangendo os cursos de graduação em suas diferentes facetas e especificidades.

Pode-se destacar ainda o fato de que mesmo ao buscar pelo termo entre aspas, por vezes os resultados obtidos não eram correspondentes ao tema central da pesquisa, sendo assim desconsiderados. E ainda, é relevante frisar que só foram incluídos nesta pesquisa, os documentos obtidos por meio das Bibliotecas Digitais que disponibilizassem versão digital e de acesso livre, para que o conteúdo desses trabalhos pudesse ser analisado.

Salienta-se que uma parte dos trabalhos foi encontrada mais de uma vez, ao se buscar pelos mesmos termos ou por termos distintos, em ambos os casos se optou então por classificar o documento apenas uma vez, e especialmente na segunda situação, o documento foi catalogado no termo em que havia maior correspondência com as informações contidas no resumo do trabalho acadêmico, evitando que uma mesma pesquisa fosse contabilizada mais de uma vez.

Ressalta-se que em determinados trabalhos o autor recebeu a orientação de mais de um profissional e que parte dos orientadores conduziram mais de uma pesquisa. Entretanto, tais considerações são apresentadas nos resultados deste trabalho e ficam visíveis para o bom entendimento dos resultados obtidos.

Ao final do levantamento de dados, os resultados foram planilhados e ilustrados por meio de gráficos, de modo que todos os aspectos abordados fossem avaliados com clareza e tivessem sua compreensão visual facilitada. As informações foram analisadas e pode-se extrair as principais elucidações pertinentes ao desenvolvimento e ao cumprimento dos objetivos do estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões desta pesquisa foram organizados de modo a apresentar em um primeiro momento apenas os dados obtidos pela busca por trabalhos de conclusão de curso e posteriormente as informações geradas pela busca por teses e dissertações. Entende-se que ao optar por tal abordagem, a compreensão é facilitada, tendo em vista que se torna possível distinguir o cenário da pesquisa em seus diferentes níveis de ensino e aprendizagem.

Além disso, os produtos da pesquisa foram estruturados em decorrência dos termos de busca, assim cada expressão buscada se constitui em um subitem desta seção, deste modo é possível facilitar a compreensão visual do leitor e a interpretação dos dados obtidos. E ainda, a fim de tornar fluida e lógica a leitura deste trabalho, a apresentação dos resultados segue a mesma sequência que a revisão teórica do presente estudo, em relação à disposição dos termos pesquisados.

5.1 QUANTO AOS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO

As informações adquiridas por meio das buscas por trabalhos de conclusão de curso, nos Repositórios Institucionais e/ou nas Bibliotecas Digitais de cada Instituição Pública de Ensino Superior Brasileiras, de acordo com a listagem do portal e - MEC, e publicadas no período de 2010 a 2020, serão apresentadas a seguir.

5.1.1 *Reclaimed Asphalt Pavement*

Nenhum documento de trabalho de conclusão de curso foi classificado como pertencente ao termo “*Reclaimed Asphalt Pavement*”, a busca resultou em poucas pesquisas para a expressão mencionada, e quando foram encontradas, as mesmas também eram resultados de outros termos. Após a leitura do título e resumo dos trabalhos, decidiu-se que a relação era maior e mais significativa com as demais expressões. Sendo assim, tais trabalhos estão presentes nesta pesquisa, mas aparecem como resultado da busca pelos demais termos.

5.1.2 Reciclagem a quente

O Quadro 3 retrata o resultado geral da leitura e coleta inicial de informações, quando se buscou o termo “Reciclagem a quente”, sendo possível identificar as Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras, os cursos de graduação aos quais as pesquisas estão vinculadas, o ano de publicação, o idioma do estudo e o título da pesquisa. Perante aos dados recolhidos é possível elaborar o panorama das instituições que contemplam em seus estudos a reciclagem de misturas asfálticas.

Quadro 3 – Dados iniciais – TCCs “Reciclagem a quente”

INSTITUIÇÃO	CURSO DE GRADUAÇÃO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Universidade Federal do Pampa	Engenharia Civil	2014	PORT	Avaliação do desempenho de concreto asfáltico usinado a quente com incorporação de material fresado
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Engenharia Civil	2018	PORT	Desenvolvimento de dosagem para mistura asfáltica de CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente) com emprego de fresado para aplicação em vias urbanas de Porto Alegre
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Engenharia Civil	2015	PORT	Investigação do potencial de contaminação ambiental associado à disposição em solo de resíduos asfálticos

Fonte: A autora (2021).

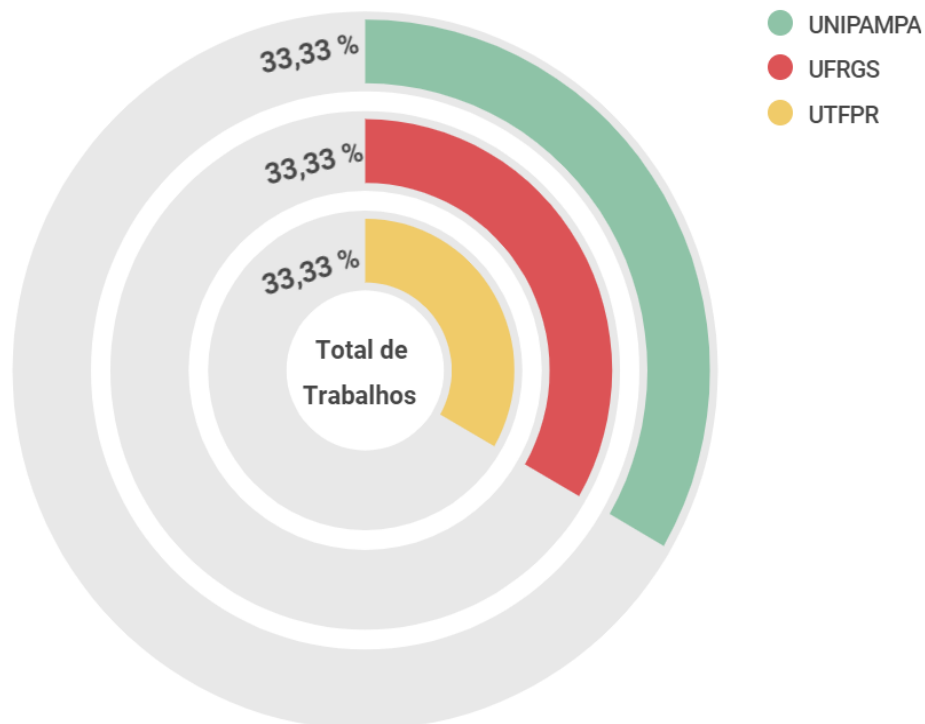
No que diz respeito às Instituições Públicas de Ensino Superior, foram identificadas três instituições, são elas: Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), todas são classificadas como universidades federais. A Tabela 2 retrata o tipo (municipal, estadual ou federal) de universidade e o total de documentos produzidos por instituição, e o Gráfico 2 ilustra o total de trabalhos, em porcentagem, produzidos por cada universidade, sobre o assunto.

Tabela 2 – Tipo de Instituição e total de TCCs – “Reciclagem a quente”

INSTITUIÇÕES	TIPO	TOTAL DE TRABALHOS	TOTAL DE TRABALHOS (%)
UNIPAMPA	Federal	1	33,33
UFRGS	Federal	1	33,33
UTFPR	Federal	1	33,33
TOTAL		3	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 2 – Total de Trabalhos por Instituição – TCCs “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

Quanto aos cursos nos quais foram desenvolvidos os TCCs, cada instituição foi representada pelo respectivo curso de graduação, sendo assim, todos os Trabalhos de Conclusão de Curso foram produzidos durante a graduação de Engenharia Civil. A Tabela 3 e o Gráfico 3 explicitam o que foi considerado anteriormente.

Tabela 3 – Cursos de Graduação – TCCs “Reciclagem a quente”

(continua)

INSTITUIÇÕES	CURSOS	TOTAL DE CURSOS	TOTAL DE CURSOS (%)
UNIPAMPA	Engenharia Civil	1	33,33
UFRGS	Engenharia Civil	1	33,33

Tabela 3 – Cursos de Graduação – TCCs “Reciclagem a quente”

(conclusão)

INSTITUIÇÕES	CURSOS	TOTAL DE CURSOS	TOTAL DE CURSOS (%)
UTFPR	Engenharia Civil	1	33,33
	TOTAL	3	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 3 – Cursos de Graduação – TCCs “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

Com base nos dados fornecidos pela pesquisa inicial, pode-se estabelecer em quais estados e regiões do país as instituições de graduação estão localizadas. Atenta-se ao fato de que duas das universidades, são representantes do Rio Grande do Sul e uma instituição é paranaense, logo apenas a região Sul contempla trabalhos de conclusão de curso na área estudada e o com o termo de busca “Reciclagem a quente”. O Quadro 4 exhibe quais instituição são pertencentes a quais estados e região do Brasil.

Quadro 4 – Estados e Regiões do Brasil – TCCs “Reciclagem a quente”

INSTITUIÇÕES	ESTADOS	REGIÃO
UNIPAMPA	Rio Grande do Sul	Sul
UFGRS	Rio Grande do Sul	Sul
UTFPR	Paraná	Sul

Fonte: A autora (2021).

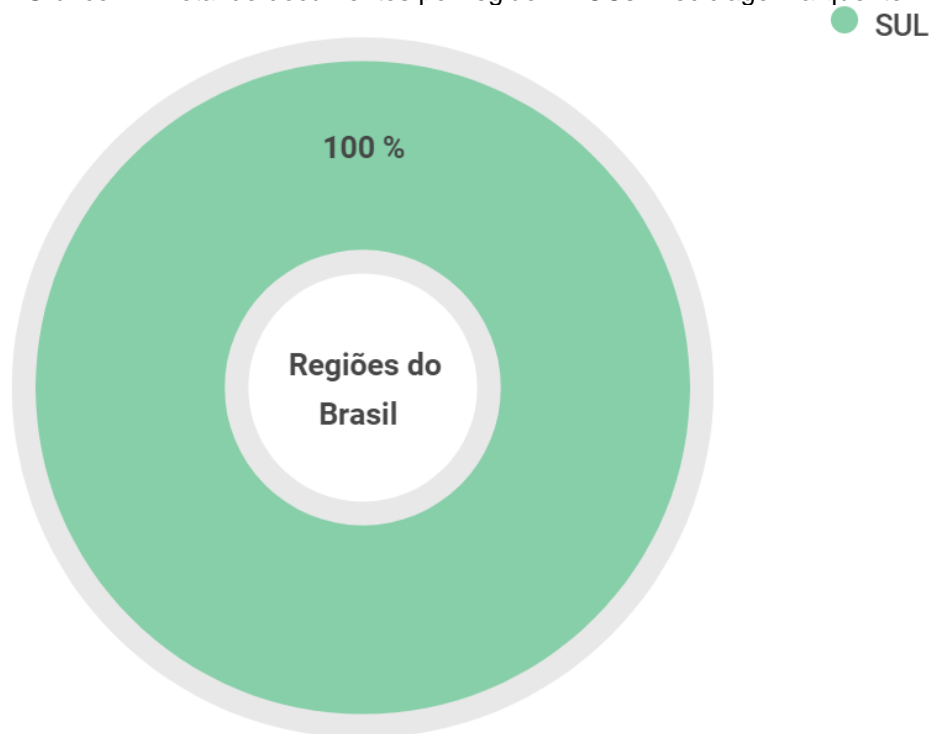
A Tabela 4 retrata a região Sul do país como a única detentora dos trabalhos de conclusão de curso com o enfoque abordado neste trabalho. E em seguida, o Gráfico 4 ilustra o que foi supracitado.

Tabela 4 – Total de documentos por região – TCCs “Reciclagem a quente”

REGIÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
SUL	3	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 4 – Total de documentos por região – TCCs “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

Pode-se identificar que as publicações de trabalhos foram feitas em três anos distintos, sendo eles: 2014, 2015 e 2018. A Tabela 5 retrata o ano de publicação, o total de documentos por ano e também o quantitativo em porcentagem. O Gráfico 5 elucida o total de documentos, em porcentagem, que foram publicados.

Tabela 5 – Ano de publicação – TCCs “Reciclagem a quente”

(continua)

ANO DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
2014	1	33,33
2015	1	33,33

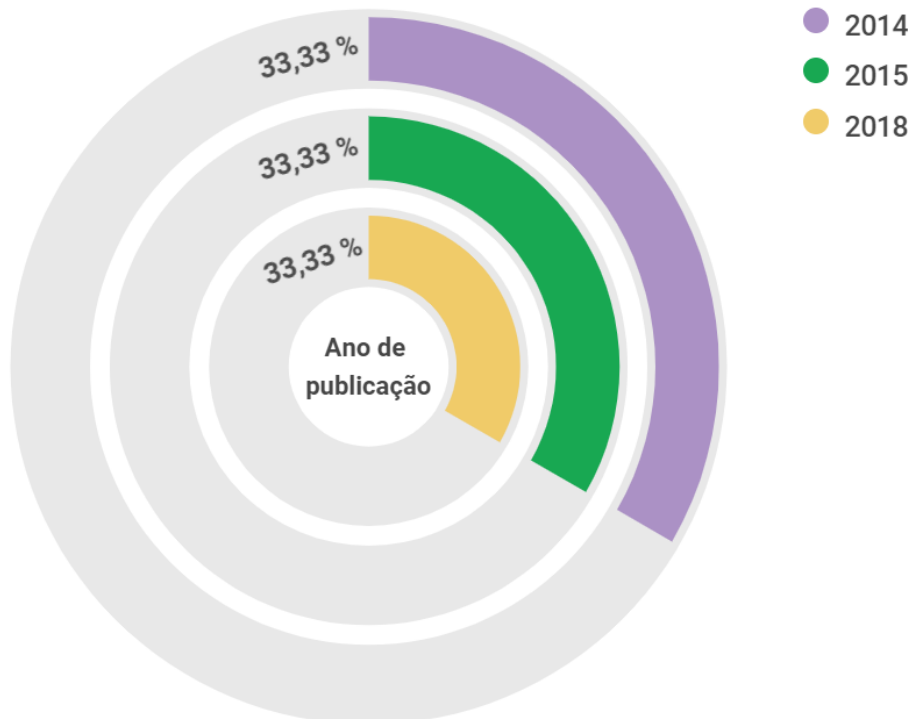
Tabela 5 – Ano de publicação – TCCs “Reciclagem a quente”

(conclusão)

ANO DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
2018	1	33,33
TOTAL	3	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 5 – Ano de publicação – TCCs “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

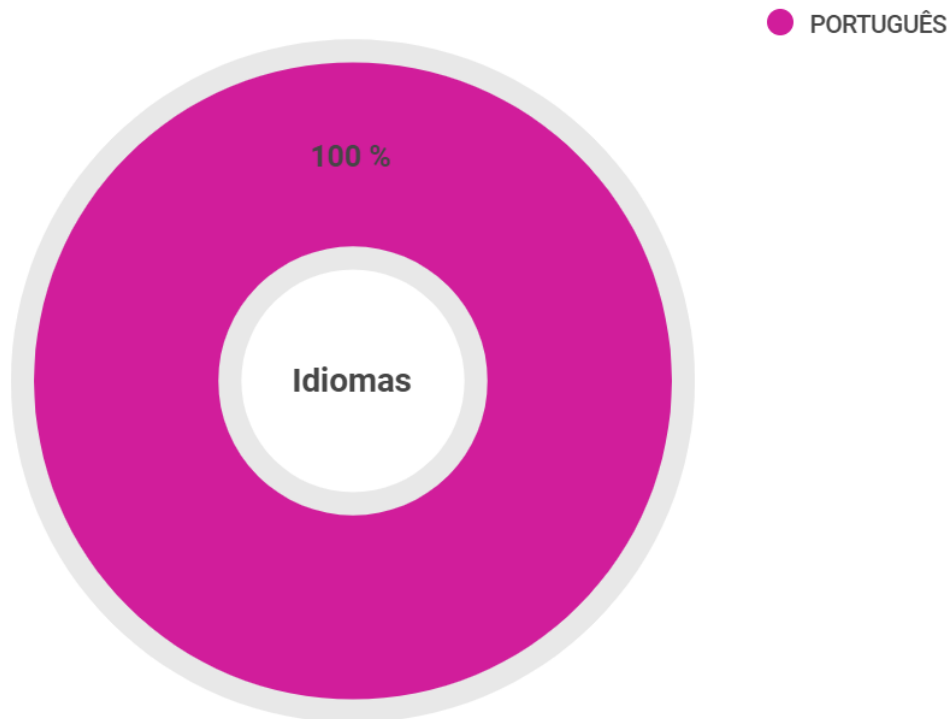
Quanto ao idioma em que o trabalho foi elaborado, apenas uma língua foi encontrada, sendo ela o português. A Tabela 6 fornece as informações do total de documentos por idioma, em quantidade e em porcentagem. O Gráfico 6 retrata a totalidade do português como idioma de elaboração dos trabalhos.

Tabela 6 – Idioma de publicação – TCCs “Reciclagem a quente”

IDIOMA DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
PORTUGUÊS	3	100,00
TOTAL	3	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 6 – Idioma de publicação – TCCs “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

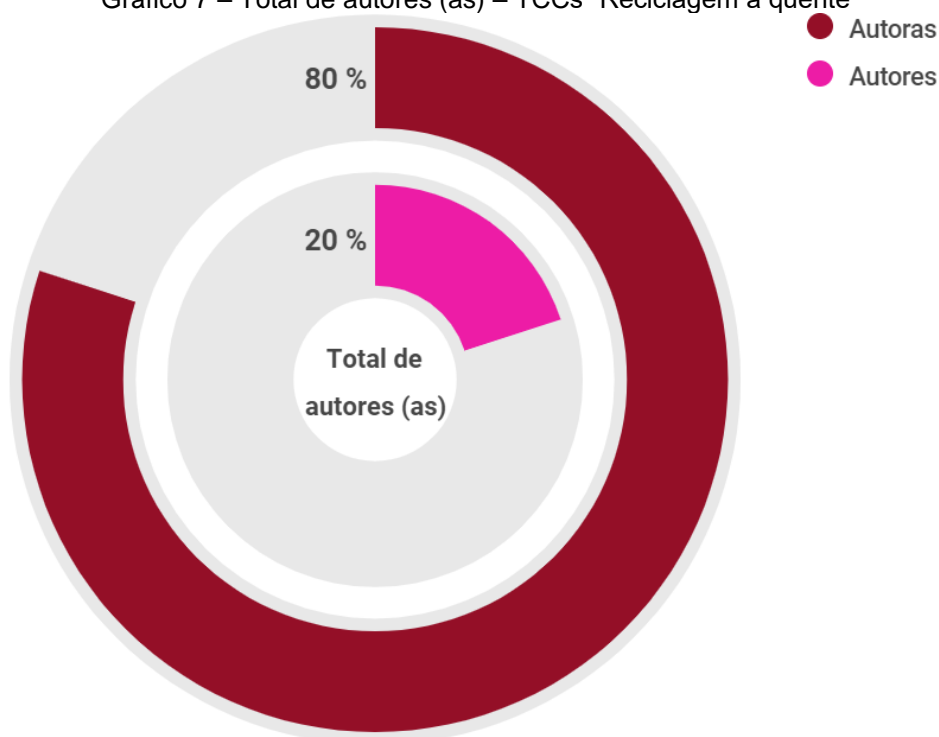
Ao abordar a participação feminina na autoria e orientação de trabalhos no tema tratado, salienta-se o fato de que do total de cinco autores, quatro são mulheres. É importante considerar ainda, que um mesmo trabalho foi escrito por três mulheres, de tal modo foram encontrados três trabalhos, mas cinco pessoas foram os responsáveis pela sua escrita e elaboração. A Tabela 7 retrata o quantitativo de autoria das pesquisas. O Gráfico 7 ilustra os dados obtidos e apresenta os resultados em porcentagem.

Tabela 7 – Total de autores (as) – TCCs “Reciclagem a quente”

AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS) (%)
AUTORAS	4	80,00
AUTORES	1	20,00
TOTAL	5	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 7 – Total de autores (as) – TCCs “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

Em seguida, o Quadro 5 apresenta a listagem dos nomes das autoras que abordaram o tema central desta pesquisa em seus trabalhos, tais autoras foram acadêmicas da UNIPAMPA e da UTFPR. O caso de três autorias para um único trabalho ocorreu na UTFPR. Assim, os estados do Rio Grande do Sul e do Paraná foram os locais contemplados com o envolvimento feminino em pesquisa científica.

Quadro 5 – Lista de autoras – TCCs “Reciclagem a quente”

LISTA DE AUTORAS	INSTITUIÇÃO
Cunha, Cristiane Bolina da	UNIPAMPA
Schneider, Emanuelle Dayane	UTFPR
Porfírio, Maria Aparecida Silva	UTFPR
Schroh, Mariana Reinert	UTFPR

Fonte: A autora (2021).

Ainda no que se refere à autoria dos trabalhos de conclusão de curso, foi também elaborado um quadro com o autor e sua respectiva Instituição. A UFRGS é a universidade responsável pela autoria masculina do estudo encontrado. O Rio Grande do Sul é o estado sede de tal instituição, e a região Sul é novamente mencionada como detentora das instituições que abordam a reciclagem de misturas asfálticas. O Quadro 6 reúne as informações supracitadas.

Quadro 6 – Lista de autores – TCCs “Reciclagem a quente”

LISTA DE AUTORES	INSTITUIÇÃO
Martini, Tiago da Silva	UFRGS

Fonte: A autora (2021).

Com relação à orientação concedida aos estudantes de Engenharia Civil, ressalta-se que apenas homens possuíram tal incumbência, sendo assim, os trabalhos tiveram em sua totalidade supervisão masculina. A Tabela 8 apresenta as informações citadas neste parágrafo e o Gráfico 8 ilustra tal realidade.

Tabela 8 – Total de orientadores (as) – TCCs “Reciclagem a quente”

ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS) (%)
ORIENTADORES	3	100,00
ORIENTADORAS	0	0,00
TOTAL	3	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 8 – Total de orientadores (as) – TCCs “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

Para que se tornassem conhecidos os nomes de cada orientador, o número de documentos que orientaram, e a respectiva instituição em que atuaram

supervisionando as pesquisas científicas dos acadêmicos de Engenharia Civil, foi desenvolvida a Tabela 9.

Tabela 9 – Total de orientações – TCCs “Reciclagem a quente”

LISTA DE ORIENTADORES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES (%)	INSTITUIÇÕES
Budny, Jaelson	1	33,33	UNIPAMPA
Nunez, Washington Peres	1	33,33	UFRGS
Nagalli, André	1	33,33	UTFPR
TOTAL	3	100,00	

Fonte: A autora (2021).

Analisando as atividades de orientação, pode-se determinar que dois trabalhos foram escritos por mulheres e orientados por homens e que em uma dessas situações, o orientador estabeleceu relação de supervisão com três acadêmicas, dessa forma fica claro que quatro mulheres receberam supervisão masculina. O terceiro trabalho foi escrito por um homem e também orientado por outro. O Quadro 7 explicita as relações de autoria e orientação das pesquisas encontradas, a Tabela 10 revela o quantitativo dos casos de orientações e o Gráfico 9 ilustra os percentuais dessas conjunturas.

Quadro 7 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – TCCs “Reciclagem a quente”

HOMENS QUE ORIENTAM MULHERES	
ORIENTADOR	AUTORA
Budny, Jaelson	Cunha, Cristiane Bolina da
Nagalli, André	Schneider, Emanuelle Dayane
Nagalli, André	Porfírio, Maria Aparecida Silva
Nagalli, André	Schroh, Mariana Reinert
HOMENS QUE ORIENTAM HOMENS	
ORIENTADOR	AUTOR
Nunez, Washington Peres	Martini, Tiago da Silva

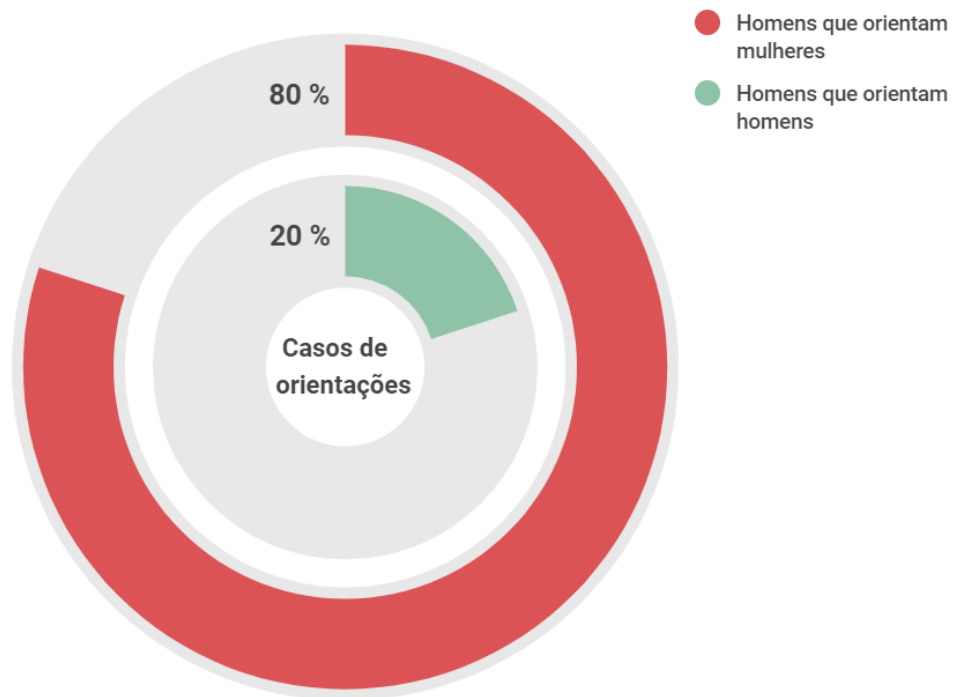
Fonte: A autora (2021).

Tabela 10 – Casos de orientações – TCCs “Reciclagem a quente”

CASOS DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE CASOS	TOTAL DE CASOS (%)
Homens que orientam mulheres	4	80,00
Homens que orientam homens	1	20,00
TOTAL	5	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 9 – Casos de orientações – TCCs “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

Para finalizar a apresentação dos resultados que constroem o cenário da presença e colaboração das mulheres na área abordada, foram buscadas informações sobre o prosseguimento dos estudos das autoras na área de Infraestrutura e Transportes, não se limitando a linha de pesquisa de reciclagem de misturas asfálticas, por entender que se trata de um tema mais restritivo. A busca foi feita nos portais LinkedIn e Currículo Lattes, porém não foram encontrados dados a respeito da continuidade dessas mulheres em tal área de pesquisa.

No que diz respeito às contribuições das pesquisas brasileiras para o tema central desta pesquisa, foram recolhidos os principais dados dos objetivos, conclusões e sugestões para trabalhos futuros (se houvessem) para comporem e estruturarem o Quadro 8, além de constar na mesma, a instituição, o autor, o orientador e o título do trabalho.

Apesar de cada trabalho possuir a sua particularidade e um enfoque específico, todos retratam pontos relevantes sobre o material fresado, como por exemplo a sua inserção em misturas asfálticas e a possível contaminação que o RAP pode gerar ao meio ambiente, se descartado de maneira incorreta. O Quadro 8 apresenta as principais informações colhidas nos trabalhos de conclusão de curso.

Quadro 8 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem a quente”

(continua)

INSTITUIÇÃO	
UNIPAMPA	UFRGS
AUTOR (A)	
Cunha, Cristiane Bolina da	Martini, Tiago da Silva
ORIENTADOR (A)	
Budny, Jaelson	Nunez, Washington Peres
TÍTULO	
Avaliação do desempenho de concreto asfáltico usinado a quente com incorporação de material fresado	Desenvolvimento de dosagem para mistura asfáltica de CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente) com emprego de fresado para aplicação em vias urbanas de Porto Alegre
OBJETIVO	
Avaliar o comportamento de uma mistura asfáltica, para que a mesma seja aplicada em camadas de revestimento, usinadas a quente, utilizando a inserção de material fresado oriundo da Rodovia BR-290, no trecho Rosário do Sul/São Gabriel – RS.	Analisar a dosagem de um concreto betuminoso usinado a quente, com a adição de material fresado oriundo das vias urbanas de Porto Alegre, para obter uma mistura asfáltica atendendo aos padrões exigidos por norma e comparar com uma dosagem convencional produzida pelo Laboratório de Pavimentação da UFRGS.
CONCLUSÕES	
A incorporação de material fresado em novas misturas para fins de aplicação como revestimentos asfálticos é uma técnica satisfatória, que atende aos requisitos mínimos para o adequado desempenho de uma pista de rolamento. Entretanto, ensaios como módulo de resiliência e fadiga são indispensáveis para verificar se diante de tais ensaios, o uso da mistura estudada ainda será apropriado.	Em geral, a mistura composta por agregado virgem e fresado apresentou valores suficientes para aplicação em vias urbanas, desde que sejam de tráfego leve, na cidade de Porto Alegre. No entanto, a mistura asfáltica apresentou grande variabilidade, provavelmente pelo material fresado utilizado ter uma grande heterogeneidade em sua composição. Fica evidente a necessidade de mais estudos sobre o emprego do RAP em misturas asfálticas, com o intuito de diversificar e intensificar a sua aplicação nas vias de Porto Alegre.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Verificar o comportamento do ligante envelhecido presente na mistura e comparar com o seu desempenho diante da adição de agentes rejuvenescedores; - Investigar se existem diferenças nas misturas que são produzidas com materiais fresados gerados por equipamentos distintos; - Analisar se a fluidez ou rigidez de um ligante pode produzir misturas asfálticas mais resistentes. 	Não foram apresentadas sugestões para os próximos estudos.

Quadro 8 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem a quente”

(conclusão)

INSTITUIÇÃO	
UTFPR	
AUTOR (A)	
Schneider, Emanuelle Dayane Porfírio, Maria Aparecida Silva Schroh, Mariana Reinert	
ORIENTADOR (A)	
Nagalli, André	
TÍTULO	
Investigação do potencial de contaminação ambiental associado à disposição em solo de resíduos asfálticos	
OBJETIVO	
Detectar a presença de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) em resíduos asfálticos em amostras coletadas nas cidades de Curitiba/PR e Paranaguá/PR.	
CONCLUSÕES	
Foi identificada a presença de HPAs nas amostras de resíduos asfálticos analisadas, fato que indica um potencial de contaminação do ambiente, e provoca a abertura de espaço para estudos mais aprofundados em relação à presença dessas substâncias nesse tipo de resíduo e os efeitos de uma incorreta destinação desses materiais.	
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Realizar a análise do solo sujeito à disposição do resíduo asfáltico por meio de simulações de precipitações pluviais; - Verificar a influência dos HPAS presentes no material fresado, em espécies mais sensíveis, através de ensaios de ecotoxicidade; - Examinar outros solventes de extração de HPAs nas matrizes. 	

Fonte: A autora (2021).

5.1.3 Reciclagem a frio

O Quadro 9 apresenta o resultado geral da leitura e coleta inicial de dados obtidos por meio da busca pelo termo “Reciclagem a frio”, sendo viável identificar as Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras, os cursos de graduação aos quais as pesquisas estão vinculadas, o ano de publicação, o idioma do estudo e o título da pesquisa. Diante das informações reunidas é possível estruturar o panorama das instituições que abordam em seus trabalhos a reciclagem de misturas asfálticas.

Quadro 9 – Dados iniciais – TCCs “Reciclagem a frio”

INSTITUIÇÃO	CURSO DE GRADUAÇÃO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Engenharia Civil	2018	PORT	Avaliação laboratorial de mistura asfáltica reciclada a frio
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Engenharia Civil	2016	PORT	Fatores que afetam a resistência à compressão simples de misturas de fresado asfáltico, solo laterítico e cimento Portland
Universidade Federal do Pampa	Engenharia Civil	2015	PORT	Estudo da viabilidade do uso de material fresado com adição de cimento como opção de base e sub-base em pavimentos
Universidade do Estado de Santa Catarina	Engenharia Civil	2012	PORT	Reciclagem de pavimento asfáltico
Universidade Federal de Santa Catarina	Engenharia Civil	2014	PORT	Avaliação do desempenho a longo prazo da reciclagem a frio de pavimento, com adição de cimento, da rodovia SC 150, trecho BR 282 à Capinzal
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Engenharia Civil	2014	PORT	Análise de projeto de restauração com uso da técnica de reciclagem de pavimento flexível como base para revestimento de asfalto borracha

Fonte: A autora (2021).

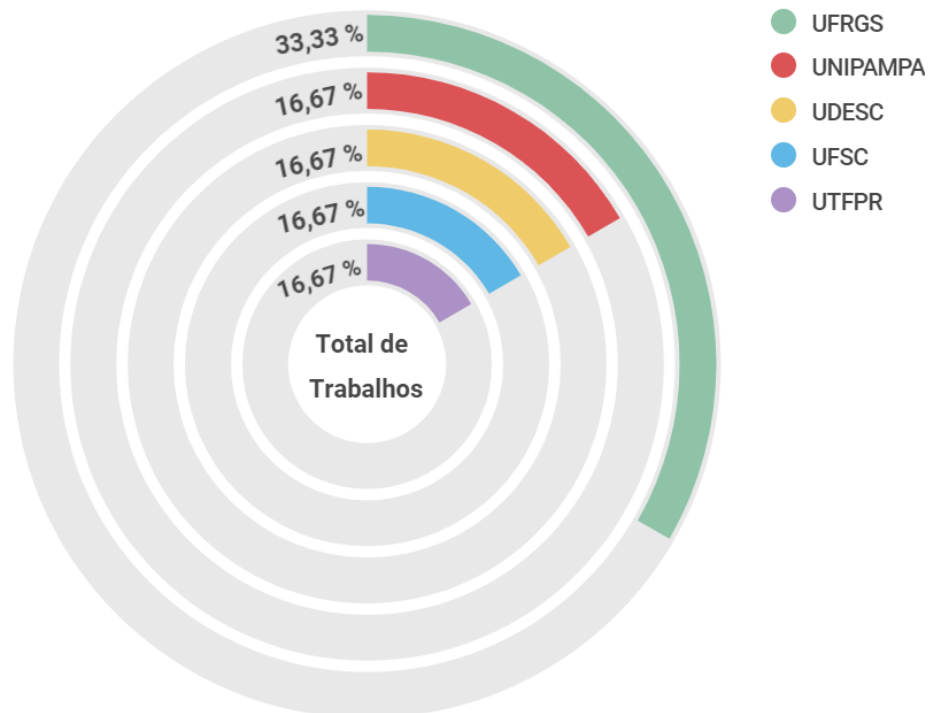
No que diz respeito às Instituições Públicas de Ensino Superior, foram identificadas cinco instituições, são elas: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), sendo quatro classificadas como federais, sendo: UFRGS, UNIPAMPA, UFSC E UTFPR e uma instituição considerada estadual, a UDESC. A Tabela 11 sintetiza as informações anteriormente citadas e ainda acrescenta o total de estudos, o Gráfico 10 possibilita a compreensão visual do total de trabalhos, em porcentagem, produzidos por cada universidade.

Tabela 11 – Tipo de Instituição e total de TCCs – “Reciclagem a frio”

INSTITUIÇÕES	TIPO	TOTAL DE TRABALHOS	TOTAL DE TRABALHOS (%)
UFRGS	Federal	2	33,33
UNIPAMPA	Federal	1	16,67
UDESC	Estadual	1	16,67
UFSC	Federal	1	16,67
UTFPR	Federal	1	16,67
TOTAL		6	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 10 – Total de Trabalhos por Instituição – TCCs “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

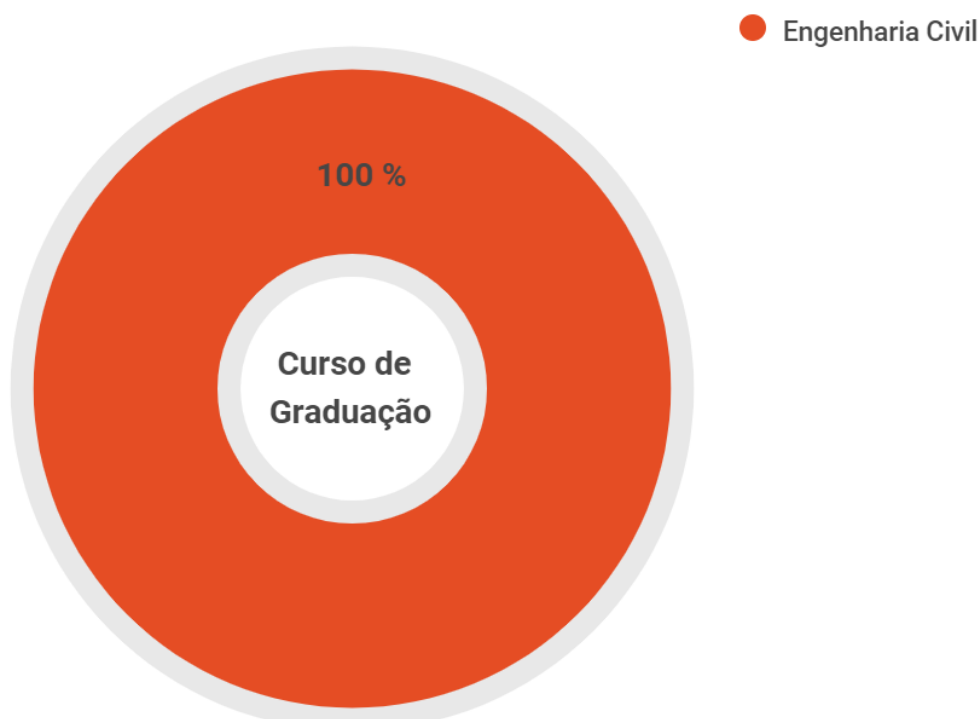
Em relação aos cursos de graduação nos quais foram produzidos os TCCs, cada instituição foi representada pelo seu curso de graduação, sendo assim, todos os trabalhos de conclusão de curso foram elaborados no decorrer da graduação de Engenharia Civil. A Tabela 12 retrata o número de cursos por instituição, bem como o Gráfico 11 ilustra, em porcentagem, o quantitativo de cursos de graduação.

Tabela 12 – Cursos de Graduação – TCCs “Reciclagem a frio”

INSTITUIÇÕES	CURSO DE GRADUAÇÃO	TOTAL DE CURSOS	TOTAL DE CURSOS (%)
UFRGS	Engenharia Civil	1	20,00
UNIPAMPA	Engenharia Civil	1	20,00
UDESC	Engenharia Civil	1	20,00
UFSC	Engenharia Civil	1	20,00
UTFPR	Engenharia Civil	1	20,00
TOTAL		5	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 11 – Cursos de Graduação – TCCs “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

Ao observar os estados e regiões do país onde as instituições de ensino estão localizadas, constata-se que apenas uma região do país foi contemplada, a região Sul. E além disso, todos os estados da região Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná) obtiveram participação no desenvolvimento das pesquisas científicas

encontradas. O Quadro 10 indica quais instituições estão alocadas em quais estados e regiões brasileiras.

Quadro 10 – Estados e Regiões do Brasil – TCCs “Reciclagem a frio”

INSTITUIÇÕES	ESTADOS	REGIÃO
UFRGS	Rio Grande do Sul	Sul
UNIPAMPA	Rio Grande do Sul	Sul
UDESC	Santa Catarina	Sul
UFSC	Santa Catarina	Sul
UTFPR	Paraná	Sul

Fonte: A autora (2021).

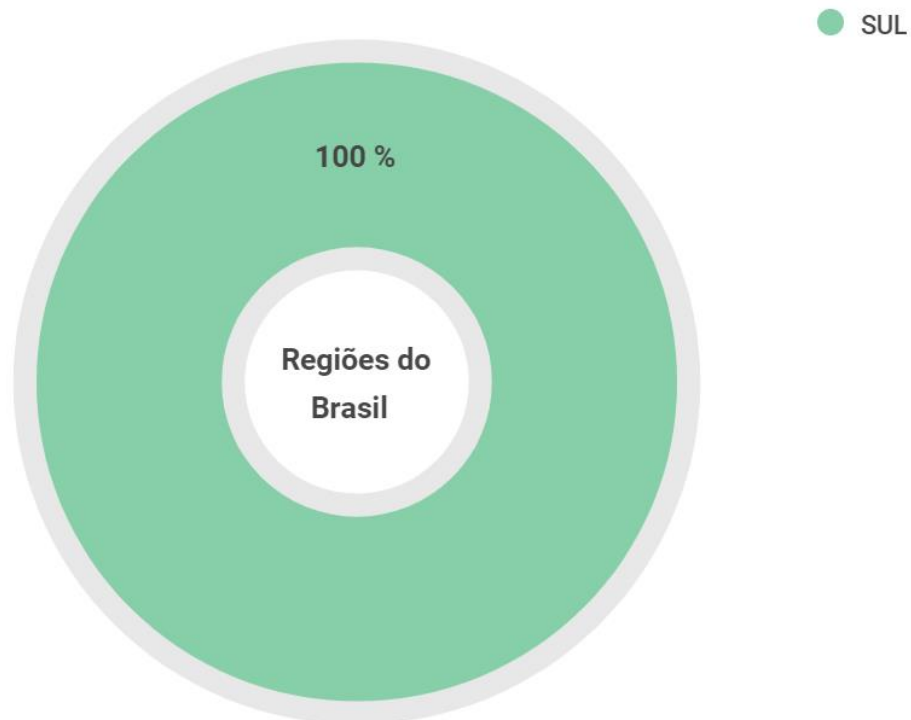
Apenas a região Sul é a responsável pela produção dos Trabalhos de Conclusão de Curso que abordam a reciclagem de misturas asfálticas, ao realizar a busca por “Reciclagem a frio”. A Tabela 13 salienta que os seis documentos encontrados são pertencentes ao Sul do Brasil e o Gráfico 12 reforça visualmente esse panorama.

Tabela 13 – Total de documentos por região – TCCs “Reciclagem a frio”

REGIÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
SUL	6	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 12 – Total de documentos por região – TCCs “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

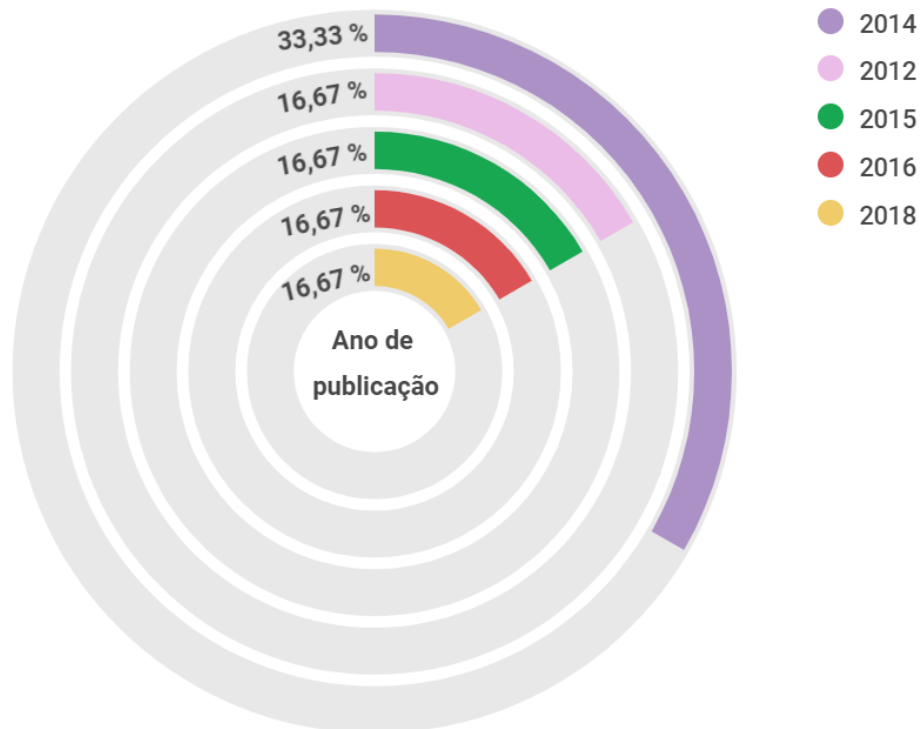
As publicações de trabalhos foram feitas em cinco anos distintos, sendo eles: 2012, 2014, 2015, 2016 e 2018. O ano de 2014 teve o maior número de publicações, duas. Já nos demais anos foram publicados um documento por ano. A Tabela 14 retrata o ano de publicação, o total de documentos por ano e também o quantitativo em porcentagem. O Gráfico 13 elucida o total de documentos, em porcentagem, que foram publicados.

Tabela 14 – Ano de publicação – TCCs “Reciclagem a frio”

ANO DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
2014	2	33,33
2012	1	16,67
2015	1	16,67
2016	1	16,67
2018	1	16,67
TOTAL	6	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 13 – Ano de publicação – TCCs “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

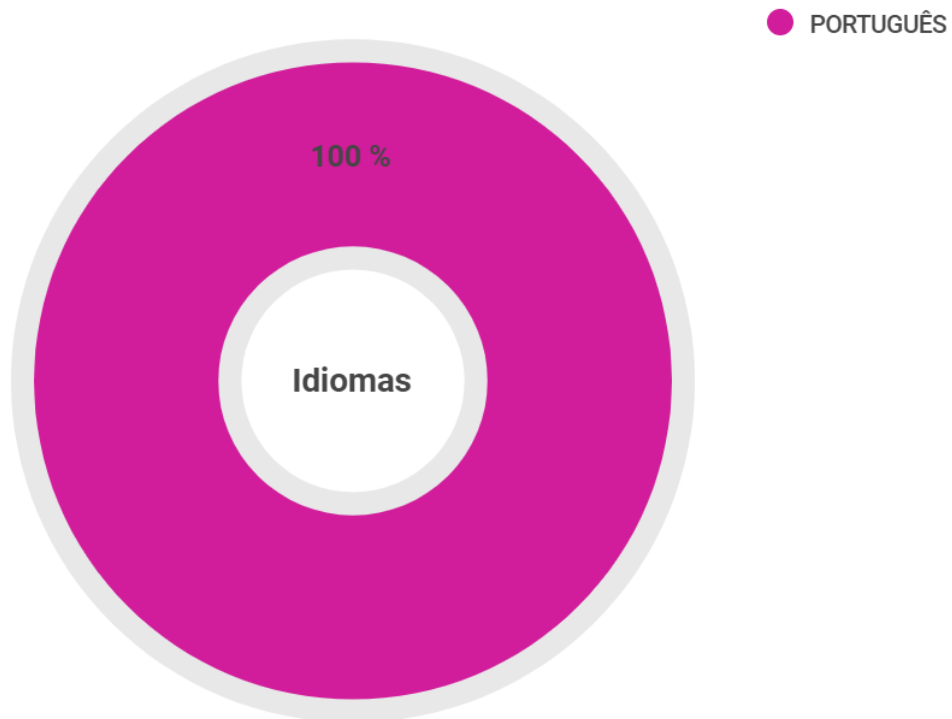
Os trabalhos de conclusão de curso foram elaborados apenas na língua portuguesa. O total de documentos por idioma, em quantidade e em porcentagem, pode ser observado na Tabela 15. O Gráfico 14 indica a totalidade do português como idioma de elaboração dos trabalhos.

Tabela 15 – Idioma de publicação – TCCs “Reciclagem a frio”

IDIOMA DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
PORTUGUÊS	6	100,00
TOTAL	6	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 14 – Idioma de publicação – TCCs “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

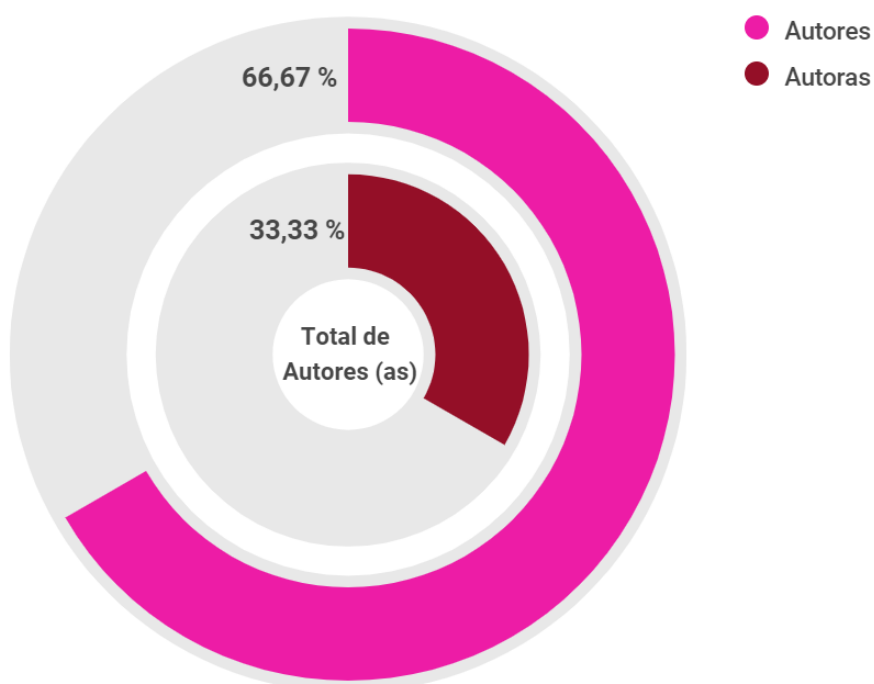
Ao retratar as mulheres como autoras de pesquisas científicas no tema tratado, é possível verificar que do total de seis autores, duas são mulheres. Os demais autores são homens. A Tabela 16 retrata o quantitativo de autoria das pesquisas. O Gráfico 15 ilustra os dados obtidos e apresenta os resultados em porcentagem.

Tabela 16 – Total de autores (as) – TCCs “Reciclagem a frio”

AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS) (%)
AUTORES	4	66,67
AUTORAS	2	33,33
TOTAL	6	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 15 – Total de autores (as) – TCCs “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

Foi feita a listagem do nome das autoras, do correspondente documento cuja escrita foi de autoria das mesmas e das respectivas instituições a que estão vinculadas. Neste sentido, UFSC e UTFPR abrigam pesquisas desenvolvidas por mulheres. O levantamento das autoras pode ser analisado pelo Quadro 11.

Quadro 11 – Lista de autoras – TCCs “Reciclagem a frio”

LISTA DE AUTORAS	INSTITUIÇÕES
Negrello, Camila Sorg	UFSC
Serraglio, Débora	UTFPR

Fonte: A autora (2021).

Com relação aos homens autores de trabalhos, esses foram acadêmicos da UFRGS, UNIPAMPA E UDESC. Ressalta-se que nenhuma instituição teve tanto autoria masculina quanto feminina. O Quadro 12 facilita a associação entre o nome dos autores e as instituições da qual fizeram parte.

Quadro 12 – Lista de autores – TCCs “Reciclagem a frio”

LISTA DE AUTORES	INSTITUIÇÕES
Reis, Filipe Pereira dos	UFRGS
Ramos, Matheus Lutz	UFRGS
Gomes, Luiz Fernando Trindade	UNIPAMPA
Paez, José Leonardo Gonçalves	UDESC

Fonte: A autora (2021).

Em relação aos responsáveis pelas orientações aos acadêmicos, foram identificados cinco homens, nenhuma mulher orientou algum dos estudos. A Tabela 17 retrata a situação descrita acima. A porcentagem de orientares é representada pelo Gráfico 16.

Tabela 17 – Total de orientadores (as) – TCCs “Reciclagem a frio”

ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS) (%)
ORIENTADORES	5	100,00
ORIENTADORAS	0	0,00
TOTAL	5	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 16 – Total de orientadores (as) – TCCs “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

As atividades de orientação foram desenvolvidas por cinco profissionais distintos, dessa forma, os nomes, o total de orientações por supervisor e as instituições a quem eles representam foram dispostas na Tabela 18. O orientador representante da UFRGS conduziu dois trabalhos, os demais foram responsáveis por supervisionar um estudo cada.

Tabela 18 – Total de orientações – TCCs “Reciclagem a frio”

LISTA DE ORIENTADORES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES (%)	INSTITUIÇÕES
Nunez, Washington Peres	2	33,33	UFRGS
Baroni, Magnos	1	16,67	UNIPAMPA
Negri, Robison	1	16,67	UDESC
Trichês, Glicério	1	16,67	UFSC
Trombetta, Jairo	1	16,67	UTFPR
TOTAL	6	100,00	

Fonte: A autora (2021).

Quanto às atividades de orientação, pode-se ainda constatar que dois estudos foram produzidos por mulheres e orientados por homens. E outros quatro trabalhos foram escritos por homens e supervisionados também por homens. Por fim, as quantidades e combinações de orientações estão organizadas no Quadro 13 e na Tabela 19. O Gráfico 17 simboliza o percentual de casos de orientações dos Trabalhos de Conclusão de Curso identificados.

Quadro 13 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – TCCs “Reciclagem a frio”

HOMENS QUE ORIENTAM HOMENS	
ORIENTADOR	AUTOR
Nunez, Washington Peres	Reis, Filipe Pereira dos
Nunez, Washington Peres	Ramos, Matheus Lutz
Baroni, Magnos	Gomes, Luiz Fernando Trindade
Negri, Robison	Paez, José Leonardo Gonçalves
HOMENS QUE ORIENTAM MULHERES	
ORIENTADOR	AUTORA
Trichês, Glicério	Negrello, Camila Sorg
Trombetta, Jairo	Serraglio, Débora

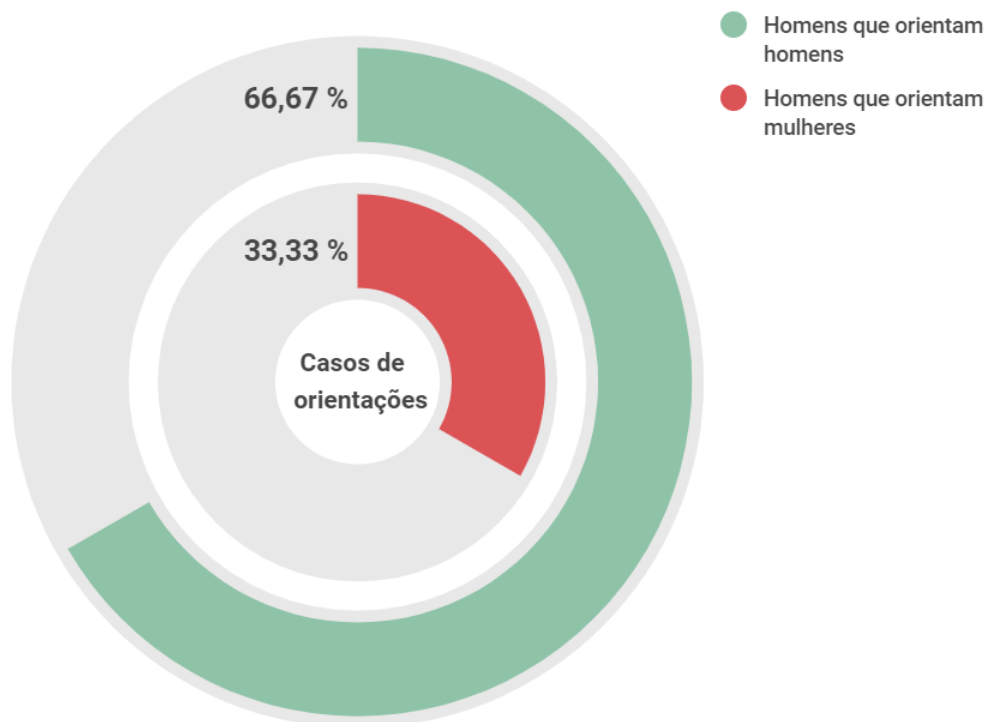
Fonte: A autora (2021).

Tabela 19 – Casos de orientações – TCCs “Reciclagem a frio”

CASOS DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE CASOS	TOTAL DE CASOS (%)
Homens que orientam homens	4	66,67
Homens que orientam mulheres	2	33,33
TOTAL DE ORIENTAÇÕES	6	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 17 – Casos de orientações – TCCs “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

E por fim, foram realizadas buscas nos portais LinkedIn e Currículo Lattes, com o intuito de identificar possíveis prosseguimentos nos estudos na área de Infraestrutura e Transportes, por parte das autoras supracitadas, todavia não foram encontradas informações sobre a continuidade dessas acadêmicas em tal área de pesquisa.

Com relação às contribuições das pesquisas brasileiras para a reciclagem de misturas asfálticas e em especial para a “Reciclagem a frio”, foram coletados os principais dados dos objetivos, conclusões e sugestões para trabalhos futuros (se houvessem) para construir o Quadro 14, além do mais, estão presentes no quadro informações como, a instituição, o autor, o orientador e o título do trabalho de conclusão de curso.

É fato que cada trabalho analisou um determinado ponto e condições específicas do uso do material fresado, mas no geral, os trabalhos se assemelham pela adição de cimento, pela indicação ao uso (desde que com uma dosagem adequada e que a mistura seja destinada ao baixo volume de tráfego) e ainda é proposto o uso das misturas recicladas em operações tapa-buraco. O Quadro 14 apresenta as principais informações quanto ao conteúdo dos trabalhos.

Quadro 14 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem a frio”

(continua)

INSTITUIÇÃO	
UNIPAMPA	UDESC
AUTOR	
Gomes, Luiz Fernando Trindade	Paez, José Leonardo Gonçalves
ORIENTADOR	
Baroni, Magnos	Negri, Robison
TÍTULO	
Estudo da viabilidade do uso de material fresado com adição de cimento como opção de base e sub-base em pavimentos	Reciclagem de pavimento asfáltico
OBJETIVO	
Estudar a viabilidade do uso de material fresado com adição de cimento para aplicação em base e sub-base de pavimentos.	Analisar um método de dosagem de pavimentos asfálticos a serem reciclados, por meio do procedimento de reciclagem a frio com adição de cimento, a fim de que a mistura asfáltica final possa ser empregada como camada de base de um pavimento.
CONCLUSÕES	
Com a análise dos resultados é possível perceber que a resistência à compressão aumenta com a adição de cimento. Entretanto, os percentuais de adição de cimento (3%, 5% e 7%) utilizados na pesquisa não atingiram, aos 7 dias de cura, o valor estipulado de resistência. Então, a aplicação da mistura não é recomendada para base de pavimentos flexíveis, mas sua utilização é viável na execução de sub-bases.	Os resultados dos ensaios realizados para a verificação do desempenho da mistura asfáltica foram satisfatórios, a reciclagem a frio com adição de cimento garantiu bom comportamento em relação à resistência e à granulometria, evidenciando que a dosagem do material atendeu ao determinado em projeto.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Investigar o custo-benefício da adição de cimento ao material fresado; - Executar o Ensaio de Rotarex para determinar o teor de ligante presente no fresado; - Acrescentar à mistura um teor maior de cimento, sugere-se por volta de 9%. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisar com profundidade um único método de reciclagem; - Realizar a pesquisa durante a execução da obra; - Verificar outras características do material fresado por meio de ensaios diversos.

Quadro 14 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem a frio”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
UFRGS	UFRGS
AUTOR	
Reis, Filipe Pereira dos	Ramos, Matheus Lutz
ORIENTADOR	
Nunez, Washington Peres	Nunez, Washington Peres
TÍTULO	
Avaliação laboratorial de mistura asfáltica reciclada a frio	Fatores que afetam a resistência à compressão simples de misturas de fresado asfáltico, solo laterítico e cimento Portland
OBJETIVO	
Analisar se é possível empregar uma mistura asfáltica fria, contendo agregado reciclado em sua composição, como camada de revestimentos e/ou <i>binder</i> de pavimentos flexíveis em rodovias de baixo fluxo.	Verificar os fatores que interferem na resistência à compressão simples de misturas de material fresado asfáltico, solo laterítico e cimento Portland.
CONCLUSÕES	
A mistura produzida no trabalho é adequada para camadas de <i>binder</i> e revestimento, porém o seu dimensionamento deve ser detalhado. A utilização do pré-misturado à frio em operações “tapa-buraco” é viável.	A partir dos ensaios de resistência à compressão simples ficou comprovada a importância de uma adequada dosagem de fresado asfáltico e de teor de cimento para esse tipo de mistura, além disso fica evidente que para um maior desempenho frente à compressão simples, é necessária uma cura sem imersão a água. Destaca-se que as misturas que obtiveram melhores desempenhos nos ensaios foram as com um percentual de 50% de material fresado e o aumento do teor de cimento, indica ganhos a resistência à compressão simples.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Incluir um maior percentual de agregados miúdos à mistura; - Execução de ensaios de permeabilidade (verificar a possibilidade de ser utilizada como camada drenante do pavimento); - Aplicar o pré-misturado à frio em trechos experimentais, para determinar o fator campo-laboratório. 	Não foram apresentadas sugestões para os próximos estudos.

Quadro 14 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem a frio”

(conclusão)

INSTITUIÇÃO	
UFSC	UTFPR
AUTOR	
Negrello, Camila Sorg	Serraglio, Débora
ORIENTADOR	
Trichês, Glicério	Trombetta, Jairo
TÍTULO	
Avaliação do desempenho a longo prazo da reciclagem a frio de pavimento, com adição de cimento, da rodovia SC 150, trecho BR 282 à Capinzal	Análise de projeto de restauração com uso da técnica de reciclagem de pavimento flexível como base para revestimento de asfalto borracha
OBJETIVO	
Investigar o desempenho a longo prazo da reciclagem com adição de cimento que foi utilizada na restauração de um trecho da rodovia SC-150.	Analisar um projeto de restauração com a aplicação da técnica de reciclagem de pavimentos flexíveis, como integrante da camada de base para revestimento de asfalto borracha.
CONCLUSÕES	
O método de restauração de pavimentos, utilizando-se da reciclagem com base cimentada é recomendável, pois os resultados de deflexão, trilha de roda e irregularidade longitudinal foram satisfatórios.	Apesar de a mistura necessitar ser corrigida com agregado virgem e cimento, os resultados foram adequados ao uso. As vantagens (ambientais/técnicas) da aplicação do método são maiores em relação as desvantagens (falta de mão-de obra/equipamentos especializados).
SUGESTÕES	
- A autora sugere avaliar a condição funcional e estrutural de uma rodovia restaurada na mesma época que a rodovia pesquisada, mas por métodos convencionais e comparar com os resultados obtidos no trabalho.	<ul style="list-style-type: none"> - Sugere-se analisar o comportamento do pavimento após o período estipulado de projeto para que sejam feitas avaliações funcionais e estruturais; - Realização de uma análise econômica comparativa entre a mistura estudada no trabalho e uma mistura convencional de CBUQ; - Verificar o comportamento da restauração de reciclagem de pavimento flexível durante o período de projeto estabelecido.

Fonte: A autora (2021).

5.1.4 Reciclagem profunda

Os resultados iniciais da leitura geral dos documentos estão dispostos no Quadro 15, tais dados foram obtidos por meio da pesquisa pelo termo “Reciclagem profunda” e por meio deles é viável reconhecer as Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras, os cursos de graduação aos quais as pesquisas estão vinculadas, o ano de publicação, o idioma do estudo e o título do trabalho. Diante dessas informações é possível conceber o panorama das instituições responsáveis pela produção de estudos sobre a reciclagem de misturas asfálticas.

Quadro 15 – Dados iniciais – TCCs “Reciclagem profunda”

(continua)

INSTITUIÇÃO	CURSO DE GRADUAÇÃO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Engenharia Civil	2017	PORT	Reciclagem de pavimentos com adição de cimento :comportamento mecânico de misturas contendo fresado asfáltico e solo laterítico
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Engenharia Civil	2015	PORT	Reciclagem de pavimentos com adição de cimento :comportamento à flexão de misturas contendo BGTC e fresado asfáltico
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Engenharia Civil	2015	PORT	Estudo de projeto da reabilitação de pavimento de trecho da rodovia RSC-453 com a técnica da reciclagem com cimento

Quadro 15 – Dados iniciais – TCCs “Reciclagem profunda”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	CURSO DE GRADUAÇÃO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Engenharia Civil	2014	PORT	Influência da energia de compactação na resistência e na rigidez de mistura reciclada com cimento e com elevado teor de fresado
Universidade Federal do Pampa	Engenharia Civil	2014	PORT	Reutilização do resíduo oriundo de serviços de restauração asfáltica em sua forma natural e com adições como alternativa de base e sub-base de pavimentos
Universidade Federal do Pampa	Engenharia Civil	2017	PORT	Estudo da estabilização granulométrica e química de material fresado com adição de cimento Portland para aplicação em camadas de pavimento
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Engenharia Civil	2018	PORT	Alternativa de projeto para a restauração da rodovia ERS-324 pelo método empírico-mecanicista
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Engenharia Civil	2014	PORT	Análise do método de reciclagem de pavimento asfáltico utilizado pela Prefeitura Municipal de Curitiba

Quadro 15 – Dados iniciais – TCCs “Reciclagem profunda”

(conclusão)

INSTITUIÇÃO	CURSO DE GRADUAÇÃO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Universidade do Estado de Santa Catarina	Engenharia Civil	2014	PORT	Restauração de pavimento com uso de reciclagem profunda - estudo de caso da rodovia SC - 480
Universidade Federal de Santa Catarina	Engenharia Civil	2016	PORT	Avaliação do desempenho a longo prazo da reciclagem com adição de cimento da rodovia SC 355
Universidade Federal do Mato Grosso	Engenharia Civil	2018	PORT	Avaliação da capacidade de suporte de um solo da região do Vale do Araguaia com adição de material fresado e cimento
Universidade Federal do Pernambuco	Engenharia Civil	2013	PORT	Utilização do revestimento fresado da BR-104 como material de reforço da camada de base e/ou sub-base.
Universidade Estadual da Paraíba	Engenharia Civil	2020	PORT	Caracterização e estabilização de um solo com resíduo proveniente da usinagem de misturas asfálticas para utilização em camada de base e sub-base de pavimento flexível

Fonte: A autora (2021).

No que tange as Instituições Públicas de Ensino Superior, foram identificadas oito instituições, são elas: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Universidade Federal do Pernambuco (UFPE) e Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Entre as universidades encontradas, apenas a UDESC e a UEPB são instituições estaduais, as demais são classificadas como federais.

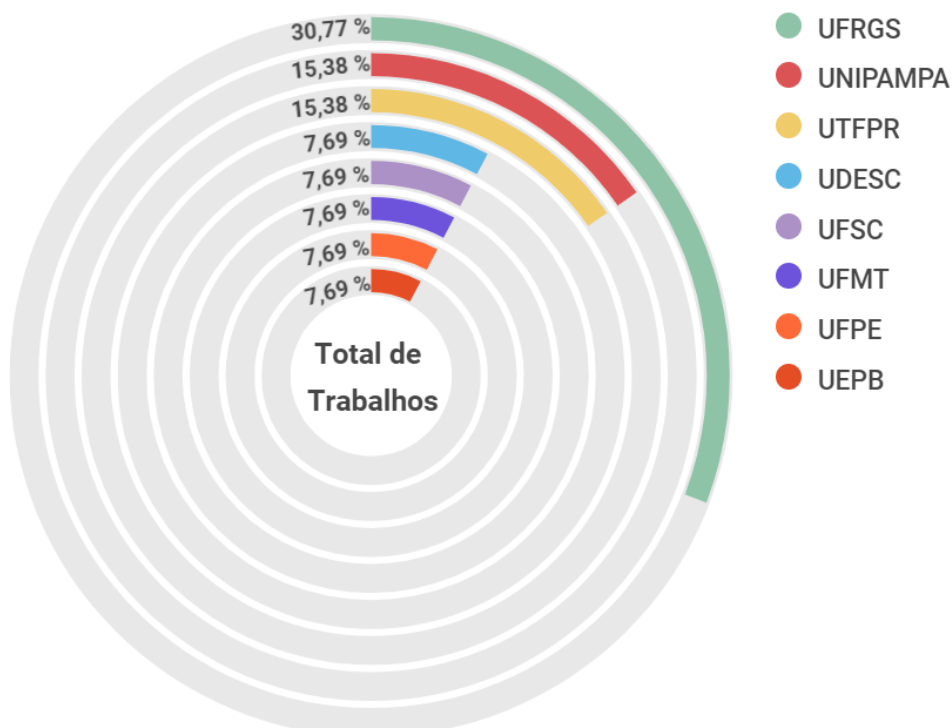
A busca resultou em treze Trabalhos de Conclusão de Curso, quatro deles foram publicados pela UFRGS, a UNIPAMPA e a UTFPR são responsáveis por dois estudos cada, as demais instituições colaboraram com uma pesquisa por universidade. A Tabela 20 sintetiza as informações anteriormente citadas, o Gráfico 18 possibilita a visualização do total de trabalhos, em porcentagem, produzidos por cada universidade.

Tabela 20 – Tipo de Instituição e total de TCCs – “Reciclagem profunda”

INSTITUIÇÕES	TIPO	TOTAL DE TRABALHOS	TOTAL DE TRABALHOS (%)
UFRGS	Federal	4	30,77
UNIPAMPA	Federal	2	15,38
UTFPR	Federal	2	15,38
UDESC	Estadual	1	7,69
UFSC	Federal	1	7,69
UFMT	Federal	1	7,69
UFPE	Federal	1	7,69
UEPB	Estadual	1	7,69
TOTAL		13	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 18 – Total de Trabalhos por Instituição – TCCs “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

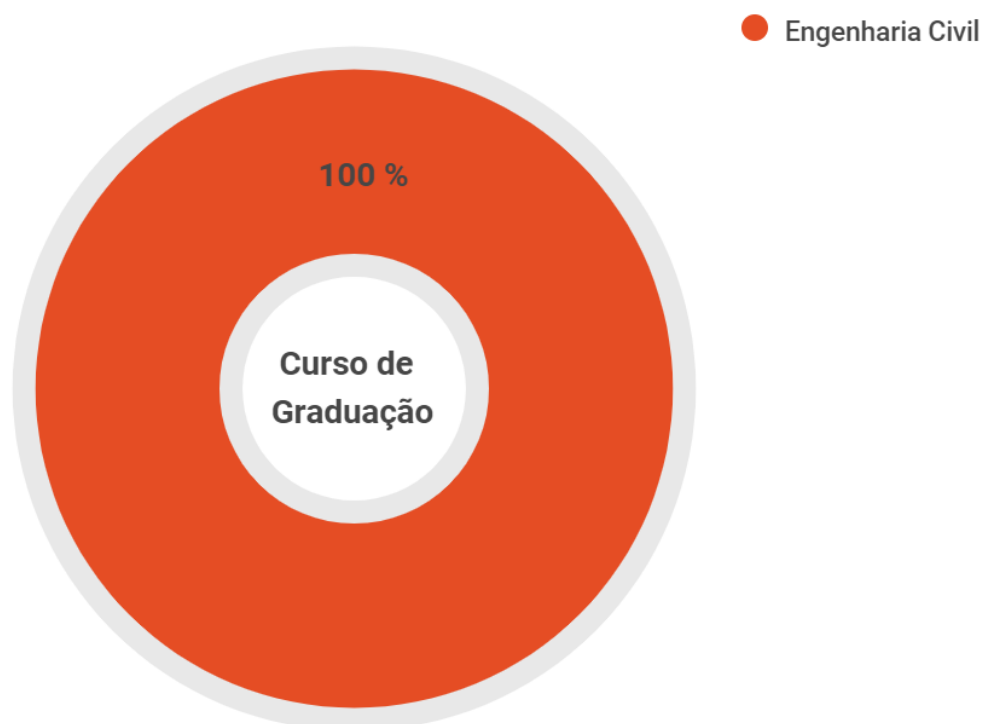
Em se tratando dos cursos de graduação nos quais foram produzidos os TCCs, cada instituição foi representada pelo seu curso de graduação, sendo assim, todos os treze trabalhos de conclusão de curso foram elaborados no decurso da graduação de Engenharia Civil. A Tabela 21 torna claro o número de cursos por instituição, bem como o Gráfico 19 ilustra a totalidade do curso de Engenharia Civil.

Tabela 21 – Cursos de Graduação – TCCs “Reciclagem profunda”

INSTITUIÇÕES	CURSO DE GRADUAÇÃO	TOTAL DE CURSOS	TOTAL DE CURSOS (%)
UFRGS	Engenharia Civil	1	7,69
UNIPAMPA	Engenharia Civil	1	7,69
UTFPR	Engenharia Civil	1	7,69
UDESC	Engenharia Civil	1	7,69
UFSC	Engenharia Civil	1	7,69
UFMT	Engenharia Civil	1	7,69
UFPE	Engenharia Civil	1	7,69
UEPB	Engenharia Civil	1	7,69
TOTAL		13	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 19 – Cursos de Graduação – TCCs “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

Em relação aos estados e regiões do país onde as instituições de ensino que abordam a reciclagem de materiais asfálticos estão localizadas, verifica-se que três regiões do país são abrangidas, sendo elas o Sul, o Centro-Oeste e o Nordeste. O Sul dispõe de todos os seus estados entre os representantes, o Centro-Oeste é retratado pelo Mato Grosso e o Nordeste possui dois representantes, o estado do Pernambuco e da Paraíba. O Quadro 16 apresenta as instituições e seus correspondentes estados e regiões do Brasil, onde tais universidades estão estabelecidas.

Quadro 16 – Estados e Regiões do Brasil – TCCs “Reciclagem profunda”

INSTITUIÇÕES	ESTADOS	REGIÃO
UFRGS	Rio Grande do Sul	Sul
UNIPAMPA	Rio Grande do Sul	Sul
UTFPR	Paraná	Sul
UDESC	Santa Catarina	Sul
UFSC	Santa Catarina	Sul
UFMT	Mato Grosso	Centro-Oeste
UFPE	Pernambuco	Nordeste
UEPB	Paraíba	Nordeste

Fonte: A autora (2021).

Sendo assim, ainda é possível estabelecer uma relação entre o total de documentos produzidos por cada região do país. A região Sul lidera a listagem com a

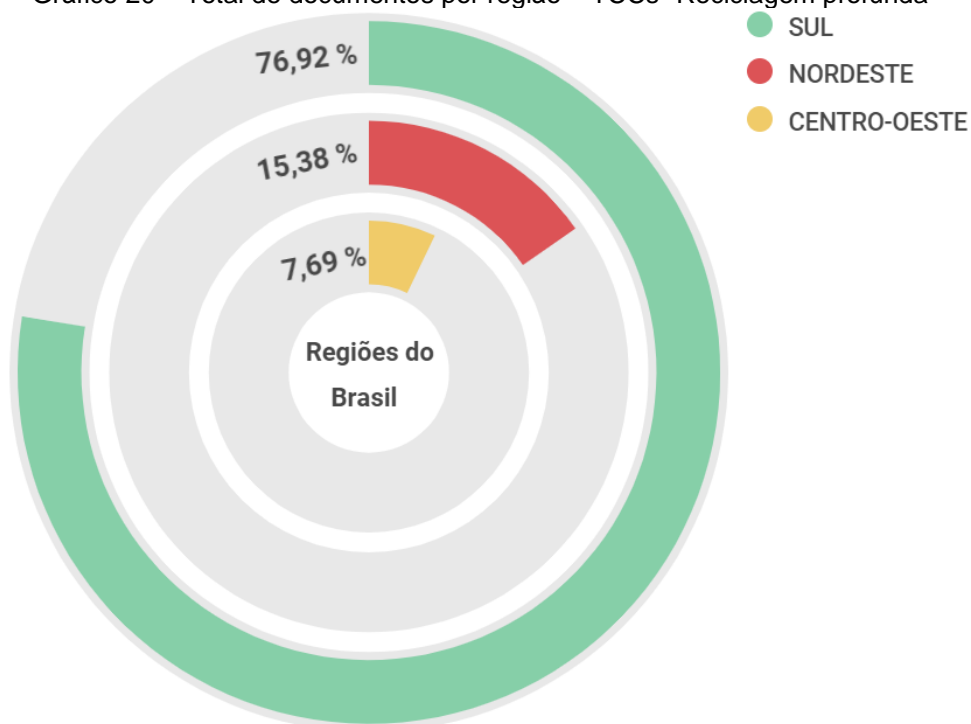
produção de dez documentos, em seguida o Nordeste é detentor de dois trabalhos, e o Centro-Oeste é responsável por um estudo. Os dados expostos neste parágrafo estão presentes na Tabela 22. O Gráfico 20 ilustra a participação das regiões brasileiras nas pesquisas científicas referentes ao tema central deste estudo.

Tabela 22 – Total de documentos por região – TCCs “Reciclagem profunda”

REGIÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
Sul	10	76,92
Nordeste	2	15,38
Centro-Oeste	1	7,69
TOTAL	13	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 20 – Total de documentos por região – TCCs “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

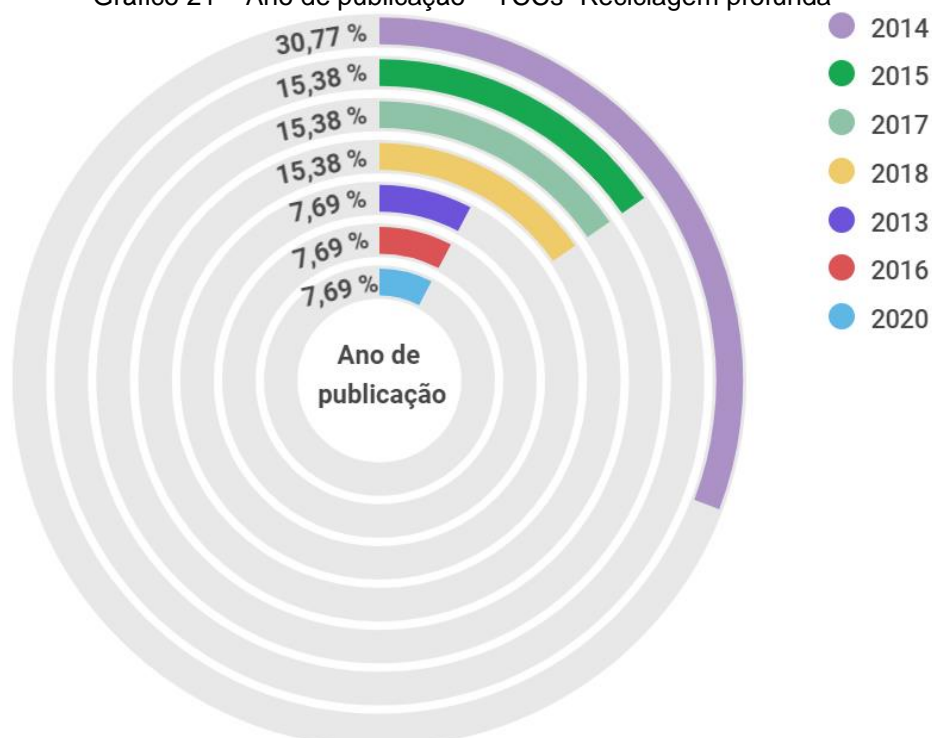
As pesquisas foram desenvolvidas e publicadas em sete anos distintos, sendo eles: 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2020. O ano de 2014 teve o maior número de publicações, quatro. Nos anos de 2015, 2017 e 2018 foram produzidos dois trabalhos por ano, nos demais foram publicados um estudo por ano. A Tabela 23 sintetiza o ano de publicação e o total de documentos elaborados por ano. O Gráfico 21 ilustra as porcentagens do total de documentos desenvolvidos por ano.

Tabela 23 – Ano de publicação – TCCs “Reciclagem profunda”

ANO DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
2014	4	30,77
2015	2	15,38
2017	2	15,38
2018	2	15,38
2013	1	7,69
2016	1	7,69
2020	1	7,69
TOTAL	13	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 21 – Ano de publicação – TCCs “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

Todos os Trabalhos de Conclusão de Curso encontrados a partir do termo “Reciclagem profunda” foram elaborados em português. O total de documentos por idioma, em quantidade e em porcentagem, está presente na Tabela 24. O Gráfico 22 apresenta a totalidade do português como idioma de desenvolvimento dos estudos.

Tabela 24 – Idioma de publicação – TCCs “Reciclagem profunda”

(continua)

IDIOMA DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
PORTUGUÊS	13	100,00

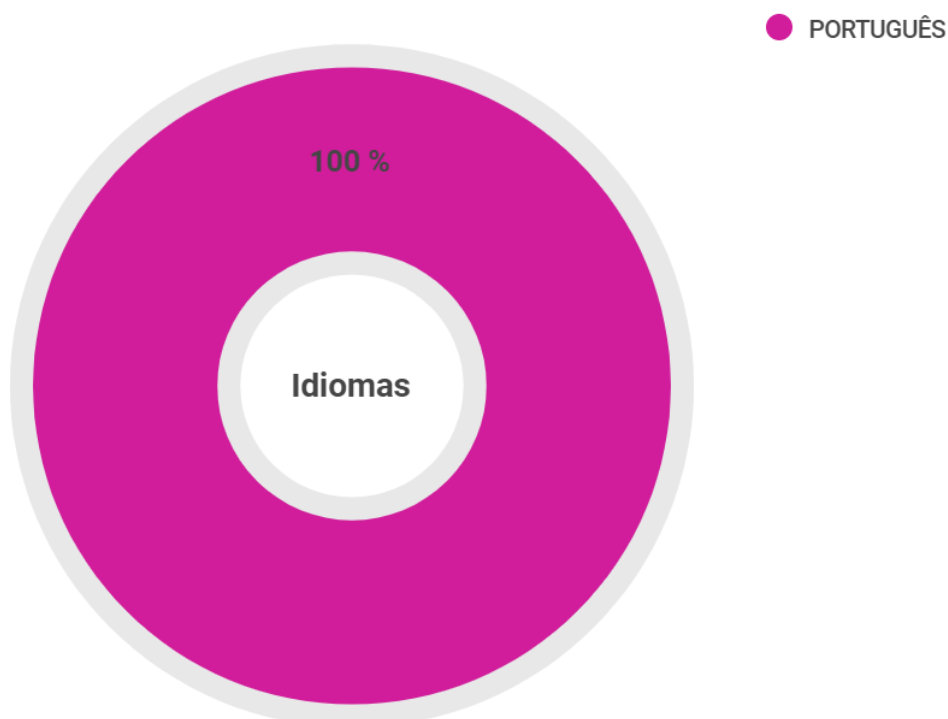
Tabela 24 – Idioma de publicação – TCCs “Reciclagem profunda”

(conclusão)

IDIOMA DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
TOTAL	13	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 22 – Idioma de publicação – TCCs “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

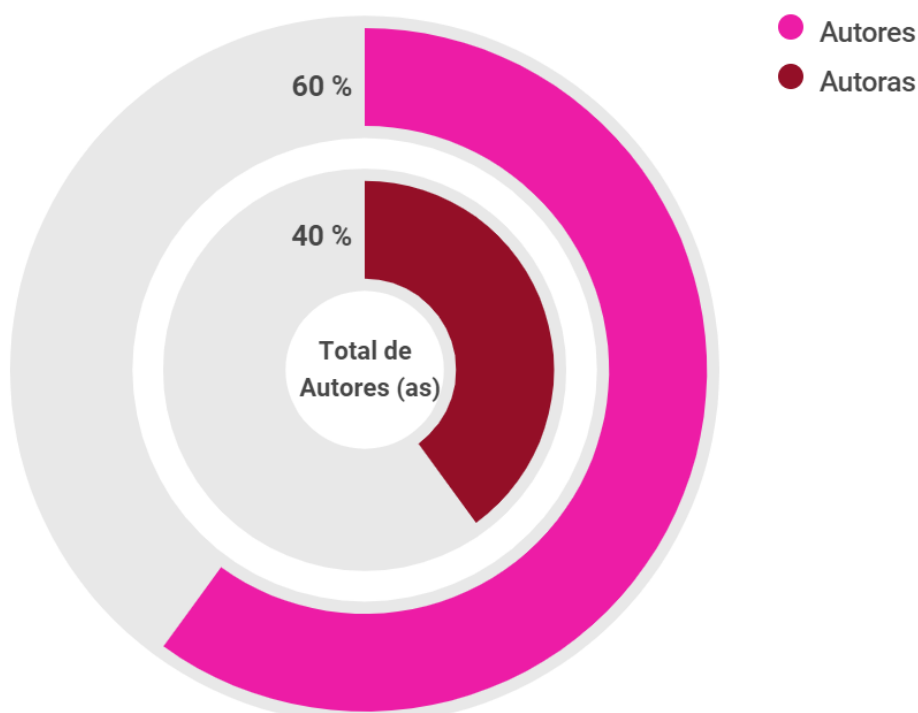
Em relação à autoria dos trabalhos de conclusão de curso, foram identificados quinze autores no total, ressalta-se que apenas treze estudos foram encontrados, mas um dos documentos foi desenvolvido por três autores, sendo duas mulheres e um homem. Em um panorama geral, encontrou-se nove autorias masculinas e seis femininas. A Tabela 25 mostra o total de autores e autoras e suas respectivas porcentagens. O Gráfico 23 aclara o que foi exposto acima.

Tabela 25 – Total de autores (as) – TCCs “Reciclagem profunda”

AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS) (%)
AUTORES	9	60,00
AUTORAS	6	40,00
TOTAL	15	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 23 – Total de autores (as) – TCCs “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

As autoras dos TCCs tiveram seus nomes elencados juntamente com as respectivas instituições onde desempenharam seus estudos. As universidades que contaram com mulheres como criadoras dos trabalhos foram: UFRGS, UTFPR, UDESC, UFSC e UFMT. A UTFPR destaca-se por ser detentora de um mesmo trabalho realizado por duas mulheres e um homem. A listagem dos nomes das autoras e das instituições correspondentes estão dispostas no Quadro 17.

Quadro 17 – Lista de autoras – TCCs “Reciclagem profunda”

LISTA DE AUTORAS	INSTITUIÇÕES
Santos, Carolina Lima dos	UFRGS
Saldanha, Cláudia Terezinha	UTFPR
Souza, Daiane de	UTFPR
Hilgert, Emanuele Carla	UDESC
Cruz, Juliana Ginklings Fróes da	UFSC
Roldão, Laís Nogueira	UFMT

Fonte: A autora (2021).

No que refere aos autores dos trabalhos, as seguintes instituições são contempladas: UFRGS, UNIPAMPA, UTFPR, UFPE, UEPB. A UFRGS lidera a posição de universidade com mais autores correspondentes, em seguida UNIPAMPA e UTFPR são responsáveis por dois autores cada e por fim, UFPE e UEPB possuem

um autor por instituição como pesquisador de reciclagem profunda. O Quadro 18 é a representação da listagem de discentes e universidades.

Quadro 18 – Lista de autores – TCCs “Reciclagem profunda”

LISTA DE AUTORES	INSTITUIÇÕES
Schreinert, Gabriel Grassioli	UFRGS
D'Avila, Vinicius Eich	UFRGS
Ely, Vinícius	UFRGS
Desconsi, Felipe Fernandes	UNIPAMPA
Ribeiro, Bruno Rodrigues	UNIPAMPA
Manfro, Alexandre Luiz	UTFPR
Giacomitti, Gabriel Saldanha	UTFPR
Barros, Rafael Falcão	UFPE
Fernandes, Ruan Oliveira	UEPB

Fonte: A autora (2021).

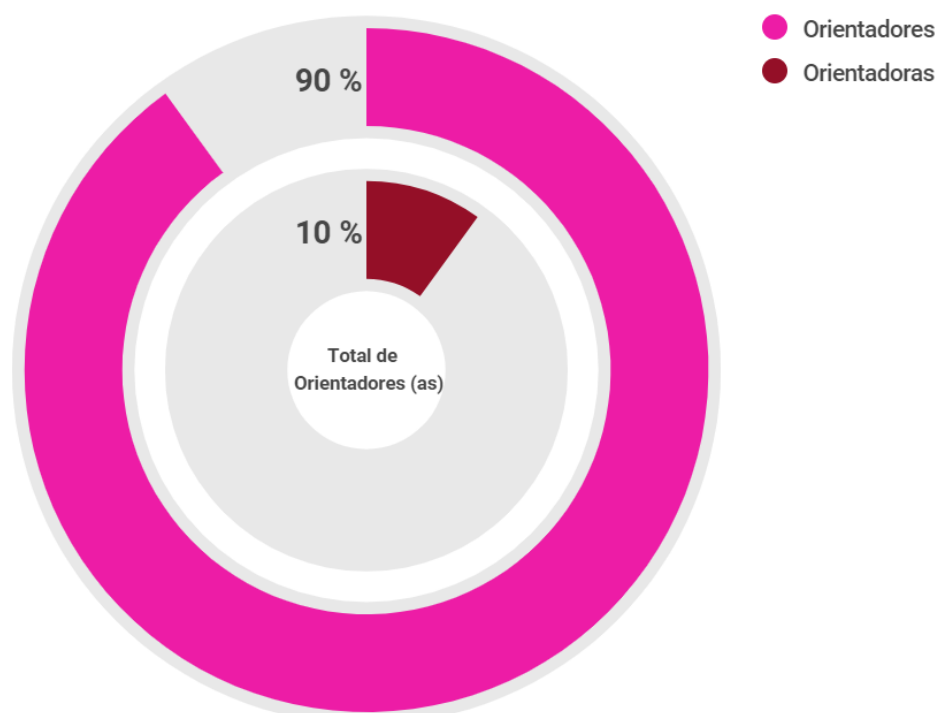
O compromisso de acompanhamento e orientação aos autores foi assumido por dez profissionais, sendo eles nove homens e uma mulher. A Tabela 26 é a expressão do quantitativo de orientadores e orientadoras e de suas porcentagens em relação ao total. A porcentagem de trabalhos supervisionados por homens ou por mulheres está indicada no Gráfico 24.

Tabela 26 – Total de orientadores (as) – TCCs “Reciclagem profunda”

ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS) (%)
ORIENTADORES	9	90,00
ORIENTADORAS	1	10,00
TOTAL	10	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 24 – Total de orientadores (as) – TCCs “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

Entre o total de orientações dos trabalhos foi verificada a participação de uma mulher em tal atividade, a orientadora conduziu um trabalho de conclusão de curso pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). O exposto neste parágrafo é representado pela Tabela 27.

Tabela 27 – Total de orientações femininas – TCCs “Reciclagem profunda”

LISTA DE ORIENTADORAS	TOTAL DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES (%)	INSTITUIÇÃO
Zago, Claudia Celene	1	100,00	UDESC
TOTAL	1	100,00	

Fonte: A autora (2021).

O cenário de orientações realizadas por homens é distinto, no total abrange doze orientações, dentre elas o orientador representante da UFGRS detém quatro supervisões, os demais profissionais possuem uma orientação de documento. No entanto, ressalta-se que um dos orientadores representantes da UTFPR, supervisionou um trabalho em que haviam três autores (duas mulheres e um homem) auxiliando dessa forma três autores em uma única pesquisa e não orientando três estudos diferentes. A Tabela 28 reúne as informações aqui fornecidas.

Tabela 28 – Total de orientações masculinas – TCCs “Reciclagem profunda”

LISTA DE ORIENTADORES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES (%)	INSTITUIÇÃO
Nunez, Washington Peres	4	28,57	UFRGS
Lima, Adauto José Miranda de	3	21,43	UTFPR
Baroni, Magnos	1	7,14	UNIPAMPA
Santos, Mauricio Silveira dos	1	7,14	UNIPAMPA
Trombetta, Jairo	1	7,14	UTFPR
Trichês, Glicério	1	7,14	UFSC
Ferreira, Raul Tadeu Lobato	1	7,14	UFMT
Macedo, Renato Mahon	1	7,14	UFPE
Oliveira, Lauandes Marques de	1	7,14	UEPB
TOTAL	14	100,00	

Fonte: A autora (2021).

A informações obtidas permitiram conhecer como foram estabelecidas as relações entre supervisão e produção, uma mulher orientou outra mulher, ocorreram cinco situações em que homens foram orientadores de mulheres e nove casos em que homens supervisionaram outros homens. É válido justificar que estas observações não fazem referência aos números de documentos publicados, mas sim aos vínculos instituídos por alunos e professores, portanto, apesar de terem sido encontrados treze documentos referentes ao tema, foram estabelecidas quinze ligações entre orientador e orientando. Os dados mencionados neste parágrafo estão explícitos no Quadro 19 e na Tabela 29. O Gráfico 25 ilustra os casos de orientações.

Quadro 19 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – TCCs “Reciclagem profunda”

(continua)

MULHERES QUE ORIENTAM MULHERES	
ORIENTADORA	AUTORA
Zago, Claudia Celene	Hilgert, Emanuele Carla
HOMENS QUE ORIENTAM MULHERES	
ORIENTADOR	AUTORA
Nunez, Washington Peres	Santos, Carolina Lima dos
Lima, Adauto José Miranda de	Saldanha, Cláudia Terezinha
Lima, Adauto José Miranda de	Souza, Daiane de
Trichês, Glicério	Cruz, Juliana Ginklings Fróes da
Ferreira, Raul Tadeu Lobato	Roldão, Laís Nogueira
HOMENS QUE ORIENTAM HOMENS	
ORIENTADOR	AUTOR
Nunez, Washington Peres	Schreinert, Gabriel Grassioli
Nunez, Washington Peres	D'Avila, Vinicius Eich
Nunez, Washington Peres	Ely, Vinicius

Quadro 19 – Relações entre orientadores e autores – TCCs “Reciclagem profunda”

(conclusão)

HOMENS QUE ORIENTAM HOMENS	
ORIENTADOR	AUTOR
Baroni, Magnos	Desconsi, Felipe Fernandes
Santos, Mauricio Silveira dos	Ribeiro, Bruno Rodrigues
Trombetta, Jairo	Manfro, Alexandre Luiz
Lima, Adauto José Miranda de	Giacomitti, Gabriel Saldanha
Macedo, Renato Mahon	Barros, Rafael Falcão
Oliveira, Lauandes Marques de	Fernandes, Ruan Oliveira

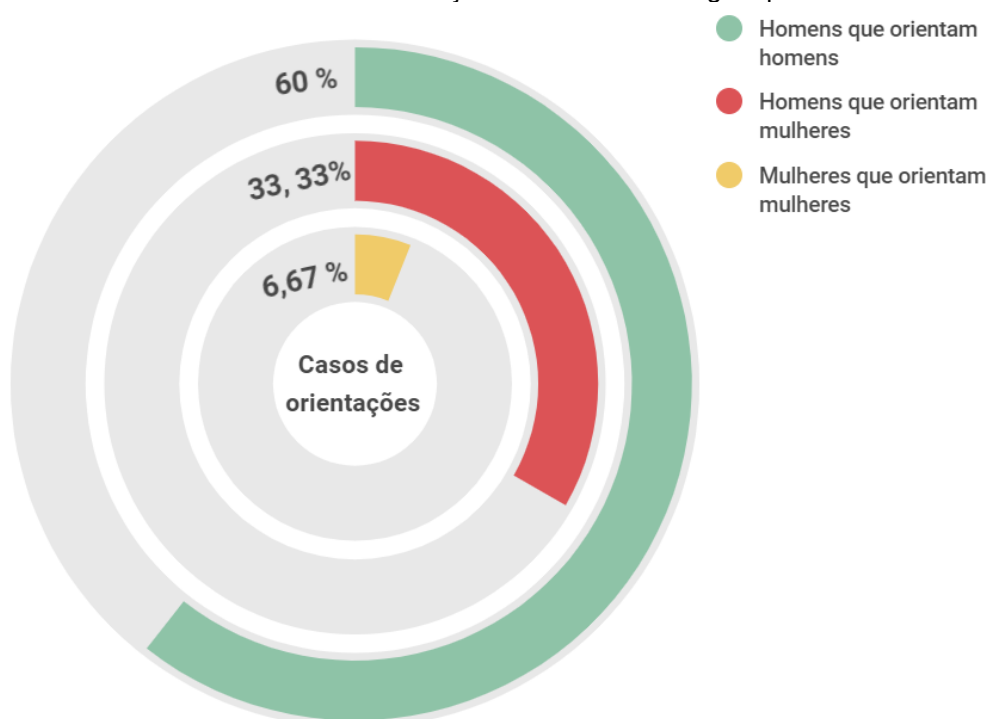
Fonte: A autora (2021).

Tabela 29 – Casos de orientações – TCCs “Reciclagem profunda”

CASOS DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE CASOS	TOTAL DE CASOS (%)
Homens que orientam homens	9	60,00
Homens que orientam mulheres	5	33,33
Mulheres que orientam mulheres	1	6,67
TOTAL	15	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 25 – Casos de orientações – TCCs “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

E finalmente, foram executadas pesquisas nos portais LinkedIn e Currículo Lattes, visando identificar possíveis prosseguimentos nos estudos na área de

Infraestrutura e Transportes, por parte das autoras mencionadas no Quadro 17, entretanto nenhum perfil foi localizado.

Para que se pudesse verificar as contribuições das pesquisas brasileiras para a reciclagem de misturas asfálticas, com enfoque na “Reciclagem profunda”, foram colhidas as informações essenciais dos objetivos, conclusões e sugestões para trabalhos futuros (se houvessem) para que fosse elaborado o Quadro 20, e também estão no quadro dados como, a instituição, o autor, o orientador e o título do trabalho de conclusão de curso.

No geral, os trabalhos analisados retratam o uso de misturas com adições, não somente de material fresado, mas também de cimento Portland, sílica de casca de arroz, cal, solo laterítico e ainda propõe diversas aplicações, como o uso em camadas de base, sub-base, rolamento. As pesquisas variam os percentuais do material fresado e dos demais componentes inseridos na mistura, de modo a realizar ensaios que evidenciam quais as taxas que respeitam os limites mínimos e se mostrem adequadas ao uso. Além disso, foram realizados estudos de caso, assim pode-se observar os resultados práticos da aplicação da mistura asfáltica reciclada e não apenas analisar os dados obtidos em laboratório. O Quadro 20 resume os recortes primordiais quanto ao conteúdo dos trabalhos.

Quadro 20 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem profunda”

(continua)

INSTITUIÇÃO	
UFRGS	UFRGS
AUTOR	
Schreinert, Gabriel Grassioli	D'avila, Vinicius Eich
ORIENTADOR	
Nunez, Washington Peres	Nunez, Washington Peres
TÍTULO	
Reciclagem de pavimentos com adição de cimento: comportamento mecânico de misturas contendo fresado asfáltico e solo laterítico	Reciclagem de pavimentos com adição de cimento: comportamento à flexão de misturas contendo BGTC e fresado asfáltico
OBJETIVO	
Analisar o comportamento mecânico de misturas asfálticas oriundas da reciclagem de pavimentos, sendo tais misturas compostas por fresado asfáltico, solo laterítico e cimento Portland, com o intuito de colaborar com o desenvolvimento de um método de dosagem e de dimensionamento para a técnica abordada.	Especificar a resistência à tração na flexão e deformação na ruptura de misturas recicladas de brita graduada tratada com cimento (BGTC) e fresado asfáltico com inserção de cimento Portland, de modo a colaborar para um estudo de fadiga, no que diz respeito à técnica de reciclagem de pavimentos.
CONCLUSÕES	
Pode-se concluir que as misturas estudadas na pesquisa obtiveram desempenho satisfatório quanto à resistência à tração, foi analisado também que as misturas são capazes de gerarem camadas recicladas com diferentes níveis de rigidez. Em suma, as propriedades de resistência e rigidez apresentam aumento tanto quando se elevou o teor de cimento, quanto com a elevação das taxas de adição do material fresado.	A análise dos ensaios realizados permitiu verificar que as maiores influências do material fresado são nas deformações e não na resistência à flexão. Em relação ao cimento, o acréscimo deste produto elevou as resistências, no entanto não ocorrem mudanças consideráveis no que tange as deformações.
SUGESTÕES	
Não foram apresentadas sugestões para os próximos estudos.	Não foram apresentadas sugestões para os próximos estudos.

Quadro 20 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem profunda”
(continuação)

INSTITUIÇÃO	
UFRGS	UFRGS
AUTOR	
Santos, Carolina Lima dos	Ely, Vinícius
ORIENTADOR	
Nunez, Washington Peres	Nunez, Washington Peres
TÍTULO	
Estudo de projeto da reabilitação de pavimento de trecho da rodovia RSC-453 com a técnica da reciclagem com cimento	Influência da energia de compactação na resistência e na rigidez de mistura reciclada com cimento e com elevado teor de fresado
OBJETIVO	
Desenvolver um projeto de restauração de pavimento por meio da técnica de reciclagem profunda de pavimento, adicionando-se cimento Portland, para aplicação no trecho estudado.	Investigar os efeitos da energia de compactação na resistência e na rigidez de uma mistura dosada com alto teor de material fresado, brita graduada e cimento Portland.
CONCLUSÕES	
Foi possível verificar que a estrutura sugerida atende ao tráfego previsto para a via, tal resultado foi obtido por meio do auxílio de modelos de vida de fadiga.	Pode-se inferir que em misturas asfálticas com adição de fresado e cimento Portland, é possível ultrapassar o limite previsto pelo DNIT, em 2013, de 50% de material fresado. No entanto é preciso considerar que quanto maior a porcentagem de adição de RAP, menor será a resistência e a rigidez da camada reciclada.
SUGESTÕES	
- Recomenda-se investigar o comportamento de um pavimento, que já passou pelo processo de reciclagem profunda com adição de cimento Portland para que se possa obter um parecer mais preciso do comportamento da restauração frente às intempéries e às solicitações de tráfego.	- Executar ensaios de fadiga para estabelecer o comportamento à fadiga das misturas pesquisadas.

Quadro 20 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem profunda”
(continuação)

INSTITUIÇÃO	
UNIPAMPA	UNIPAMPA
AUTOR	
Desconsi, Felipe Fernandes	Ribeiro, Bruno Rodrigues
ORIENTADOR	
Baroni, Magnos	Santos, Maurício Silveira dos
TÍTULO	
Reutilização do resíduo oriundo de serviços de restauração asfáltica em sua forma natural e com adições como alternativa de base e sub-base de pavimentos	Estudo da estabilização granulométrica e química de material fresado com adição de cimento Portland para aplicação em camadas de pavimento
OBJETIVO	
Investigar a viabilidade do reaproveitamento de material fresado de pavimentos flexíveis, obtidos a frio e melhorados quimicamente com a inclusão de aglomerantes, sendo eles: pó de pedra, sílica de casca de arroz e cal.	Verificar o desempenho do material fresado estabilizado granulometricamente e quimicamente para aplicação em camadas de base e sub-base para pavimentos flexíveis
CONCLUSÕES	
O autor concluiu, por meio de ensaios, que a mistura que obteve maior resistência foi a composta por 80% de fresado, 20% de pó de pedra, 10% de sílica de casca de arroz e 5% de cal hidráulica.	Foi concluído que o emprego de material fresado estabilizado granulometricamente e quimicamente é viável em camadas de pavimento, tendo em vista que a mistura atinge resultados satisfatórios para sua utilização. Porém, deve-se atentar para a porcentagem de aditivo químico a ser inserida, já que tal quantidade interfere no desempenho da mistura asfáltica.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Realizar Ensaio Rotarex, para que seja determinado o teor de ligante, permitindo assim a determinação da real granulometria do material fresado; - Alcançar os principais índices físicos como porosidade e índice de vazios para o melhoramento da mistura; - Aumentar o teor de cal hidráulica. 	Não foram apresentadas sugestões para os próximos estudos.

Quadro 20 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem profunda”
(continuação)

INSTITUIÇÃO	
UTFPR	UTFPR
AUTOR	
Manfro, Alexandre Luiz	Saldanha, Cláudia Terezinha; Souza, Daiane de; Giacomitti, Gabriela Saldanha.
ORIENTADOR	
Trombetta, Jairo	Lima, Adauto José Miranda de
TÍTULO	
Alternativa de projeto para a restauração da rodovia ERS-324 pelo método empírico-mecanicista	Análise do método de reciclagem de pavimento asfáltico utilizado pela Prefeitura Municipal de Curitiba
OBJETIVO	
Propor uma opção de projeto pelo método empírico-mecanicista para a restauração da ERS-324, na qual foi utilizado o método da reciclagem.	Analisar o método de reciclagem profunda de pavimentos asfálticos empregado pela Prefeitura Municipal de Curitiba para viabilizar o serviço de reabilitação das vias urbanas.
CONCLUSÕES	
A reciclagem de pavimentos é uma alternativa satisfatória para a restauração dos pavimentos rodoviários, no entanto pode apresentar um custo elevado em comparação com as soluções convencionais e exigir um levantamento minucioso sobre as condições em que o fresado se encontra.	A reciclagem profunda <i>in situ</i> com adição de cimento Portland pode ser considerada uma técnica viável na recuperação do pavimento das ruas de Curitiba.
SUGESTÕES	
Não foram apresentadas sugestões para os próximos estudos.	<ul style="list-style-type: none"> - Efetuar uma análise comparativa do custo/benefício do emprego da técnica de reciclagem profunda diante de uma mistura convencional; Avaliar a possibilidade de melhoria de características como: trabalhabilidade e redução da permeabilidade; - Realizar outros ensaios, como CBR e módulo de resiliência.

Quadro 20 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem profunda”
(continuação)

INSTITUIÇÃO	
UDESC	UFSC
AUTOR	
Hilgert, Emanuele Carla	Cruz, Juliana Ginklings Fróes da
ORIENTADOR	
Zago, Claudia Celene	Trichês, Glicério
TÍTULO	
Restauração de pavimento com uso de reciclagem profunda - estudo de caso da rodovia SC-480	Avaliação do desempenho a longo prazo da reciclagem com adição de cimento da rodovia SC 355
OBJETIVO	
Expor os estudos fundamentais ao se apurar a necessidade de restauração do pavimento e apresentar os critérios indispensáveis para o desenvolvimento de um projeto de base e capa asfáltica reciclada com adição de cimento Portland.	Realizar a verificação funcional, estrutural e a estimativa de vida útil, da rodovia SC 355, localizada em Jaborá/SC, cujo trecho foi restaurado por reciclagem com adição de cimento na camada de base.
CONCLUSÕES	
Por meio de relatório de acompanhamento da obra e de acervo fotográfico, pode-se concluir que os procedimentos empregados na execução da reciclagem profunda com adição de cimento Portland foram seguidos conforme as especificações normatizadas.	Os resultados alcançados foram satisfatórios em relação ao desempenho funcional dos segmentos, tendo em vista que em quase todos os quesitos avaliados os resultados foram bons.
SUGESTÕES	
- Propõe o estudo da taxa de aplicação dos agregados e da pista de testes e a análise do controle tecnológico realizado durante a execução.	- Acompanhar o desempenho estrutural/funcional dos segmentos ao longo do tempo, para obter o fator campo/laboratório; - Envolver outros métodos ou softwares para a realização da retroanálise; - Realizar a extração de corpos de prova para posterior comparação com a retroanálise.

Quadro 20 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem profunda”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
UFMT	UFPE
AUTOR	
Roldão, Lais Nogueira	Barros, Rafael Falcão
ORIENTADOR	
Ferreira, Raul Tadeu Lobato	Macedo, Renato Mahon
TÍTULO	
Avaliação da capacidade de suporte de um solo da região do vale do Araguaia com adição de material fresado e cimento	Utilização do revestimento fresado da BR-104, como material de reforço da camada de base e/ou sub-base
OBJETIVO	
Avaliar as consequências da adição de material fresado e cimento Portland na capacidade de suporte de um solo da região do Vale do Araguaia	Verificar a capacidade de utilização do material fresado, advindo das atividades de manutenção e restauração da BR-104, para ser empregue em uma mistura na constituição das camadas de bases e/ou sub-bases de pavimentos rodoviários.
CONCLUSÕES	
Pode-se constatar que a reutilização do fresado para execução de camadas de pavimentos tem um futuro promissor, o uso do RAP, sobretudo quando associado a estabilizações químicas e granulométricas, respeita os parâmetros de capacidade de suporte de solo.	O autor afirma que a reutilização do material fresado oriundo da obra de duplicação e restauração da BR-104 em mistura com um solo jazida puro na proporção de 50% solo jazida + 50% material fresado atende os 53 requisitos e especificações físicos e mecânicos do DNIT para emprego do material estudado como camada de sub-base de pavimentos rodoviários.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Examinar a variação dos teores de umidade para o ensaio de compactação, por meio de outras energias de compactação; - Investigar a estabilização do material fresado em outras taxas juntamente com a inserção de um material fino na mistura; - Pesquisar estabilização química com outros teores de cimento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar ensaios com adições de diferentes porcentagens de aglomerantes como cal e cimento na mistura; - Executar e acompanhar o comportamento de um trecho experimental utilizando a mistura estudada; - Estudar o aproveitamento do fresado em outros serviços dentro da construção rodoviária.

Quadro 20 – Contribuições das pesquisas – TCCs “Reciclagem profunda”

(conclusão)

INSTITUIÇÃO	
UEPB	
AUTOR	
Fernandes, Ruan Oliveira	
ORIENTADOR	
Oliveira, Lauandes Marques de	
TÍTULO	
Caracterização e estabilização de um solo com resíduo proveniente da usinagem de misturas asfálticas para utilização em camada de base e sub-base de pavimento flexível	
OBJETIVO	
Identificar o comportamento físico-mecânico de um solo estabilizado com resíduo originado da usinagem de misturas asfálticas para uso em camadas de base e sub-base de pavimentos flexíveis.	
CONCLUSÕES	
Diante dos resultados, é possível concluir que a adição do resíduo da usinagem de misturas asfálticas colaborou consideravelmente para o melhoramento das características físico-mecânicas do solo natural.	
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar novas metodologias de dosagem; - Analisar a viabilidade econômica da aplicação da mistura estudada; - Realizar a caracterização das amostras por meio de ensaios de caráter físico, mecânico, químico e mineralógico. 	

Fonte: A autora (2021).

5.1.5 Reciclagem morna

A busca por “Reciclagem morna” nos Repositórios Institucionais e nas Bibliotecas Digitais não gerou nenhum resultado que estivesse em conformidade com a metodologia descrita nesta pesquisa, entende-se ainda que alguns dos trabalhos que contemplam a reciclagem a quente podem porventura, abranger a reciclagem morna. Além disso, por se tratar de um tema recente e de maior caráter inovador, é compreensível que os trabalhos de conclusão de curso ainda não deem a ele grande enfoque.

5.2 QUANTO ÀS TESES E DISSERTAÇÕES

Os dados obtidos por meio das buscas por teses e dissertações, nos portais Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e publicadas no período de 2010 a 2020, estão organizados por termos de busca e serão apresentados a seguir.

5.2.1 *Reclaimed Asphalt Pavement*

O Quadro 21 apresenta o resultado geral da leitura e coleta inicial de dados, quando se buscou o termo “*Reclaimed Asphalt Pavement*”, sendo possível observar as Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras, seus respectivos Programas de Pós-Graduação, o tipo de documento, o ano de publicação, o idioma do estudo e o título da pesquisa. Diante de tais informações é possível elaborar o panorama de tais instituições que abordam a reciclagem de misturas asfálticas.

Quadro 21 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “Reclaimed Asphalt Pavement”

(continua)

INSTITUIÇÃO	PROGRAMA	DOCUMENTO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2020	PORT	Avaliação das propriedades mecânicas de uma mistura de material asfáltico fresado e vidro moído com a adição de cal de carbureto
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2016	PORT	Reciclagem de pavimentos semirrígidos com adição de cimento: contribuição ao desenvolvimento de um método de dosagem
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2016	PORT	Estudo da resistência e da rigidez de uma mistura de material fresado asfáltico e pó-de-pedra com a adição de cimento
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2016	PORT	Reciclagem de pavimentos flexíveis com adição de cimento Portland: estudo de fadiga através do ensaio de flexão em viga quatro pontos
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Dissertação	2017	PORT	Análise de impactos ambientais da restauração de um pavimento asfáltico pela Avaliação do Ciclo de Vida
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Tese	2012	PORT	Estudo de propriedades mecânicas de concretos compactados com incorporação de fresados para bases de pavimentos.
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Dissertação	2017	ING	Evaluation of the fatigue performance of fine aggregate matrices prepared with reclaimed asphalt pavements and shale oil residue

Quadro 21 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

(conclusão)

INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	DOCUMENTO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Universidade Federal de Santa Maria	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2017	PORT	Estudo de resistência mecânica do concreto compactado com rolo com emprego de material fresado asfáltico para base de pavimentos
Universidade Federal de Santa Maria	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2018	PORT	Determinação de parâmetros que influenciam nas propriedades mecânicas de material fresado estabilizado granulométrica e quimicamente para emprego em pavimentação
Universidade Federal de Santa Maria	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2014	PORT	Estudo da estabilização granulométrica e química de material fresado com adição de cimento Portland e cinza de casca de arroz para aplicação em camadas de pavimentos
Universidade Federal do Ceará	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Dissertação	2013	PORT	Avaliação do desempenho de misturas asfálticas recicladas mornas em laboratório e em campo
Universidade Federal de Santa Catarina	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2017	PORT	Avaliação do comportamento mecânico e reológico de mistura asfáltica com adição de 20% de material fresado - RAP
Universidade Federal do Paraná	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil	Dissertação	2018	PORT	Desempenho e propriedades mecânicas de misturas asfálticas mornas produzidas com revestimento asfáltico fresado e agregado de resíduo de concreto em substituição da fração graúda e miúda da granulometria

Fonte: A autora (2021).

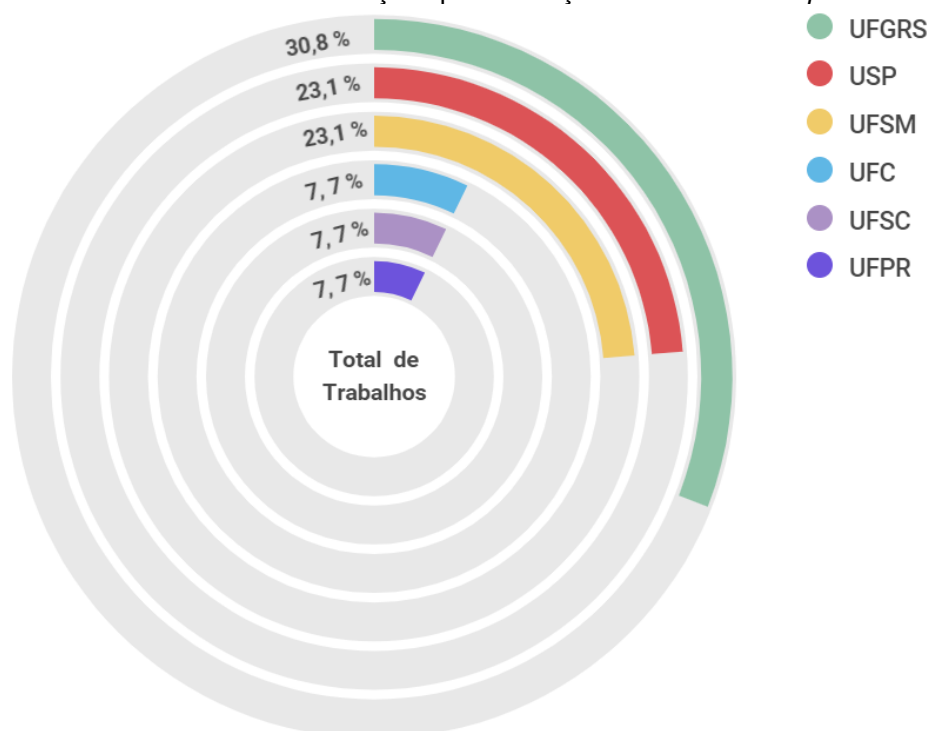
Em relação as Instituições Públicas de Ensino Superior, foram encontrados resultados para seis instituições, são elas: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFGRS), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Federal do Paraná (UFPR). Dentre as universidades citadas, apenas a Universidade de São Paulo é estadual, as demais são federais e não houve registro de municipais.

É possível afirmar que a UFGRS lidera a produção e publicação de pesquisas encontradas ao buscar pelo termo “*Reclaimed Asphalt Pavement*”, possuindo um total de quatro dissertações, a USP aparece logo em seguida com três documentos vinculados a instituição, sendo duas dissertações e uma tese. Também com três pesquisas de dissertação consta a Universidade Federal de Santa Maria. Na sequência, a UFC, a UFSC e a UFPR contribuíram com uma dissertação por universidade. A Tabela 30 retrata o tipo e o total de documentos produzidos por instituição, e o Gráfico 26 ilustra, em porcentagem, o total de trabalhos desenvolvidos por cada universidade.

Tabela 30 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

INSTITUIÇÕES	TIPO	TOTAL DE TRABALHOS	TOTAL DE TRABALHOS (%)	TIPO DE DOCUMENTO
UFRGS	Federal	4	30,8	Dissertação
USP	Estadual	3	23,1	1 Tese / 2 Dissertações
UFSM	Federal	3	23,1	Dissertação
UFC	Federal	1	7,7	Dissertação
UFSC	Federal	1	7,7	Dissertação
UFPR	Federal	1	7,7	Dissertação
TOTAL		13	100,00	

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 26 – Total de Teses e Dissertações por instituição – “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

Fonte: A autora (2021).

No que diz respeito aos Programas de Pós-Graduação, cada organização educacional contabilizou a participação de um dos mesmos. Ao todo foram identificados seis Programas de Pós-Graduação distintos, cabe destacar que apesar deste fato, apenas três deles possuíam nomes diferentes, o que sugere o enfoque singular de cada programa, são eles: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil. As informações descritas acima estão reunidas na Tabela 31 e na Tabela 32. O Gráfico 27 reúne as três variedades de Programas de Pós-Graduação encontrados e exibe a porcentagem de aparição de cada categoria em relação ao todo.

Tabela 31 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”
(continua)

INSTITUIÇÕES	PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
UFRGS	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	4	30,77

Tabela 31 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*” (conclusão)

INSTITUIÇÕES	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
USP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	3	23,08
UFSC	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	3	23,08
UFC	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	1	7,69
UFSC	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	1	7,69
UFPR	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil	1	7,69
TOTAL		13	100,00

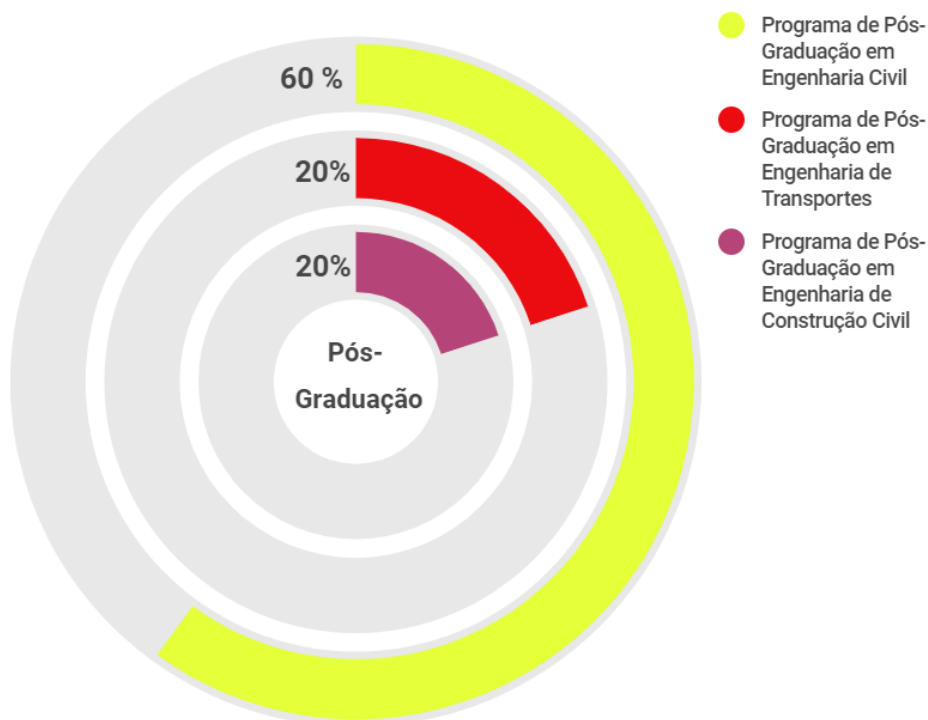
Fonte: A autora (2021).

Tabela 32 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO	TOTAL DE PROGRAMAS	TOTAL DE PROGRAMAS (%)
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	3	60,00
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	1	20,00
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil	1	20,00
TOTAL	5	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 27 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”



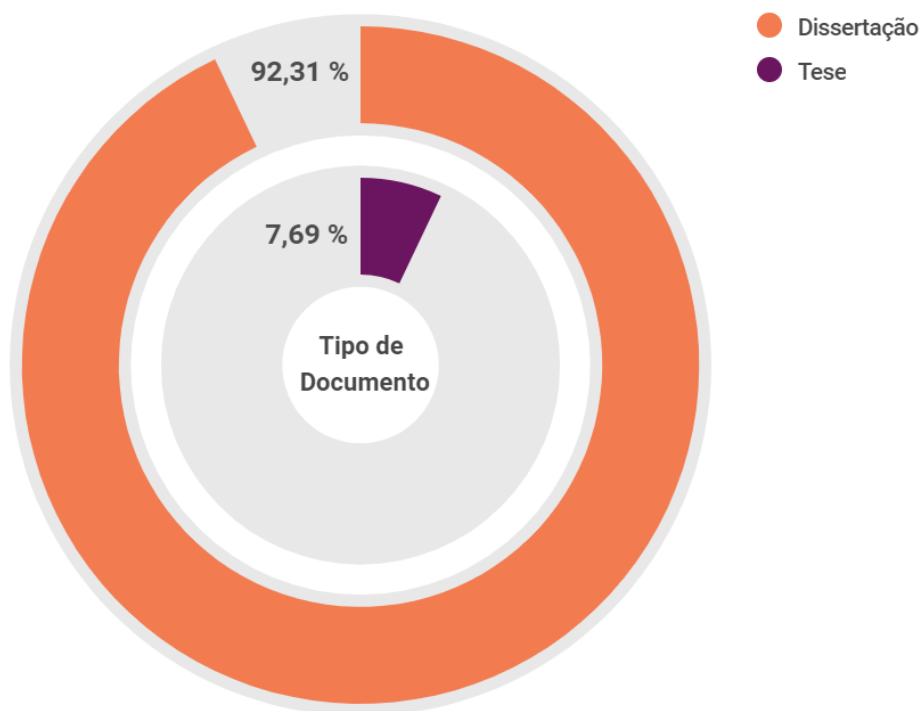
Fonte: A autora (2021).

É interessante notar que dentre os treze documentos encontrados por meio da pesquisa pelo termo “*Reclaimed Asphalt Pavement*”, doze são dissertações e há uma tese. A Tabela 33 reúne os tipos de documentos e suas porcentagens correspondentes, o Gráfico 28 ilustra as informações coletadas.

Tabela 33 – Tipo de Documento – Tesses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

TIPO DE DOCUMENTO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
Dissertação	12	92,31
Tese	1	7,69
TOTAL	13	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 28 – Tipo de Documento – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

Fonte: A autora (2021).

Atenta-se ao fato de que cinco estados e três regiões do Brasil foram contemplados com pesquisas na área estudada. A região Sul obteve todos os seus estados (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná) participantes nos estudos, a região Sudeste foi representada por São Paulo e o Nordeste pelo Ceará. O Quadro 22 exibe quais instituições são localizadas em quais estados e regiões do país.

Quadro 22 – Estados e Regiões do Brasil – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

INSTITUIÇÕES	ESTADOS	REGIÕES
UFRGS	Rio Grande do Sul	Sul
USP	São Paulo	Sudeste
UFSC	Rio Grande do Sul	Sul
UFC	Ceará	Nordeste
UFSC	Santa Catarina	Sul
UFPR	Paraná	Sul

Fonte: A autora (2021).

Observa-se que na região Sul do Brasil foram desenvolvidos nove estudos a respeito da temática abordada, o que a destaca em relação as demais regiões. Em seguida, o Sudeste engloba três documentos e o Nordeste é responsável por uma pesquisa. A Tabela 34 demonstra o total de documentos, em quantidade e em

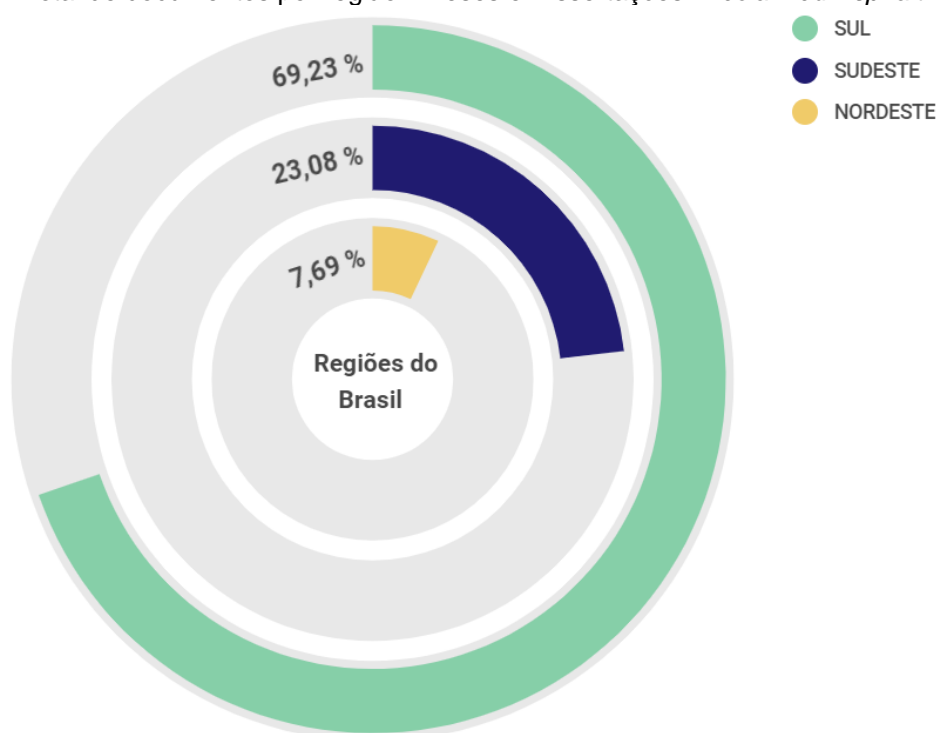
porcentagem, publicados por cada uma das regiões anteriormente mencionadas. O Gráfico 29 tem a função de aclarar os dados obtidos.

Tabela 34 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

REGIÕES	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
SUL	9	69,23
SUDESTE	3	23,08
NORDESTE	1	7,69
TOTAL	13	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 29 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”



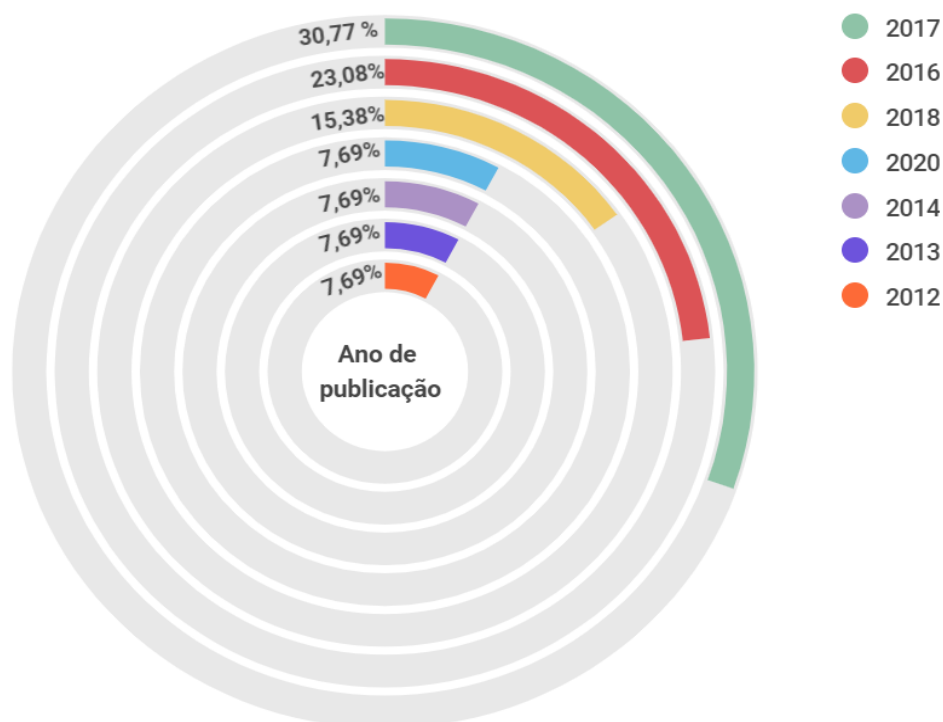
Fonte: A autora (2021).

As Teses e Dissertações foram produzidas e publicadas em sete anos distintos, sendo eles: 2012, 2013, 2014, 2016, 2017, 2018, 2020. O ano de 2017 conteve o maior número de publicações, quatro. Em 2016 foram produzidos três documentos, em 2018 uma pesquisa, e nos demais anos foram elaboradas uma pesquisa por ano. A Tabela 35 resume o ano de publicação e o total de documentos desenvolvidos por ano. O Gráfico 30 ilustra o que foi exposto.

Tabela 35 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

ANO DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
2017	4	30,77
2016	3	23,08
2018	2	15,38
2020	1	7,69
2014	1	7,69
2013	1	7,69
2012	1	7,69
TOTAL	13	100,00

Fonte: A autora.

Gráfico 30 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

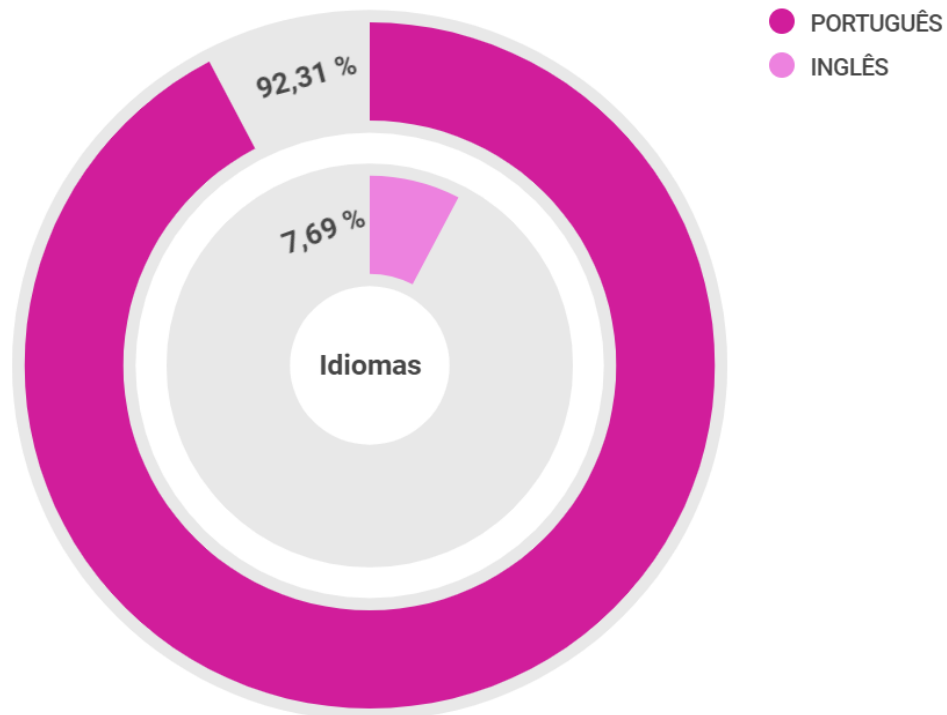
Fonte: A autora (2021).

Quanto ao idioma em que o trabalho foi elaborado, duas línguas foram encontradas, sendo elas o português e o inglês. Em português doze documentos foram desenvolvidos, entre eles onze dissertações e uma tese, já em inglês uma dissertação foi criada. A Tabela 36 fornece as informações do total de documentos por idioma, em quantidade e em porcentagem. O Gráfico 31 simboliza a porcentagem dos idiomas escolhidos para a publicação das pesquisas científicas.

Tabela 36 – Idiomas de publicação – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

IDIOMA DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
PORTUGUÊS	12	92,31
INGLÊS	1	7,69
TOTAL	13	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 31 – Idiomas de publicação – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

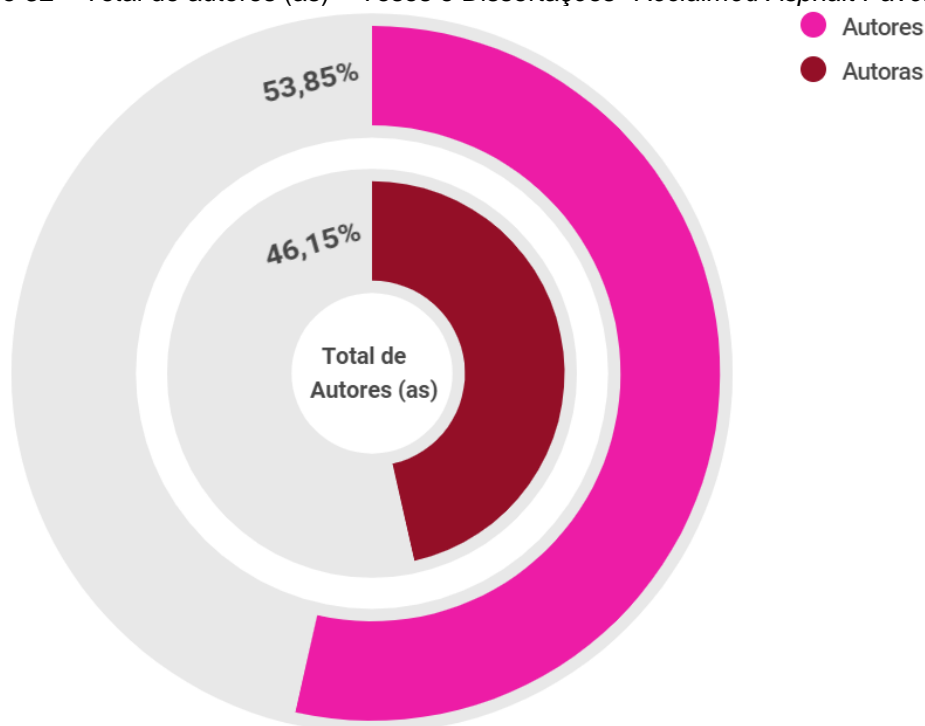
Fonte: A autora (2021).

Com relação ao envolvimento feminino na autoria e orientação de trabalhos no tema abordado, serão apresentados os elementos levantados em forma de tabela e gráficos. Do total de treze autores, seis são mulheres e sete são homens, destaca-se ainda o fato de que a única tese encontrada nesta busca de termos é de autoria feminina e de que a USP, entre as demais universidades, é a instituição que possui mais autoras de teses e dissertações. A Tabela 37 retrata o quantitativo de autoria das pesquisas, já o Gráfico 32 facilita a visualização e o entendimento dos dados anteriormente mencionados.

Tabela 37 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS) (%)
AUTORES	7	53,85
AUTORAS	6	46,15
TOTAL	13	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 32 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

Fonte: A autora (2021).

Foi feita a listagem do nome das autoras, do correspondente documento cuja escrita foi de autoria das mesmas e das respectivas instituições a que estão vinculadas. Neste sentido, UFRGS, USP, UFSM e UFPR contemplam trabalhos realizados por mulheres, salienta-se o fato de que apenas instituições das regiões Sul e Sudeste apresentaram tal resultado. O levantamento pode ser analisado pelo Quadro 23.

Quadro 23 – Lista de autoras – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

(continua)

LISTA DE AUTORAS	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Kleinert, Thaís Radünz	Dissertação	UFRGS
Savietto, Júlia Panzarin	Dissertação	USP
Sachet, Taís	Tese	USP
Klug, Andrise Buchweitz	Dissertação	USP
Borré, Gracieli	Dissertação	UFSM

Quadro 23 – Lista de autoras – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”
(conclusão)

LISTA DE AUTORAS	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Gadler, Fernanda	Dissertação	UFPR

Fonte: A autora (2021).

No mesmo sentido do parágrafo anterior, foi elaborada uma lista de autores, dos respectivos documentos e suas Instituições, as universidades que trazem documentos de autoria masculina são: UFRGS, UFSM, UFC e UFSC. Os estados abrangidos por esses trabalhos fazem parte da região Sul e do Nordeste. No Quadro 24 podem ser observados os dados levantados.

Quadro 24 – Lista de autores – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

LISTA DE AUTORES	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Tabechrani Neto, Aziz	Dissertação	UFRGS
Pasche, Eduardo	Dissertação	UFRGS
Castañeda López, Mario Alexander	Dissertação	UFRGS
Silva, Marcos Rodrigues da	Dissertação	UFSM
Pires, Gustavo Menegusso	Dissertação	UFSM
Oliveira, Jardel Andrade de	Dissertação	UFC
Pérez Canchanya, Job	Dissertação	UFSC

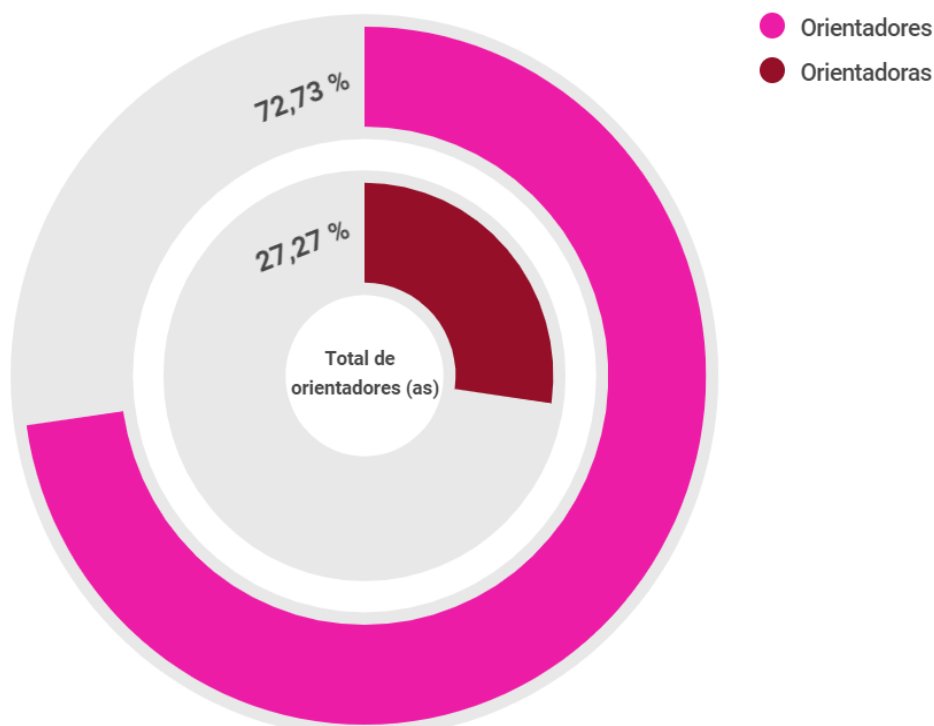
Fonte: A autora (2021).

Com relação à orientação fornecida aos estudantes de Pós-Graduação, enfatiza-se que houve treze trabalhos entre teses e dissertações, mas apenas onze orientadores, pois dois dos profissionais supervisionaram mais de um trabalho. As porcentagens de participação da orientadores (as) podem ser analisadas pela Tabela 38 e pelo Gráfico 33.

Tabela 38 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS) (%)
ORIENTADORES	8	72,73
ORIENTADORAS	3	27,27
TOTAL	11	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 33 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

Fonte: A autora (2021).

Em relação as atividades de orientação, foram identificadas três orientadoras, sendo responsáveis por quatro orientações, as pesquisadoras conduziram pesquisas vinculadas à UFSM, USP e UFC. A Tabela 39 sintetiza o nome das orientadoras, o total de orientações e as instituições referentes às origens dos estudos.

Tabela 39 – Total de orientações femininas – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

LISTA DE ORIENTADORAS	TOTAL DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES (%)	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Cervo, Tatiana Cureau	2	50	Dissertação	UFSM
Furlan, Ana Paula	1	25	Dissertação	USP
Castelo Branco, Verônica Teixeira Franco	1	25	Dissertação	UFC
TOTAL	4	100		

Fonte: A autora (2021).

Ainda neste contexto, identificaram-se onze orientações realizadas por oito homens diferentes, cada representante da UFRGS acompanhou duas orientações, os demais orientadores realizaram uma supervisão cada. Ressalta-se que a única tese encontrada teve orientação de um homem por meio da USP. A Tabela 40 é reflexo

das buscas pelo nome dos orientadores, pelo total de orientações, tipo de documento e instituição.

Tabela 40 – Total de orientações masculinas – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

LISTA DE ORIENTADORAS	TOTAL DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES (%)	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Consoli, Nilo Cesar	2	18,18	Dissertação	UFRGS
Núñez, Washington Peres	2	18,18	Dissertação	UFRGS
Ceratti, Jorge Augusto Pereira	2	18,18	Dissertação	UFRGS
Balbo, José Tadeu	1	9,09	Tese	USP
Faxina, Adalberto Leandro	1	9,09	Dissertação	USP
Spechet, Luciano Pivoto	1	9,09	Dissertação	UFSC
Trichês, Glicério	1	9,09	Dissertação	UFSC
Miranda, Leonardo Fagundes Rosemback	1	9,09	Dissertação	UFPR
TOTAL	11	100		

Fonte: A autora (2021).

Quanto às atividades de orientação, pode-se ainda extrair que dois documentos foram orientados e escritos por mulheres, outros dois trabalhos foram orientados por mulheres e escritos por homens. Outros quatro trabalhos tiveram homens como orientadores de mulheres, cabe ressaltar que em uma das pesquisas mais de um orientador conduziu a mesma autora numa mesma tese, totalizando cinco orientações masculinas ante as autoras. No caso de homens que orientam homens, ocorreram seis situações desse tipo de orientação, no entanto destaca-se que um mesmo autor foi orientado em sua dissertação por outros dois homens. Por fim, as quantidades e combinações de orientações estão explícitas no Quadro 25 e na Tabela 41, as porcentagens são ilustradas pelo Gráfico 34.

Quadro 25 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

(continua)

MULHERES QUE ORIENTAM MULHERES	
ORIENTADORA	AUTORA
Furlan, Ana Paula	Savietto, Júlia Panzarin
Cervo, Tatiana Cureau	Borré, Gracieli
MULHERES QUE ORIENTAM HOMENS	
ORIENTADORA	AUTOR
Cervo, Tatiana Cureau	Silva, Marcos Rodrigues da

Quadro 25 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

(conclusão)

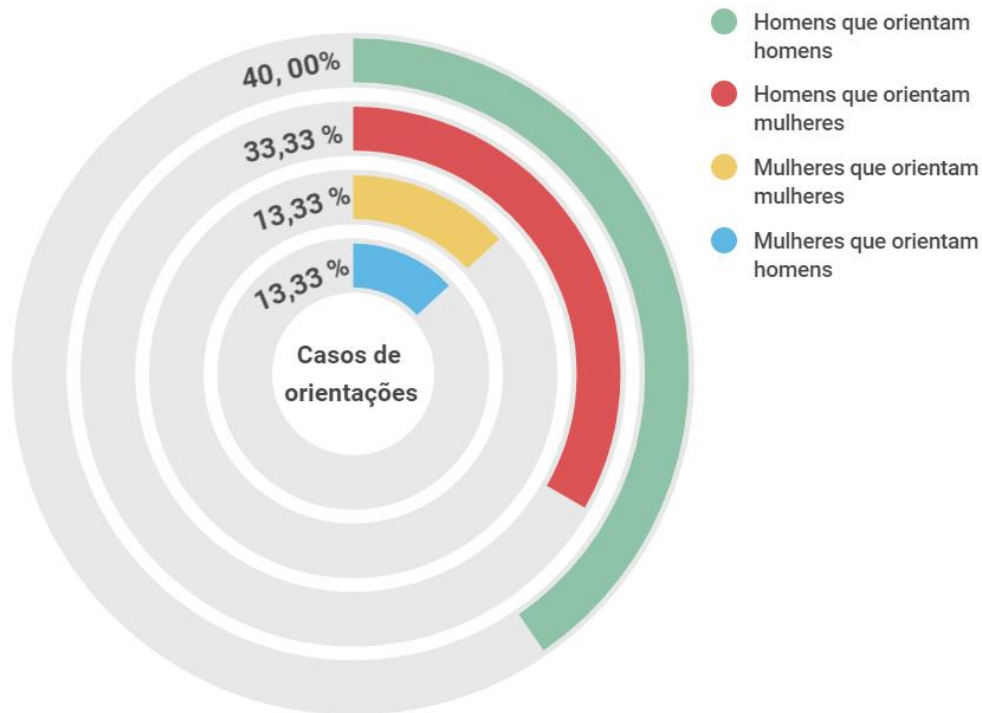
MULHERES QUE ORIENTAM HOMENS	
ORIENTADORA	AUTOR
Castelo Branco, Verônica Teixeira Franco	Oliveira, Jardel Andrade de
HOMENS QUE ORIENTAM MULHERES	
ORIENTADOR (ES)	AUTORA
Núñez, Washington Peres / Ceratti, Jorge Augusto Pereira	Kleinert, Thaís Radünz
Balbo, José Tadeu	Sachet, Taís
Miranda, Leonardo Fagundes Rosemback	Gadler, Fernanda
Faxina, Adalberto Leandro	Klug, Andrise Buchweitz
HOMENS QUE ORIENTAM HOMENS	
ORIENTADOR (ES)	AUTOR
Consoli, Nilo Cesar	Tabechrani Neto, Aziz
Consoli, Nilo Cesar	Pasche, Eduardo
Núñez, Washington Peres / Ceratti, Jorge Augusto Pereira	Castañeda López, Mario Alexander
Spechet, Luciano Pivoto	Pires, Gustavo Menegusso
Trichês, Glicério	Pérez Canchanya, Job

Fonte: A autora (2021).

Tabela 41 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

CASOS DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE CASOS	TOTAL DE CASOS (%)
Homens que orientam homens	6	40
Homens que orientam mulheres	5	33,33
Mulheres que orientam mulheres	2	13,33
Mulheres que orientam homens	2	13,33
TOTAL DE ORIENTAÇÕES	15	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 34 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

Fonte: A autora (2021).

Para concluir a apresentação dos resultados que retratam o panorama do envolvimento feminino na área abordada, foi elaborada o Quadro 26 que apresenta uma lista com o nome das autoras que deram prosseguimento aos estudos na área de Infraestrutura e Transportes, não se limitando a linha de pesquisa de reciclagem de misturas asfálticas, por entender que se trata de um tema mais restritivo. As informações foram colhidas por meio do LinkedIn e do Currículo Lattes.

Quadro 26 – Continuidade acadêmica – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

AUTORAS	SITUAÇÃO	INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	ORIENTADOR (A)
Kleinert, Thaís Radünz	Doutoranda	UFGRS	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura	Núñez, Washington Peres
Klug, Andrise Buchweitz	Doutoranda	USP	Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes	Faxina, Adalberto Leandro
Gadler, Fernanda	Doutoranda	USP	Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes	Bernucci, Liedi Légi Bariani

Fonte: A autora (2021).

Vislumbrando obter as contribuições das teses e dissertações que foram encontradas por meio da busca por “*Reclaimed Asphalt Pavement*”, coletaram-se os objetivos, conclusões e sugestões para trabalhos futuros (caso houvessem) e como resultado foi gerado o Quadro 27. Nele ainda constam o nome da instituição pela qual a pesquisa foi defendida, o autor, o orientador e o título do estudo.

Pode-se dizer que de forma ampla, os estudos trouxeram colaborações para emprego adequado do material fresado e sugestões de materiais que foram adicionados à mistura, para que fossem pesquisadas as contribuições mecânicas e também ambientais da reciclagem de misturas asfálticas. O Quadro 27 estrutura as principais informações quanto ao conteúdo dos trabalhos.

Quadro 27 – Contribuições das pesquisas – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

(continua)

INSTITUIÇÃO	
UFGRS	UFGRS
AUTOR	
Tabechrani Neto, Aziz	Kleinert, Thaís Radünz
ORIENTADOR	
Consoli, Nilo Cesar	Núñez, Washington Peres / Ceratti, Jorge Augusto Pereira
TÍTULO	
Avaliação das propriedades mecânicas de uma mistura de material asfáltico fresado e vidro moído com a adição de cal de carbureto	Reciclagem de pavimentos semirrígidos com adição de cimento: contribuição ao desenvolvimento de um método de dosagem
OBJETIVO	
Verificar a influência da adição, em variadas proporções, de vidro moído e cal de carbureto ao material asfáltico fresado, analisando as propriedades de resistência, rigidez e durabilidade da mistura para a sua aplicação como camada de base e sub-base de pavimentos.	Investigar o comportamento de misturas obtidas pela reciclagem de bases rígidas e fresados asfálticos (porcentagens de fresado variando entre 8% e 92%, aproximadamente), com adição de cimento (teores entre 1% a 7%), com o objetivo de cooperar para o desenvolvimento de um método de dosagem.
CONCLUSÕES	
O estudo forneceu resultados relevantes de resistência, rigidez e durabilidade, evidenciando desta forma uma possível e significativa aplicação prática dos materiais pesquisados como camada de base ou sub-base de pavimentos. E ainda concluiu que apesar de pertinente os aspectos econômicos e ambientais envolvidos no tema, a principal justificativa para a incorporação do vidro moído ao RAP é a melhora das propriedades mecânicas e funcionais da via.	A partir dos resultados atingidos, constata-se que o método de dosagem para misturas recicladas com cimento sugerido por Fedrigo (2015), com base no procedimento de dosagem de materiais estabilizados com cimento apresentado pela Austroads (2002), pode ser utilizado também no caso da restauração de pavimentos semirrígidos, considerando que as misturas com materiais de base cimentadas pesquisadas pelo autor da dissertação exibiram comportamento equivalente ao analisado no estudo com brita graduada simples.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Empregar diferentes proporções de RAP e vidro na composição granulométrica, com o intuito de avaliar o desempenho das misturas e realizar uma comparação com a proporção 70/30 pesquisada pelo autor; - Averiguar a mistura dos materiais pesquisados em aplicações em campo, permitindo uma avaliação da viabilidade técnica e econômica; - Executar ensaios de lixiviação para que seja investigado o alcance de possíveis contaminantes presentes na mistura, ao lençol freático, durante uma aplicação em campo, tendo em vista que a dissertação trata acerca de três diferentes tipos de resíduos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proceder a execução de ensaios de retração por secagem dos materiais, com o intuito de obter os fundamentos essenciais para a dosagem de pavimentos semirrígidos reciclados com cimento; - Realizar a análise do comportamento de materiais lateríticos empregados como bases de pavimentos a partir da inclusão de material reciclado e cimento, para assim verificar se o método de dosagem proposto por Fedrigo (2015) também se destina a esse tipo de solo; - Estudar o comportamento de misturas recicladas com cimento por meio do uso da compactação por vibração, sendo assim possível comparar com os métodos usualmente empregados em laboratório (Proctor) e em campo.

Quadro 27 – Contribuições das pesquisas – Teses e Dissertações “Reclaimed Asphalt Pavement”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
UFGRS	UFGRS
AUTOR	
Pasche, Eduardo	López, Mario Alexander Castañeda
ORIENTADOR	
Consoli, Nilo Cesar	Núñez, Washington Peres/ Ceratti, Jorge Augusto Pereira
TÍTULO	
Estudo da resistência e da rigidez de uma mistura de material fresado asfáltico e pó-de-pedra com a adição de cimento	Reciclagem de pavimentos flexíveis com adição de cimento Portland: estudo de fadiga através do ensaio de flexão em viga quatro pontos
OBJETIVO	
<p>Analisar o impacto da adição de cimento Portland e a influência do índice de vazios/teor volumétrico de cimento em uma mistura de material fresado asfáltico e pó de pedra, determinando as propriedades de resistência e rigidez da mistura estudada. Para a estabilização granulométrica foi determinado o teor de 70% de material fresado e 30% de pó-de-pedra, já os teores de 3%, 5% e 7% foram estipulados para a estabilização química.</p>	<p>Avaliar o comportamento à fadiga de misturas asfálticas constituídas por fresado asfáltico (20%, 50% e 70%), brita graduada e cimento Portland (teores de 2% e 4%). Sendo assim, o desempenho à fadiga será analisado em função da porcentagem de RAP e do teor de cimento.</p>
CONCLUSÕES	
<p>De acordo com a análise dos resultados gerados pela pesquisa, todas as resistências e módulos estudados aumentam linearmente com o crescimento da quantidade de cimento e exponencialmente ao reduzir a porosidade da mistura. Além disso, o material apresenta características viscoelásticas advindas do material fresado e teve a relação porosidade/teor volumétrico do cimento considerada adequada na previsão das resistências e módulos para todas as misturas abordadas. Logo, corrobora-se o desempenho satisfatório das misturas, o que permite expandir o estudo destes materiais.</p>	<p>De acordo com os resultados laboratoriais e das análises expostas, constata-se que o comportamento à fadiga das misturas asfálticas com adição de material fresado e cimento está intimamente vinculado ao teor de cimento e a porcentagem de fresado asfáltico inserido à mistura. E ainda, foi concluído que a vida de fadiga de camadas recicladas com cimento, é fortemente dependente das tensões de tração atuantes e das deformações de extensão na fibra inferior da camada cimentada, as quais são dependentes da estrutura do pavimento e, de forma expressiva, da espessura da camada reciclada.</p>
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Propor a análise da estabilização química do material com outros tipos de cimento, como o CP II, por ter menores quantidades de pozolona em sua constituição; - Execução de ensaios triaxiais, para que se obtenha os resultados de módulo de resiliência tanto da mistura estabilizada, quanto do material fresado puro; - Indicar a relação vazios/cimento nos mesmos ensaios, mas com diferentes temperaturas de cura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recomenda-se que sejam desenvolvidos estudos da mecânica de fratura, almejando avaliar a influência da granulometria e do fresado na propagação de fissuras; - Elaborar análises estatísticas, com o intuito de reduzir a quantidade de ensaios executados e além disso, ensaiar os demais materiais como solo-cimento, BGTC e materiais lateríticos, definidos na pesquisa, para que seja abrangida grande parte dos materiais que constituem as bases de pavimentos no Brasil; - Analisar o comportamento de fadiga de misturas com teor de 6% de cimento.

Quadro 27 – Contribuições das pesquisas – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
USP	USP
AUTOR	
Savietto, Júlia Panzarin	Sachet, Taís
ORIENTADOR	
Furlan, Ana Paula	Balbo, José Tadeu
TÍTULO	
Análise de impactos ambientais da restauração de um pavimento asfáltico pela Avaliação do Ciclo de Vida	Estudo de propriedades mecânicas de concretos compactados com incorporação de fresados para bases de pavimentos.
OBJETIVO	
Empregar a técnica Avaliação do Ciclo de Vida para quantificar e comparar os impactos ambientais gerados por duas técnicas distintas de restauração de pavimentos, sendo elas a restauração convencional (sem incorporação de material fresado na mistura) e a metodologia de restauração com 35% de RAP. A Avaliação de Ciclo de Vida abrange tanto a fase de produção de materiais quanto a de transporte.	Verificar os efeitos da substituição de agregados virgens por material fresado, oriundos da fresagem de pavimentos asfálticos, e a sua possível aplicação em concretos compactados com rolo.
CONCLUSÕES	
Os resultados encontrados ao realizar a Avaliação de Ciclo de Vida indicam que a restauração de pavimento com o material fresado apresentou redução dos potenciais impactos ambientais se comparada com a metodologia de restauração convencional. Além disso, constatou-se que em grande parte das análises, a atividade de produção dos materiais foi a que mais contribuiu para os impactos ambientais, já a fase de transporte foi pouco significativa para tal interferência.	Segundo os resultados alcançados, a inserção de RAP na mistura de concreto compactado com rolo diminui a resistência da mistura asfáltica e afeta todos os parâmetros mecânicos analisados no estudo, no entanto a mistura pode ser utilizada como base e sub-base de pavimentos, por atingir os parâmetros mecânicos que viabilizam o seu uso.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - A autora recomenda que em pesquisas futuras a respeito do tema abordado, seja feito contato direto com as concessionárias rodoviárias e com projetos de pavimentação reais, de forma a delimitar com maior assertividade o processo de produção do pavimento; - Acompanhar o processo de restauração do pavimento no local, para que sejam obtidos dados mais coerentes com a realidade do processo; - Contar com o auxílio de aparelhos medidores durante a restauração do pavimento, para que seja possível aferir as emissões que os maquinários liberam durante o procedimento e dessa forma obter dados iniciais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sugere-se que seja dada continuidade a pesquisa por meio de ensaios de fadiga, com o intuito de determinar as diferenças de comportamento e desempenho do concreto compactado com rolo possuindo a inserção de RAP para o material convencional, ampliando assim os resultados encontrados; - Produzir um estudo de ordem econômica e comportamental do uso de concreto compactado com rolo acrescido de RAP, comparado ao emprego de concreto compactado com rolo convencional, sendo ambos obtidos por meio de uma pista experimental; - É indicado o desenvolvimento de parâmetros que permitam o uso, em obras, de concreto compacto com rolo com adição de fresado, visando criar ou expandir as especificações técnicas atuais que abordam o tema.

Quadro 27 – Contribuições das pesquisas – Teses e Dissertações “Reclaimed Asphalt Pavement”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
USP	UFSM
AUTOR	
Klug, Andrise Buchweitz	Borré, Gracieli
ORIENTADOR	
Faxina, Adalberto Leandro	Cervo, Tatiana Cureau
TÍTULO	
Evaluation of the fatigue performance of fine aggregate matrices prepared with reclaimed asphalt pavements and shale oil residue	Estudo de resistência mecânica do concreto compactado com rolo com emprego de material fresado asfáltico para base de pavimentos
OBJETIVO	
Investigar os efeitos de algumas variáveis no desempenho de fadiga dos exemplares de matriz de agregado fino. Entre as variáveis estão: as diferentes proporções de RAP e as adições de aglutinantes e agentes rejuvenescedores à mistura.	Pesquisar as resistências mecânicas do concreto compacto com rolo, com substituição parcial do agregado graúdo por fresado (nas porcentagens de 10 e 30%) para uso em base de pavimentos, com diferentes consumos de cimento em idades de cura distintas.
CONCLUSÕES	
Foi notado que o óleo de xisto não teve atuação com agente rejuvenescedor do asfalto envelhecido, em grande parte dos casos, isso se deve provavelmente ao fato da baixa taxa de difusão do material no asfalto envelhecido.	A partir dos principais resultados é possível compreender que até certo ponto a substituição de agregados virgens por RAP, é positiva em relação as propriedades mecânicas do concreto compactado com rolo, tais misturas podem ser aplicadas com desempenho satisfatório em bases de pavimentos, tendo em vista que apresentam características comportamentais semelhantes as presentes em misturas de concreto compactado com rolo convencionais.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar os efeitos de diferentes agentes rejuvenescedores no comportamento de fadiga da mistura estudada; - Investigar quais as consequências do uso de material fresado oriundos de diversos locais; - Estudar a interação entre o ligante envelhecido e o agente rejuvenescedor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar outros teores de incorporação de fresado e cimento e avaliar o comportamento apresentado; - Verificar a influência de misturas produzidas com outros tipos de cimento; - Fazer novamente as misturas seguindo a mesma granulometria, separando o fresado em peneiras para que seja obtida a mesma curva granulométrica tanto para a mistura de referência quanto para a mistura com fresado.

Quadro 27 – Contribuições das pesquisas – Teses e Dissertações “Reclaimed Asphalt Pavement”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
UFSM	UFSM
AUTOR	
Silva, Marcos Rodrigues da	Pires, Gustavo Menegusso
ORIENTADOR	
Cervo, Tatiana Cureau	Spechet, Luciano Pivoto
TÍTULO	
Determinação de parâmetros que influenciam nas propriedades mecânicas de material fresado estabilizado granulométrica e quimicamente para emprego em pavimentação	Estudo da estabilização granulométrica e química de material fresado com adição de cimento Portland e cinza de casca de arroz para aplicação em camadas de pavimentos
OBJETIVO	
Investigar, por meio de ensaios laboratoriais, a viabilidade da utilização de misturas compostas por RAP e pó de pedra, estabilizadas quimicamente com cimento Portland CP V- ARI (com teores de 4%, 5% e 6% em volume), para camadas de base de pavimentos. E para a estabilização granulométrica da mistura se determinou o teor de 70% de fresado e 30% de pó de pedra.	Analisar a viabilidade da utilização de material fresado puro e estabilizado (mecânica, granulométrica e quimicamente) em camadas de pavimentos flexíveis, como a base e a sub-base. Assim, por meio de ensaios laboratoriais, objetivou-se avaliar o comportamento do RAP quando estabilizado granulometricamente (70% de material fresado e 30% de agregado natural) e quimicamente com cimento Portland (teores de 4,86% e 5,37%) e com cinza de casca de arroz (taxas de 15%, 30% e 50%).
CONCLUSÕES	
Foi verificado que em relação ao material fresado, as misturas com adição de RAP apresentaram características viscoelásticas oriundas da herança do ligante asfáltico presente em sua composição. Além do mais, a pesquisa contribuiu com dados e avaliações a respeito do comportamento de resistência e rigidez frente misturas com diferentes agregados, densidades, cimentações e relações porosidade/teor volumétrico de cimento. Em síntese, a pesquisa realizada pode confirmar o desempenho satisfatório do emprego de RAP e a possibilidade de alavancar os estudos sobre o aproveitamento destes materiais.	Ao analisar os dados obtidos durante a pesquisa, o autor concluiu que a estabilização granulométrica do fresado é de grande valia, tendo em vista que ensaios básicos de laboratório já puderam demonstrar o crescimento de desempenho das misturas asfálticas em uma simples compactação apropriada. A estabilização química com cimento Portland se mostrou efetiva, considerando que o fresado já é um material envelhecido e que necessita de tratamento com outros materiais para seu melhor aproveitamento e aplicação. Em relação a cinza de casca de arroz, o material possui apelo ambiental, em razão da menor quantidade do uso de cimento e pelo reaproveitamento de um material oriundo da casca de arroz. Sendo assim, fica claro o favorável potencial de utilização do material fresado e a possibilidade de realização de novos estudos sobre os materiais pesquisados no trabalho.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Promover a estabilização do material fresado em outras proporções, pretendendo o máximo aproveitamento do RAP; - Verificar a estabilização química com diferentes adições de minerais, como a sílica de casca de arroz e a cinza volante; - Elaborar o levantamento dos custos da utilização do RAP perante ao agregado virgem. 	<ul style="list-style-type: none"> - Indica-se a estabilização do material fresado em outras proporções, almejando o máximo aproveitamento deste material; - Recomenda-se a execução de segmentos experimentais, aliando a prática em campo aos ensaios realizados em laboratório, para reforçar o potencial de utilização do material abordado; - Realizar estudos que retratem a viabilidade econômica da utilização parcial e total do material fresado, e também da estabilização com cimento Portland e da cinza de casca de arroz.

Quadro 27 – Contribuições das pesquisas – Teses e Dissertações “Reclaimed Asphalt Pavement”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
UFC	UFSC
AUTOR	
Oliveira, Jardel Andrade de	Pérez Canchanya, Job
ORIENTADOR	
Castelo Branco, Verônica Teixeira Franco	Trichês, Glicério
TÍTULO	
Avaliação do desempenho de misturas asfálticas recicladas mornas em laboratório e em campo	Avaliação do comportamento mecânico e reológico de mistura asfáltica com adição de 20% de material fresado - RAP
OBJETIVO	
Avaliar o desempenho de misturas asfálticas recicladas mornas projetadas com diferentes taxas de fresado em sua composição, no que se refere a trabalhabilidade, a compactibilidade e ao comportamento mecânico das mesmas.	Analisar quanto ao comportamento mecânico, reológico e ao desempenho à deformação permanente e à fadiga uma mistura asfáltica, dosada com agregados virgens, ligante asfáltico puro 50/70 e 20% de material fresado proveniente dos serviços de conservação e manutenção de vias urbanas da cidade de Florianópolis - Santa Catarina. Comparar a mistura acrescida de 20% de RAP com uma mistura asfáltica convencional e de referência desenvolvida por Melo (2014).
CONCLUSÕES	
Os resultados da pesquisa revelaram que as misturas asfálticas recicladas mornas apresentaram caracterização mecânica semelhante à mistura de referência, no que diz respeito aos testes de módulo de resiliência, e vida de fadiga, no entanto, quando se considera os ensaios de deformação permanente, as misturas estudadas obtiveram desempenho insatisfatório, se comparadas com as misturas asfálticas convencionais. Em relação aos parâmetros volumétricos, os mesmos foram alcançados sem a necessidade de alterações nos equipamentos utilizados para a produção de misturas asfálticas de referência.	Foi constatado que a mistura asfáltica com incorporação de 20% de RAP, pode manifestar um comportamento igual ou superior a uma mistura asfáltica projetada com 100% de agregados virgens. A pesquisa evidenciou também que com o uso da mistura acrescida de RAP, haveria uma redução de 0,3% no teor de ligante e 20% na porcentagem de agregados virgens. Cabe ressaltar que com os resultados obtidos na pesquisa, o autor espera fomentar o aproveitamento do material fresado.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Realizar a avaliação de misturas asfálticas com percentuais mais elevados de material fresado, como 75 e 100%; - Executar ensaios de infravermelho em amostras de CAP extraídas das misturas asfálticas recicladas mornas, objetivando analisar o envelhecimento das amostras de cimento asfáltico de petróleo com variadas taxas de material fresado; - Investigar a mobilização do CAP proveniente do fresado com base em diferentes tecnologias e no percentual de fresado adicionado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aprimorar a dosagem da mistura asfáltica, levando em consideração a atuação da variabilidade do teor de ligante no material fresado e o seu envelhecimento nas propriedades da mistura; - Recuperar o cimento asfáltico de petróleo envelhecido para que se avalie o comportamento reológico da mistura e verificar se a sua recuperação permitiria a melhora do desempenho da mistura ou se seria possível reduzir o teor de CAP novo na mistura asfáltica; - Pesquisar os efeitos de maiores taxas de adição de RAP em estudos futuros.

Quadro 27 – Contribuições das pesquisas – Teses e Dissertações “*Reclaimed Asphalt Pavement*”

(conclusão)

INSTITUIÇÃO	
UFPR	
AUTOR	
Gadler, Fernanda	
ORIENTADOR	
Miranda, Leonardo Fagundes Rosembach	
TÍTULO	
Desempenho e propriedades mecânicas de misturas asfálticas mornas produzidas com revestimento asfáltico fresado e agregado de resíduo de concreto em substituição da fração graúda e miúda da granulometria	
OBJETIVO	
Avaliar o comportamento de misturas asfálticas mornas produzidas com o emprego de dois resíduos, sendo eles: revestimento asfáltico fresado e agregado de resíduo de concreto. Verificar os efeitos da incorporação dos materiais residuários, nas frações graúda e miúda da granulometria, nos parâmetros de módulo de resiliência, vida de fadiga, deformação permanente e dano por umidade induzida das misturas asfálticas.	
CONCLUSÕES	
De acordo com os resultados obtidos nos ensaios realizados durante a pesquisa, é possível confeccionar misturas recicladas mornas com desempenho adequado, em especial para vias de baixo volume de tráfego. E ainda, ao optar pela associação dos resíduos de revestimento asfáltico fresado e agregado de resíduo de concreto, tanto na fração graúda quanto na miúda, a mistura proporciona desempenho superior em comparação as misturas compostas por 100% de cada um dos resíduos isoladamente.	
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar o comportamento das misturas com a inclusão de outros tipos de ligantes, como os modificados por polímeros; - Examinar o desempenho de misturas com a associação de agregado natural e RAP, com o objetivo de corrigir a granulometria no que se refere ao excesso de finos do RAP estudado; - Analisar a performance de misturas mornas com redução de temperatura de 20°C a 30°C com relação à mistura convencional usinada à quente. 	

Fonte: A autora (2021).

5.2.2 Reciclagem a quente

O Quadro 28 reúne os dados obtidos por meio da leitura e coleta inicial das informações identificadas, no momento em que se buscou pelo termo “Reciclagem a quente”, sendo viável analisar as Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras, seus respectivos Programas de Pós-Graduação, o tipo de documento, o ano de publicação, o idioma do estudo e o título da pesquisa. Em posse de tais dados foi elaborado o panorama das instituições que abordam a reciclagem de misturas asfálticas e em especial, a reciclagem a quente. O Quadro 28 contém as informações supracitadas.

Quadro 28 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

(continua)

INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	DOCUMENTO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais	Pós-Graduação em Engenharia de Materiais	Dissertação	2016	POR	Blocos intertravados em concreto asfáltico reciclado a quente - contribuição para o estudo de viabilidade técnica
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais	Pós-Graduação em Engenharia de Materiais	Dissertação	2018	POR	Estudo das misturas asfálticas recicladas a quente contendo 100% de material fresado para execução de tapaburacos
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais	Pós-Graduação em Engenharia de Materiais	Dissertação	2018	POR	Estudo da viabilidade técnica da reciclagem a quente de concreto asfáltico fresado para aplicação a frio como material para confecção de remendos
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais	Pós-Graduação em Engenharia de Materiais	Dissertação	2018	POR	Estudo do desempenho de misturas asfálticas recicladas a quente com 100% de concreto asfáltico fresado para aplicação a frio em manutenção de pavimentos

Quadro 28 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

(conclusão)

INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	DOCUMENTO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais	Pós-Graduação em Engenharia de Materiais	Dissertação	2016	POR	Ladrilhos Asfálticos reciclados - Contribuição para o estudo de viabilidade técnica
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Dissertação	2019	POR	Avaliação a nível de ligantes da aplicabilidade de material fresado na execução de misturas asfálticas antirreflexão de trincas
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Dissertação	2019	POR	Avaliação de misturas asfálticas recicladas a quente com diferentes teores de material fresado
Universidade Federal de Santa Maria	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2019	POR	Adaptação de usina para reciclagem à quente e avaliação laboratorial das misturas asfálticas produzidas
Universidade Federal de Santa Maria	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2016	POR	Estudo laboratorial da utilização de material fresado em misturas asfálticas recicladas a quente
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2020	POR	Avaliação de diferentes fontes de material fresado com ligantes não-convencionais na reciclagem à quente

Fonte: A autora (2021).

No tocante das Instituições Públicas de Ensino Superior, foram encontrados resultados para quatro instituições, são elas: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Somente a Universidade de São Paulo é classificada como estadual, as demais são federais, nenhuma instituição municipal foi localizada.

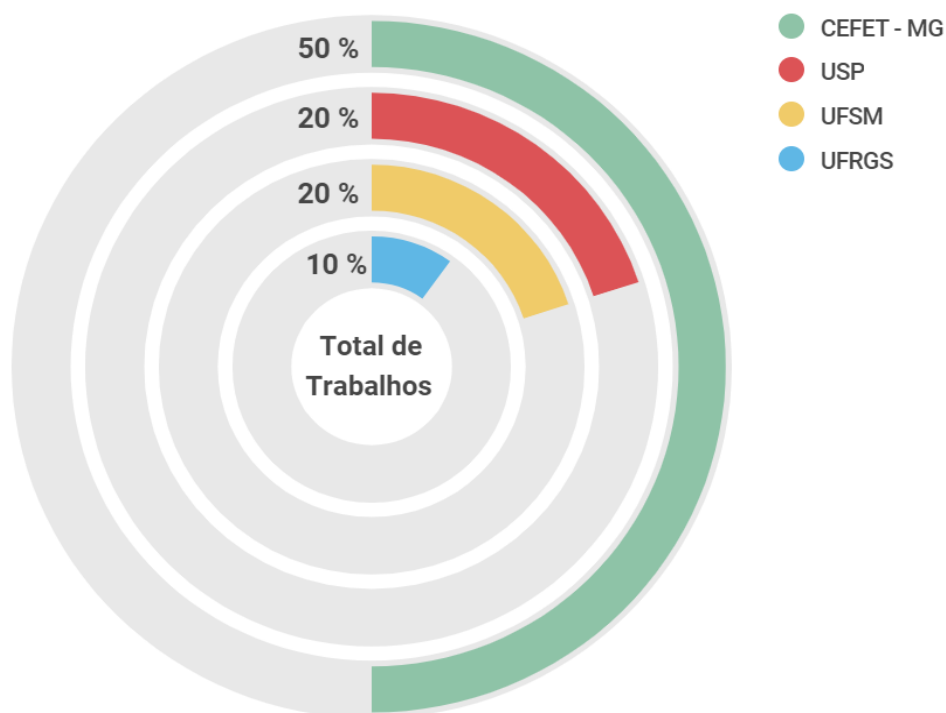
De acordo com as informações obtidas, contata-se que o CEFET-MG é responsável pela produção de cinco dissertações, a USP e a UFSM aparecem logo em seguida, com duas dissertações por instituição. E finalmente, a UFRGS é detentora de uma dissertação relacionada ao termo “Reciclagem a quente”. No total foram encontrados dez trabalhos, todos dissertações. Por meio da Tabela 42 é possível observar o tipo e o total de documentos produzidos por instituição, e no Gráfico 35 tais informações ficam evidentes.

Tabela 42 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “Reciclagem a quente”

INSTITUIÇÕES	TIPO	TOTAL DE TRABALHOS	TOTAL DE TRABALHOS (%)	TIPO DE DOCUMENTO
CEFET - MG	Federal	5	50,00	Dissertação
USP	Estadual	2	20,00	Dissertação
UFSM	Federal	2	20,00	Dissertação
UFRGS	Federal	1	10,00	Dissertação
TOTAL		10	100,00	

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 35 – Total de Teses e Dissertações por instituição – “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

Com relação aos Programas de Pós-Graduação, cada instituição de nível superior contou com a atuação de um curso *stricto sensu*. Foram classificados quatro Programas de Pós-Graduação, cada um vinculado a uma das instituições, são eles: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais e Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes. No entanto, deve-se ressaltar que foram classificados dois Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil, o da UFSM e o da UFRGS, assim apesar de serem cursos distintos por representarem universidades diferentes, foram classificados como um mesmo tipo de programa.

As informações descritas acima estão reunidas na Tabela 43 e na Tabela 44. O Gráfico 36 reúne as três variedades de Programas de Pós-Graduação encontrados e exibe a porcentagem de aparição de cada categoria em relação ao todo.

Tabela 43 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

INSTITUIÇÕES	PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
CEFET – MG	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais	5	50,00
USP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	2	20,00
UFSM	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	2	20,00
UFRGS	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	1	10,00
	TOTAL	10	100,00

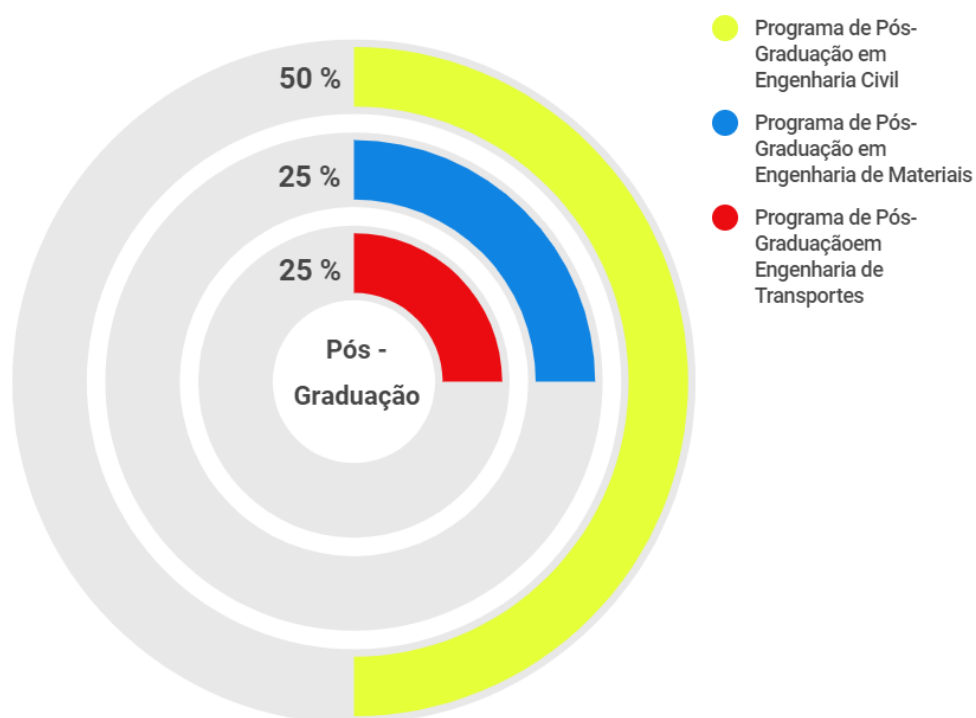
Fonte: A autora (2021).

Tabela 44 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO	TOTAL DE PROGRAMAS	TOTAL DE PROGRAMAS (%)
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	2	50,00
Pós-Graduação em Engenharia de Materiais	1	25,00
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	1	25,00
TOTAL	4	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 36 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

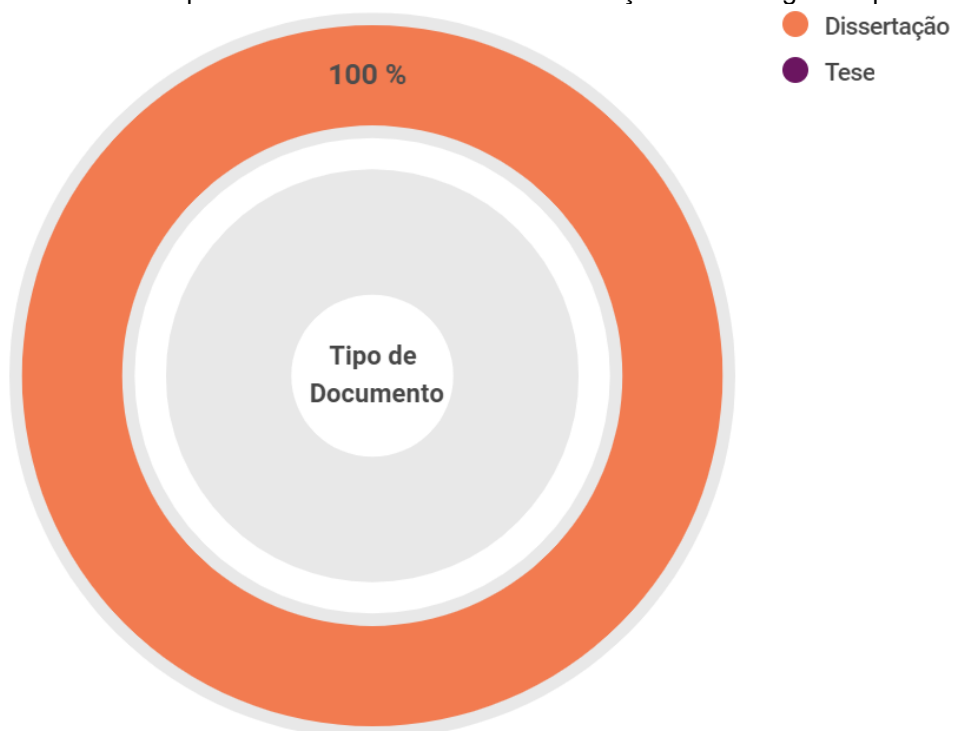
Cabe ressaltar que dentre os dez documentos obtidos ao longo da pesquisa por “Reciclagem a quente”, não há nenhuma tese, todos os estudos são dissertações. A Tabela 45 retrata o tipo de documentos e o total de pesquisas, em quantitativo e em percentual. O Gráfico 37 exemplifica os dados atingidos.

Tabela 45 – Tipo de documento – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

TIPO DE DOCUMENTO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
Dissertação	10	100,00
Tese	0	0,00
TOTAL	10	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 37 – Tipo de documento – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

Das cinco regiões brasileiras, duas acolheram as instituições que desenvolveram pesquisas na temática de reciclagem a quente, foram elas: Sudeste e Sul. Sendo a região Sudeste composta pelos estados de Minas Gerais e São Paulo e a região Sul representada pelo Rio Grande do Sul. No Quadro 29 estão dispostas as informações que dizem respeito às instituições, estados e regiões contribuintes ao tema.

Quadro 29 – Estados e Regiões do Brasil – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

INSTITUIÇÕES	ESTADOS	REGIÃO
CEFET - MG	Minas Gerais	Sudeste
USP	São Paulo	Sudeste
UFSM	Rio Grande do Sul	Sul
UFRGS	Rio Grande do Sul	Sul

Fonte: A autora (2021).

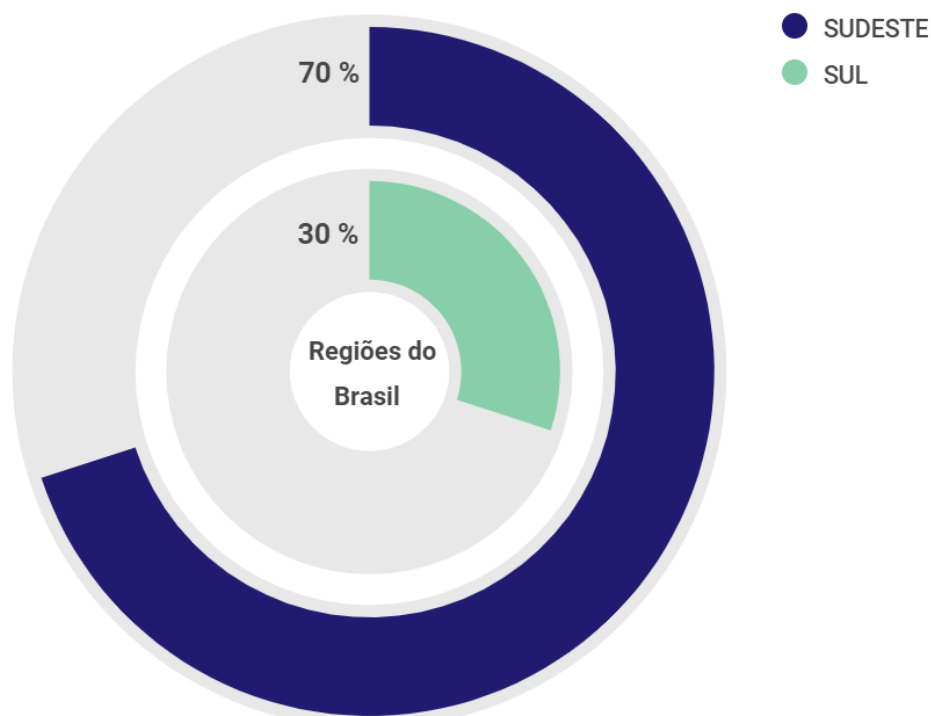
A região Sudeste é detentora de sete dos dez documentos encontrados por meio da pesquisa, já a região Sul compreende três estudos. A Tabela 46 é a representação do total de documentos, em quantidade e em porcentagem, conduzidos pelas regiões citadas. O Gráfico 38 tem a função de aclarar os dados obtidos.

Tabela 46 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

REGIÕES	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
SUDESTE	7	70,00
SUL	3	30,00
TOTAL	10	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 38 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

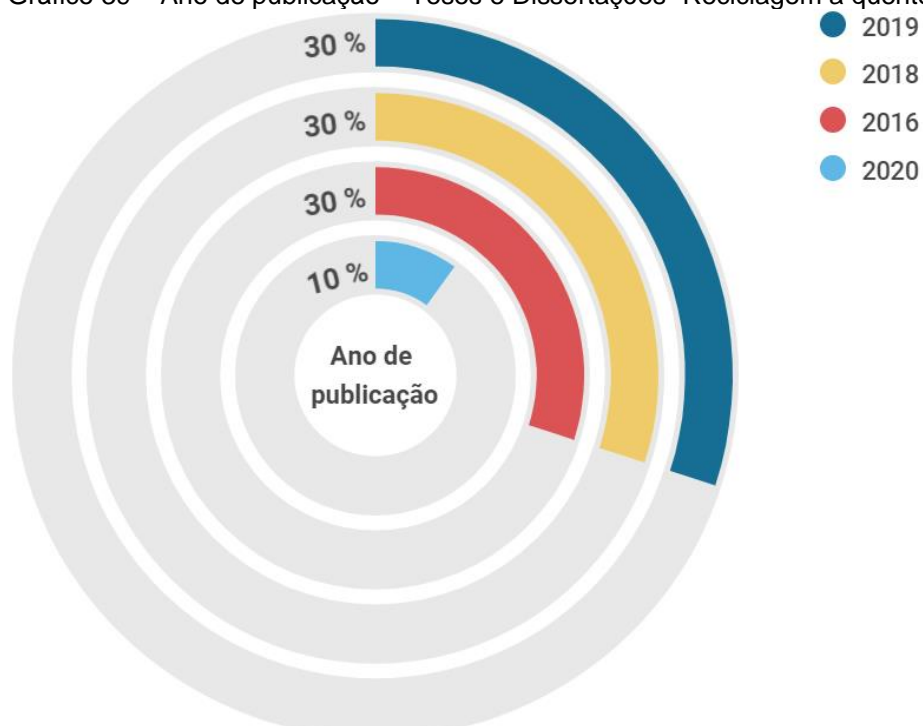
As Teses e Dissertações foram elaboradas nos anos de 2016, 2018, 2019 e 2020. Nos anos de 2016, 2018 e 2019 ocorreram três publicações de estudos por ano, já no ano de 2020 um documento foi desenvolvido. Na Tabela 47 é encontrada uma síntese referente ao ano de publicação e ao total de documentos correspondente. O Gráfico 39 é uma representação ilustrativa do que foi anteriormente descrito.

Tabela 47 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

ANO DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
2019	3	30,00
2018	3	30,00
2016	3	30,00
2020	1	10,00
TOTAL	10	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 39 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

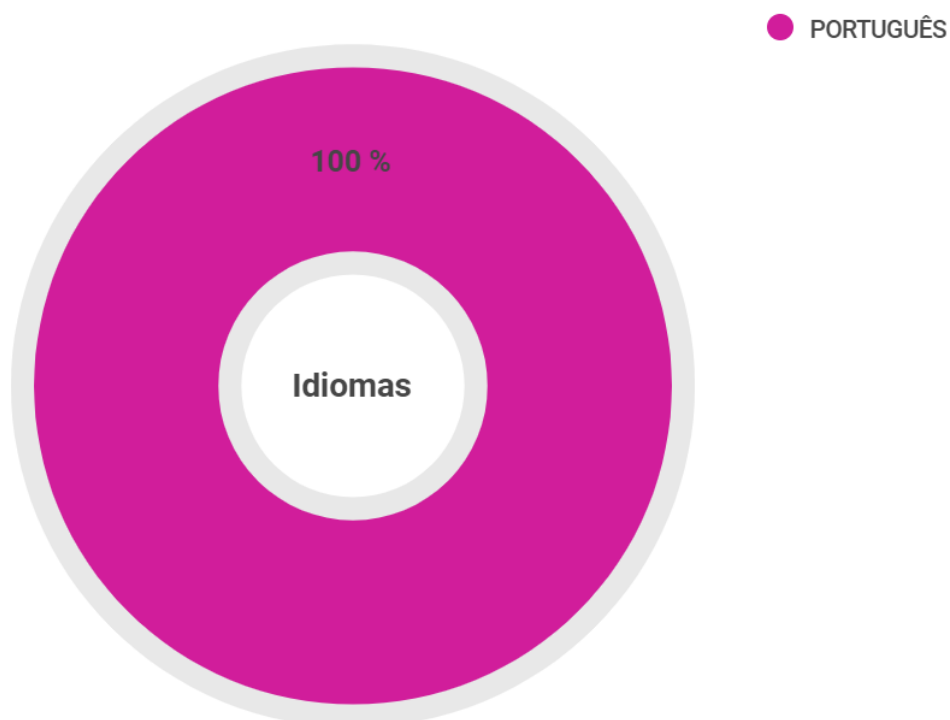
Todos os trabalhos foram escritos em português, não havendo qualquer registro para a língua inglesa ou para um terceiro idioma. A Tabela 48 concede as informações do total de documentos por idioma, em quantidade e em porcentagem. O Gráfico 40 simboliza tais resultados.

Tabela 48 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

IDIOMA DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
PORTUGUÊS	10	100,00
TOTAL	10	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 40 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

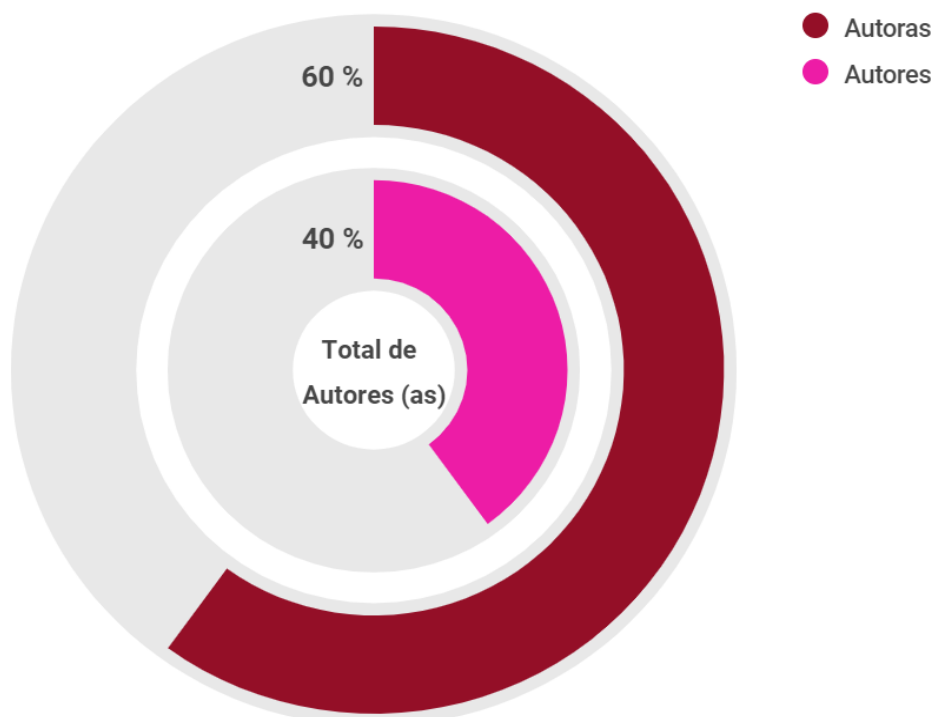
Com o intuito de analisar dados que permitam a construção do cenário da pesquisa feminina no tema discutido, foi elaborada a Tabela 49, nela constam o total de autorias femininas e masculinas, sendo possível identificar seis mulheres e quatro homens como autores. O Gráfico 41 tem a funcionalidade de elucidar as informações expressas neste parágrafo.

Tabela 49 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS) (%)
AUTORAS	6	60,00
AUTORES	4	40,00
TOTAL	10	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 41 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

Os nomes das autoras dos Trabalhos de Conclusão de Curso foram dispostos em conjunto com as respectivas instituições onde os estudos foram desenvolvidos. As universidades que incluíram mulheres como produtoras das dissertações foram: UFRGS, USP, UFSM E CEFET-MG. O CEFET-MG engloba três mulheres em seu quadro de autoria de trabalhos, as universidades restantes são agraciadas com uma autora por instituição. O Quadro 30 lista o nome das autoras e as instituições onde concluíram o Programa de Pós-Graduação.

Quadro 30 – Lista de autoras – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

LISTA DE AUTORAS	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Zappe, Anna Paula Sandri	Dissertação	UFRGS
Suzuki, Karina Yuriko	Dissertação	USP
Centofante, Roberta	Dissertação	UFSM
Cerdeira, Joselle Ferraz	Dissertação	CEFET - MG
Neves, Bartira Rodrigues	Dissertação	CEFET - MG
Silva, Adriana Cristina Rabelo da	Dissertação	CEFET - MG

Fonte: A autora (2021).

Numa mesma perspectiva foi produzida uma lista de autores, contendo o tipo de pesquisa elaborada e a instituição pela qual o documento foi produzido. A UFSM, a USP e o CEFET- MG trouxeram homens como autores dos trabalhos, o CEFET-

MG contabilizou duas autorias masculinas, as demais universidades contaram com um autor por instituição. O Quadro 31 resume as informações contidas neste parágrafo.

Quadro 31 – Lista de autores – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

LISTA DE AUTORES	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Luzzi, Felipe Cipriani	Dissertação	UFSM
Raul, Caio Mascarenhas	Dissertação	USP
Aguilar, Gildeci Souza de	Dissertação	CEFET - MG
Fonseca, Samuel Almeida	Dissertação	CEFET - MG

Fonte: A autora (2021).

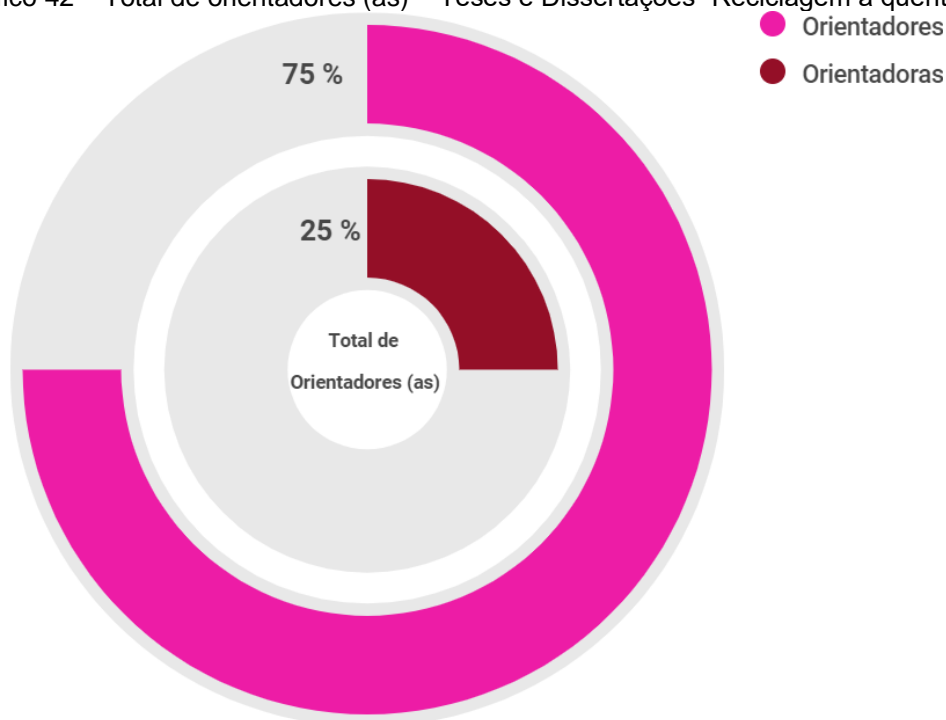
As atividades de orientação aos acadêmicos de Pós-Graduação foram prestadas por três orientadores homens e uma orientadora mulher, totalizando quatro profissionais responsáveis por supervisionar os autores. As informações a respeito do total de orientadores estão contidas na Tabela 50 e no Gráfico 42.

Tabela 50 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS) (%)
ORIENTADORES	3	75,00
ORIENTADORAS	1	25,00
TOTAL	4	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 42 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

Entre o total de orientadores esteve presente uma mulher, a qual foi responsável pela condução de duas dissertações, tal orientadora estava vinculada à Universidade de São Paulo. A Tabela 51 reúne as informações apresentadas.

Tabela 51 – Total de orientações femininas – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

LISTA DE ORIENTADORAS	TOTAL DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES (%)	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Savasini, Kamilla Vasconcelos	2	100	Dissertação	USP
TOTAL	2	100		

Fonte: A autora (2021).

Já com relação às orientações masculinas, as buscas registraram três profissionais distintos, o pesquisador do CEFET – MG apresentou um total de cinco direcionamentos, o representante da UFSM conduziu duas orientações e o orientador vinculado à UFRGS participou de um processo de orientação. A Tabela 52 fornece a relação de orientadores, documentos e instituições.

Tabela 52 – Total de orientações masculinas – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

LISTA DE ORIENTADORES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES (%)	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Padula, Flavio Renato de Goes	5	62,5	Dissertação	CEFET - MG
Specht, Luciano Pivoto	2	25	Dissertação	UFSM
Ceratti, Jorge Augusto Pereira	1	12,5	Dissertação	UFRGS
TOTAL	8	100		

Fonte: A autora (2021).

No que se refere ao exercício da orientação é possível extrair que uma dissertação foi orientada e escrita por mulheres, que um trabalho foi orientado por uma mulher e escrito por um homem, que houve cinco casos em que homens foram orientadores de pós-graduandas e em três situações, homens orientaram outros homens. O Quadro 32 e a Tabela 53 sintetizam as relações entre orientandos e orientadores. O Gráfico 43 resume os casos de orientações.

Quadro 32 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

MULHERES QUE ORIENTAM MULHERES	
ORIENTADORA	AUTORA
Savasini, Kamilla Vasconcelos	Suzuki, Karina Yuriko
MULHERES QUE ORIENTAM HOMENS	
ORIENTADORA	AUTOR
Savasini, Kamilla Vasconcelos	Raul, Caio Mascarenhas
HOMENS QUE ORIENTAM MULHERES	
ORIENTADOR	AUTORA
Ceratti, Jorge Augusto Pereira	Zappe, Anna Paula Sandri
Specht, Luciano Pivoto	Centofante, Roberta
Padula, Flavio Renato de Goes	Cerdeira, Joselle Ferraz
Padula, Flavio Renato de Goes	Neves, Bartira Rodrigues
Padula, Flavio Renato de Goes	Silva, Adriana Cristina Rabelo da
HOMENS QUE ORIENTAM HOMENS	
ORIENTADOR	AUTOR
Specht, Luciano Pivoto	Luzzi, Felipe Cipriani
Padula, Flavio Renato de Goes	Aguilar, Gildeci Souza de
Padula, Flavio Renato de Goes	Fonseca, Samuel Almeida

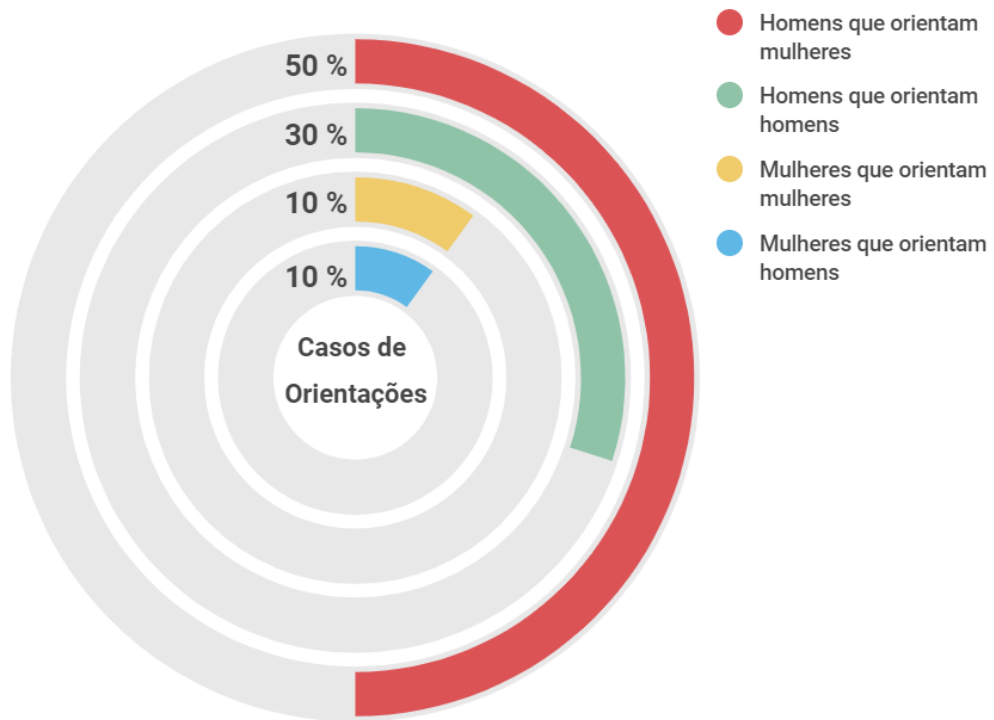
Fonte: A autora (2021).

Tabela 53 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

CASOS DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE CASOS	TOTAL DE CASOS (%)
Homens que orientam mulheres	5	50,00
Homens que orientam homens	3	30,00
Mulheres que orientam mulheres	1	10,00
Mulheres que orientam homens	1	10,00
TOTAL	10	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 43 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”



Fonte: A autora (2021).

Finalizando o retrato da participação feminina na pesquisa científica acerca da reciclagem das misturas asfálticas, foram buscados dados sobre a continuidade acadêmica das autoras listadas no Quadro 33. A pesquisa feita por meio do Currículo Lattes e LinkedIn constatou que duas das autoras deram sequência aos estudos na área de Infraestrutura e Transportes, para as demais autoras não foram encontradas informações a respeito do segmento dos estudos em tal área.

Quadro 33 – Continuidade acadêmica – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

AUTORA	SITUAÇÃO	INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	ORIENTADOR (A)
Zappe, Anna Paula Sandri	Doutoranda	UFRGS	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Garcez, Mônica Regina
Centofante, Roberta	Doutoranda	UFRGS	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	-

Fonte: A autora (2021).

E por fim são inseridas as informações coletadas para a composição do Quadro 34, sendo ele o responsável por organizar os objetivos principais, as conclusões e as possíveis sugestões para pesquisas futuras. E ainda, por trazer o nome da instituição vinculado ao estudo, do autor e do orientador.

No geral, os estudos foram voltados para a inserção de material fresado, em taxas variadas, com a adição ou não de agentes rejuvenescedores, para a produção de misturas asfálticas recicladas a quente. O Quadro 34 apresenta as principais colaborações para o debate e o desenvolvimento de estudo científicos para a “Reciclagem a quente”.

Quadro 34 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

(continua)

INSTITUIÇÃO	
CEFET - MG	CEFET - MG
AUTOR	
Aguilar, Gildeci Souza De	Cerdeira, Joselle Ferraz
ORIENTADOR	
Padula, Flávio Renato de Goés	Padula, Flávio Renato de Goés
TÍTULO	
Blocos intertravados em concreto asfáltico reciclado à quente – contribuição para o estudo de viabilidade técnica	Estudo de misturas asfálticas recicladas a quente contendo 100% de material fresado para execução de tapa-buracos
OBJETIVO	
Estudar a viabilidade de uso de Concreto Asfáltico Reciclado a Quente, através da reciclagem de Concreto Asfáltico Fresado, para aplicação em Pisos Asfálticos Reciclados intertravados.	Avaliar o uso de mistura de 100% de Concreto Asfáltico Fresado – através da reciclagem a quente – para serviços de operação e manutenção de vias, como tapa-buracos. Paralelamente, verificar as influências geradas pela adição de agente rejuvenescedor, aditivo surfactante e pó de borracha fino.
CONCLUSÕES	
A análise dos resultados dos ensaios averiguou que para índices como os obtidos nos ensaios de desgaste cântabro e de abrasão profunda, bem como de absorção e índice de vazios, há um baixo ganho de desempenho ao adicionar CAP novo à mistura reciclada. Outros ensaios, entretanto, mostraram-se inconclusivos ou insatisfatórios. Diante disso, o estudo considerou viável o uso de 100% de Concreto Asfáltico Fresado para confecção de pisos intertravados, em locais com baixa solicitação de carga.	Os ensaios de Estabilidade Marshall registraram melhores resultados para a mistura com 2% de pó de borracha, com adição de agente rejuvenescedor (AR) e CAP (M14 e M15). A análise do desgaste Cântabro para a composição mostrou a importância da adição do AR para redução de desgaste. Quanto ao Módulo de Resiliência, foram obtidos valores entre 11.803 e 18.288 MPa, superiores aos de misturas convencionais. Em suma, determinou-se viável a aplicação de 100% de Concreto Asfáltico Fresado para serviços de tapa-buracos; com observação da possibilidade de uso dos agregados remanescentes deste material no processo de pavimentação original.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Executar a aplicação deste material em locais públicos, a fim de avaliar seu comportamento em condições reais; - Caracterizar o ligante, tornando possível avaliar o comportamento das misturas a partir das curvas granulométricas originais dos fresados; - Analisar a carga de prensagem das misturas a quente para facilitar a produção em grande escala do material. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudar a variação de temperatura no processo de compactação e produção, objetivando minimizar o uso de energia de produção; - Analisar outras dosagens de produtos, para obter o menor custo, atendendo os limites normativos; - Executar ensaios com amostragem maior, devido à variabilidade e dispersão dos resultados; sugere-se 5 elementos.

Quadro 34 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
CEFET - MG	CEFET - MG
AUTOR	
Fonseca, Samuel Almeida	Neves, Bartira Rodrigues
ORIENTADOR	
Padula, Flávio Renato de Goés	Padula, Flávio Renato de Goés
TÍTULO	
Estudo da viabilidade técnica da reciclagem a quente de concreto asfáltico fresado para aplicação a frio como material para confecção de remendos	Estudo do desempenho de misturas asfálticas recicladas a quente com 100% de concreto asfáltico fresado para aplicação a frio em manutenção de pavimentos
OBJETIVO	
Avaliar o uso de Concreto Asfáltico Fresado reciclado a quente para aplicação a frio em serviços de tapa-buraco, em pavimentos flexíveis. Analisar, ainda, o comportamento da mistura com a adição de REOB (<i>Re-refined engine oil bottom</i>) e de CAP 60/85.	Analisar a performance de misturas asfálticas recicladas a quente, com 100% de CAF, para uso a frio em serviços de tapa-buracos.
CONCLUSÕES	
Foi verificado que o uso de REOB atendeu o limite mínimo do DNIT para resistência a tração por compressão diametral, com a redução de seu teor de 15% para 10 e 5% (com 7,5% de ligante total). Com isso obteve-se resistências de 0,66 e 0,69 MPa, respectivamente. A redução de REOB contribuiu positivamente também para nos ensaios de Estabilidade e de Fluência Marshall, comprovando sua interferência na plasticidade da mistura. Em conclusão, esta mistura com adições foi considerada viável para uso em tapa-buracos. No entanto são ressaltadas as necessidades de aplicação em locais confinados (buracos) e de redução de sua “validade” e do teor de REOB, a fim de obter um material de melhor resistência mecânica.	Foi registrado um aumento de estabilidade das misturas de maneira proporcional ao acréscimo de ligante virgem e REOB, com obtenção de seu valor máximo para teores de 0,6% de CAP e 20% de REOB. No que se refere à resistência à tração, as misturas não atingiram o mínimo determinado pelo DNIT. Entretanto, considerando a aplicação em locais confinados, a retração do material pode ser impedida, bem como a consolidação, melhorada. Isto posto, os objetivos do estudo foram confirmados, quanto ao uso das misturas recicladas a quente em aplicações de manutenção a frio de pavimentos.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar a influência do tipo de fresado e do local de obtenção na mistura, através do uso de CAF de diferentes origens; - Analisar a resistência a compressão confinada dos CPs, simulando melhor as condições de aplicação do material; - Analisar a aplicação do material de outros materiais com características similares às do REOB. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar testes com aplicação de diferentes energias de compactação, nas misturas moldadas a frio; - Estudar a redução de custo de produção, por meio da análise outras composições de agentes aglutinantes; - Estudar diferentes REOBs para obtenção de um melhor teor ótimo de CAP.

Quadro 34 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
CEFET - MG	USP
AUTOR	
Silva, Adriana Cristina Rabelo da	Raul, Caio Mascarenhas
ORIENTADOR	
Padula, Flávio Renato de Goés	Savasini, Kamilla Vasconcelos
TÍTULO	
Ladrilhos asfálticos reciclados – contribuição para o estudo de viabilidade técnica	Avaliação a nível de ligantes da aplicabilidade de material fresado na execução de misturas asfálticas antirreflexão de trincas
OBJETIVO	
Estudar a viabilidade técnica de produção de ladrilhos asfálticos reciclados para uso na construção civil, através de Concreto Asfáltico Fresado reciclado a quente.	Avaliar a viabilidade de uso da parte fina do material fresado em misturas do tipo SRAM, a fim de minimizar a reflexão de trincas na nova camada asfáltica. A análise é destinada ao comportamento desta combinação de ligantes envelhecido, altamente modificado e de agente rejuvenescedor.
CONCLUSÕES	
Os ladrilhos asfálticos apresentaram menores valores de absorção em comparação com os demais ladrilhos, devido à impermeabilidade do ligante. Isso propiciou a obtenção de melhor resistência mecânica. Constatou-se ainda que as mudanças bruscas de temperatura e umidade não influenciaram o material. No que se refere à aderência, os valores de ensaio não atenderam o mínimo normativo, porém houve indícios de que a mudança de substrato poderia gerar melhores resultados. De maneira geral, os ensaios apontaram para a viabilidade técnica de produção de ladrilhos de asfalto reciclado.	Os ensaios realizados mostraram que a adição do ligante do material fresado ao ligante altamente modificado gerou um aumento de sua rigidez. A adição do agente rejuvenescedor conseguiu reduzir a rigidez do material, porém não houve recuperação das propriedades elásticas; constatou-se que estas são determinadas pelo polímero presente no ligante modificado. A análise de deformação permanente, entretanto, registrou que a adição do rejuvenescedor provocou o aumento deste índice. Em suma, a pesquisa concluiu que o uso desta mistura é promissor para camadas de SRAM, com a ressalva de uso devido ao baixo desempenho à deformação permanente.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Realizar ensaios de desgaste químico, para comparação de desempenho entre o ladrilho de asfalto reciclado e os demais estudados; - Modificar o substrato para comparação dos resultados de aderência; sugere-se substrato de concreto; - Analisar a viabilidade econômica para a produção dos ladrilhos asfálticos reciclados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar outros agentes rejuvenescedores e sua influência nas propriedades dos ligantes asfálticos altamente modificados; - Realizar ensaios em misturas completas, para avaliar a influência dos agregados nesse estudo; - Realizar o <i>Overlay Test</i> com a camada SRAM modificada entre a camada trincada e CBUQ.

Quadro 34 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
USP	UFSM
AUTOR	
Suzuki, Karina Yuriko	Luzzi, Felipe Cipriani
ORIENTADOR	
Vasconcelos, Kamilla	Specht, Luciano Pivoto
TÍTULO	
Avaliação de misturas asfálticas recicladas a quente com diferentes teores de material fresado	Adaptação de usina para reciclagem à quente e avaliação laboratorial das misturas asfálticas produzidas
OBJETIVO	
Avaliar o processo de reciclagem de misturas asfálticas, desde a fresagem do material à aplicação destas; bem como analisar os efeitos do uso de diferentes teores de material fresado e de agente rejuvenescedor nas misturas recicladas.	Produzir misturas com diferentes teores de material fresado (RAP) em uma usina volumétrica adaptada, analisar suas características mecânicas e examinar a viabilidade financeira de aplicação deste processo.
CONCLUSÕES	
O processo de reciclagem a quente com altos teores de RAP em camadas de rolamento mostrou-se viável de ser aplicado, porém no Brasil fica limitado pela indisponibilidade de usinas adaptadas para incorporar este material. A pesquisa também verificou a importância não apenas do teor, mas das características do RAP para o desempenho das misturas. Quanto à sua aplicação, não foram registradas diferenças no processo construtivo, nem defeitos nas superfícies dos pavimentos dos trechos experimentais.	A pesquisa atingiu satisfatoriamente seus objetivos, comprovando a viabilidade de produção das misturas a partir de uma usina volumétrica. Alguns elementos do processo de usinagem carecem de melhorias, como no que se refere ao controle tecnológico, porém sem comprometer a qualidade obtida nas misturas. Quanto aos ensaios, foram registrados comportamentos positivos quanto ao Módulo de Resiliência e à Resistência à Tração; para outros ensaios, entretanto, não foi determinada relação com o uso do RAP. A análise financeira, por vez, apontou a mistura M10 como a melhor escolha entre as demais, considerando a vida de fadiga.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar o efeito do aquecimento no comportamento mecânico e nas propriedades volumétricas das misturas com RAP; - Avaliar os graus de ativação do ligante do RAP e o de interação dos ligantes envelhecido e novo das misturas recicladas; - Realizar estudo econômico e ambiental do proposto nesta pesquisa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentar o novo método de dimensionamento (Medina), através de ensaios de fadiga a compressão diametral das misturas fabricadas; - Usinar e aplicar as misturas em campo para acompanhamento da evolução de trincamentos e deformações permanentes; - Avaliar outros métodos de reativação de ligantes do material fresado.

Quadro 34 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem a quente”

(conclusão)

INSTITUIÇÃO	
UFSM	UFRGS
AUTOR	
Centofante, Roberta	Zappe, Anna Paula Sandri
ORIENTADOR	
Specht, Luciano Pivoto Specht	Ceratti, Jorge Augusto Pereira
TÍTULO	
Estudo laboratorial da utilização de material fresado em misturas asfálticas recicladas a quente	Avaliação de diferentes fontes de material fresado com ligantes não-convencionais na reciclagem à quente
OBJETIVO	
Analisar a substituição de material granular por material fresado em misturas asfálticas recicladas a quente, para aplicação em camadas de pavimento. Avaliar o desempenho quanto à adesividade e propriedades mecânicas.	Avaliar o comportamento de misturas asfálticas com diferentes tipos e teores de material fresado, bem como a influência da adição de agentes rejuvenescedores, com o uso de ligantes não convencionais.
CONCLUSÕES	
Através das análises de Módulo de Resiliência, Resistência à Tração e FN, constatou-se que a adição de fresado levou ao aumento de rigidez das misturas. Houve, entretanto, um resultado inesperado, uma vez que a mistura com 10% de fresado apresentou-se mais rígida do que a de teor 20%. Quanto à adesividade, esta se mostrou condizente com a literatura. Deste modo, os ensaios desenvolvidos mostraram-se positivos para o uso de material fresado, em comparação com a mistura de referência, registrando aumento de desempenho.	Os ensaios desenvolvidos registraram a tendência de aumento de rigidez com o incremento no teor de RAP, bem como a redução de viscosidade com a adição do rejuvenescedor. A pesquisa verificou ainda o atendimento às normas técnicas, constatando que o uso de material fresado, nos teores estudados, nas misturas recicladas não prejudica seu desempenho.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Aprofundar os estudos no que se refere à fadiga e adesividade; - Estudar métodos de reciclagem de misturas mornas e/ou com adição de polímeros; - Investigar métodos de recuperação do ligante envelhecido do material fresado, para aumentar a economia desta aplicação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudar as propriedades volumétricas e a influência do esqueleto pétreo e do ligante nas misturas recicladas; - Estudar a deformação permanente das misturas por meio de ensaios diretos; - Analisar questões ambientais e econômicas do processo de produção e execução das misturas asfálticas recicladas a quente.

Fonte: A autora (2021).

5.2.3 Reciclagem a frio

Em um primeiro momento foi feita a leitura das teses e dissertações obtidas a partir da pesquisa pelo termo “Reciclagem a frio”, em seguida foram coletadas e tabeladas as informações referentes às Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras, aos Programas de Pós-Graduação, aos anos de publicação, aos idiomas de escrita dos trabalhos e aos títulos das teses ou dissertações. Em posse de tais dados, pode-se delinear o panorama das Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras quanto as pesquisas na temática de reciclagem de misturas asfálticas. O Quadro 35 sintetiza os resultados gerados e resume o presente parágrafo.

Quadro 35 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

(continua)

INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	DOCUMENTO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Dissertação	2019	PORT	Avaliação da deformação permanente de misturas estabilizadas com asfalto
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Dissertação	2011	PORT	Avaliação do comportamento de pavimentos com camada reciclada de revestimentos asfálticos a frio com emulsão modificada por polímero
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Dissertação	2015	ING	Mechanical behaviour and structural performance of recycled foamed bitumen stabilized materials
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Dissertação	2018	PORT	Estudo de mistura asfáltica reciclada a frio produzida com 100% de revestimento asfáltico fresado e agente de reciclagem emulsionado.

Quadro 35 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

(conclusão)

INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	DOCUMENTO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Dissertação	2019	ING	Mechanical behavior of cold recycled asphalt mixtures
Universidade Federal de Goiás	Programa de Pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil	Dissertação	2016	PORT	Monitoramento de Pavimentos Recicladados a Frio 'In Situ' no Estado de Goiás
Universidade Federal do Amazonas	Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais	Dissertação	2015	PORT	Avaliação de duas técnicas de reciclagem de pavimento flexível in situ com adição de cimento Portland para a utilização em camada de base, em um trecho da rodovia Visconde de Porto Seguro/SP
Universidade Federal de Santa Maria	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2016	PORT	Comportamento mecânico de material reciclado a frio com emulsão e cimento

Fonte: A autora (2021).

Acerca das Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras, obtiveram-se resultados para a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Goiás (UFG), Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A USP integra o grupo de universidades estaduais, no mais, todas as instituições são classificadas como federais.

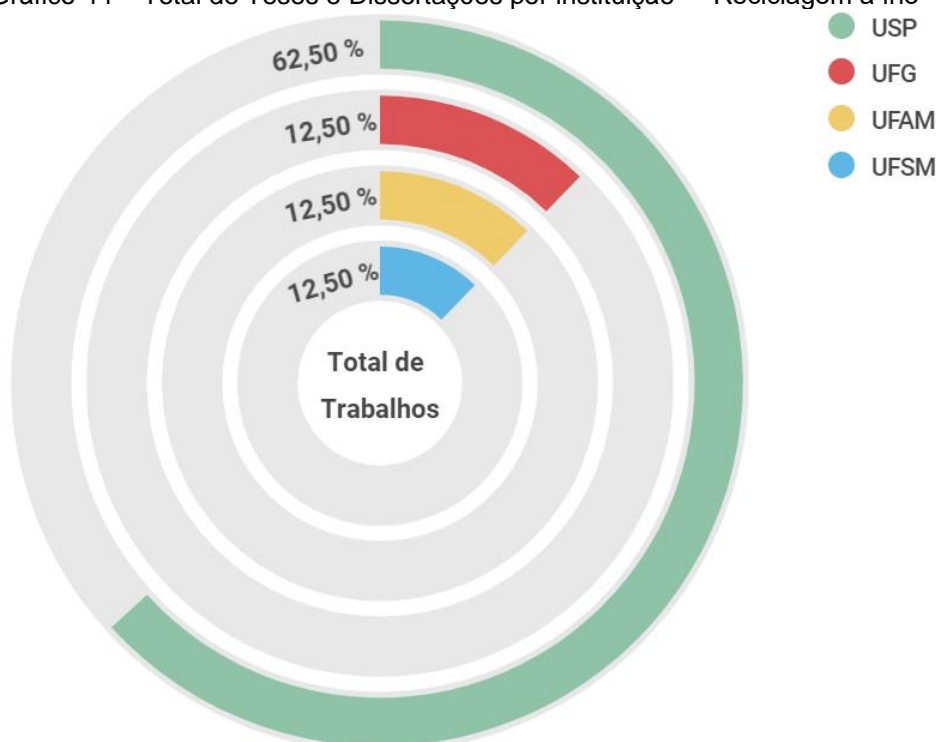
A busca pelo termo “Reciclagem a frio” resultou em oito documentos distintos, sendo oito dissertações. Então, todas as universidades mencionadas contribuíram com o tema por meio de dissertações. A Tabela 54 mostra as instituições e a suas respectivas classificações, o total de trabalhos e o tipo de documento. O Gráfico 44 ilustra as informações obtidas.

Tabela 54 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “Reciclagem a frio”

INSTITUIÇÕES	TIPO	TOTAL DE TRABALHOS	TOTAL DE TRABALHOS (%)	TIPO DE DOCUMENTO
USP	Estadual	5	62,50	Dissertação
UFG	Federal	1	12,50	Dissertação
UFAM	Federal	1	12,50	Dissertação
UFSM	Federal	1	12,50	Dissertação
TOTAL		8	100,00	

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 44 – Total de Teses e Dissertações por instituição – “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

No tocante aos Programas de Pós-Graduação, cada instituição contou com a contribuição de um curso stricto sensu. Ao todo foram contabilizados quatro Programas de Pós-Graduação distintos, são eles: Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais e Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. A Tabela 55 exibe o total de documentos correspondentes ao Programa de Pós-Graduação que lhe deu origem. Já a Tabela 56 indica o total de Programas de Pós-Graduação, e o Gráfico 45 ilustra os resultados obtidos.

Tabela 55 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

INSTITUIÇÕES	PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
USP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	5	62,50
UFG	Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil	1	12,50
UFAM	Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais	1	12,50
UFSM	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	1	12,50
TOTAL		8	100,00

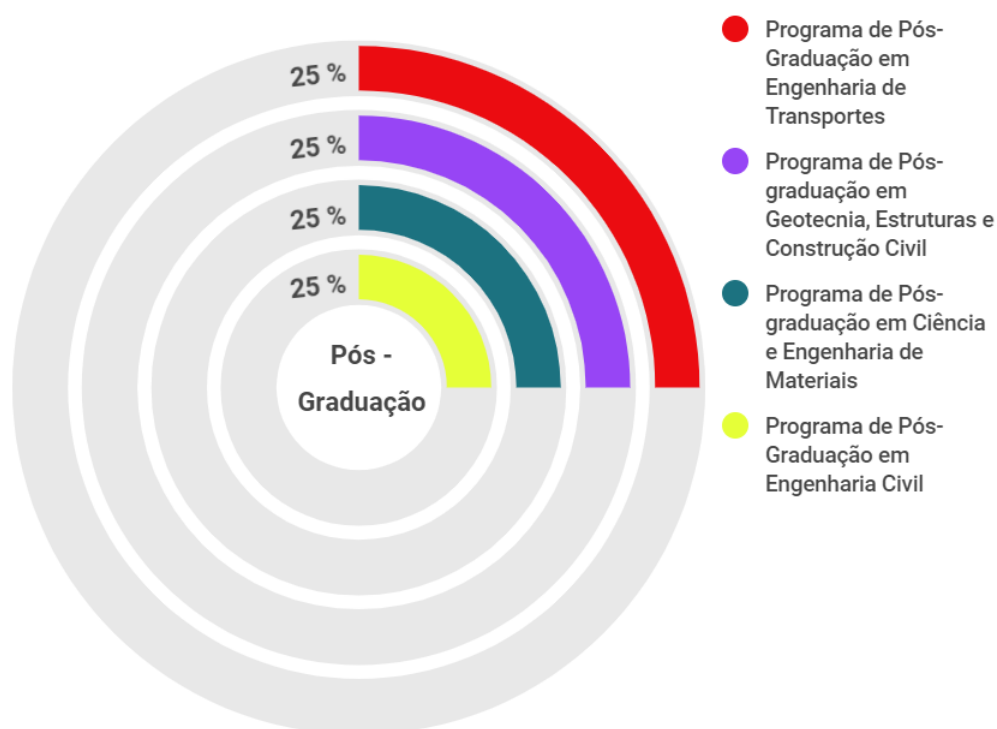
Fonte: A autora (2021).

Tabela 56 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO	TOTAL DE PROGRAMAS	TOTAL DE PROGRAMAS (%)
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	1	25,00
Programa de Pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil	1	25,00
Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais	1	25,00
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	1	25,00
TOTAL	4	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 45 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

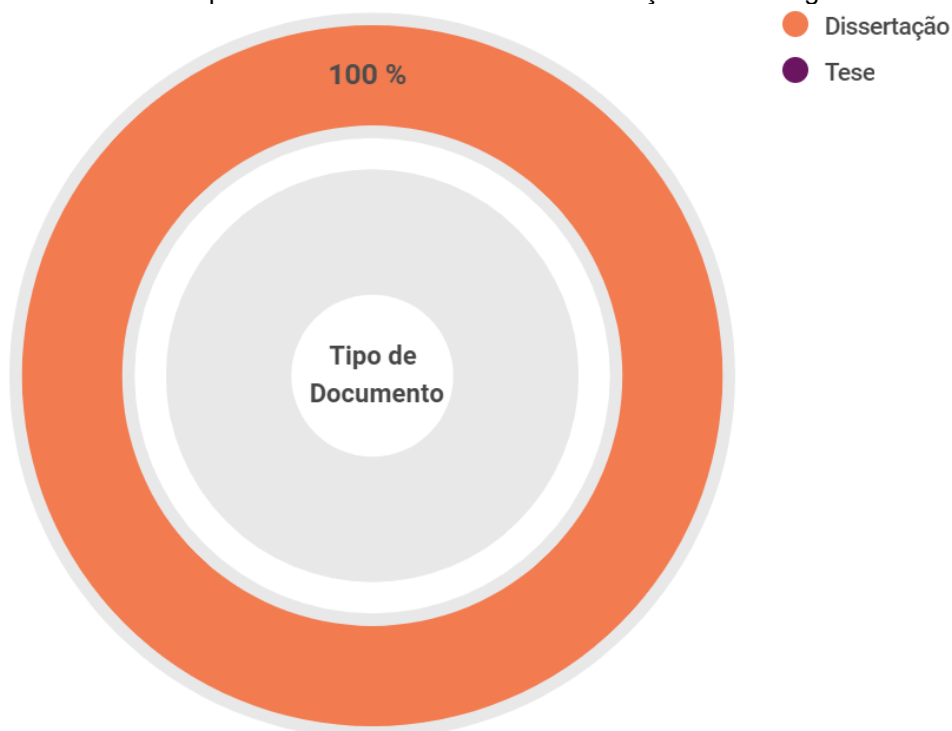
Convém destacar que dentre os oito trabalhos resultantes da pesquisa por “Reciclagem a frio”, não há nenhuma tese, todos os estudos são dissertações. Sendo assim, a Tabela 57 retrata o que anteriormente foi descrito e o Gráfico 46 ilustra o resultado obtido.

Tabela 57 – Tipo de documento – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

TIPO DE DOCUMENTO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
Dissertação	8	100,00
Tese	0	0,00
TOTAL	8	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 46 – Tipo de documento – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

Em relação aos estados e regiões abrangidas no processo de produção e publicação dos trabalhos, identificou-se que quatro regiões do Brasil possuíram resultados para o termo buscado. A região Sudeste foi representada pelo estado de São Paulo, o Centro-Oeste por Goiás, o Norte pelo Amazonas e a região Sul pelo Rio Grande do Sul. O Quadro 36 reúne informações a respeito da localização de cada uma das instituições encontradas.

Quadro 36 – Estados e Regiões do Brasil – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

INSTITUIÇÕES	ESTADOS	REGIÃO
USP	São Paulo	Sudeste
UFG	Goiás	Centro-oeste
UFAM	Amazonas	Norte
UFSM	Rio Grande do Sul	Sul

Fonte: A autora (2021).

É possível analisar que na região Sudeste do Brasil foram desenvolvidos cinco estudos acerca da “Reciclagem a frio”, fato que a sobrepõe em relação as demais localidades. Posteriormente, as regiões Centro-Oeste, Norte e Sul aparecem com um documento por região brasileira. A tabela 58 indica, em quantidade e em percentual,

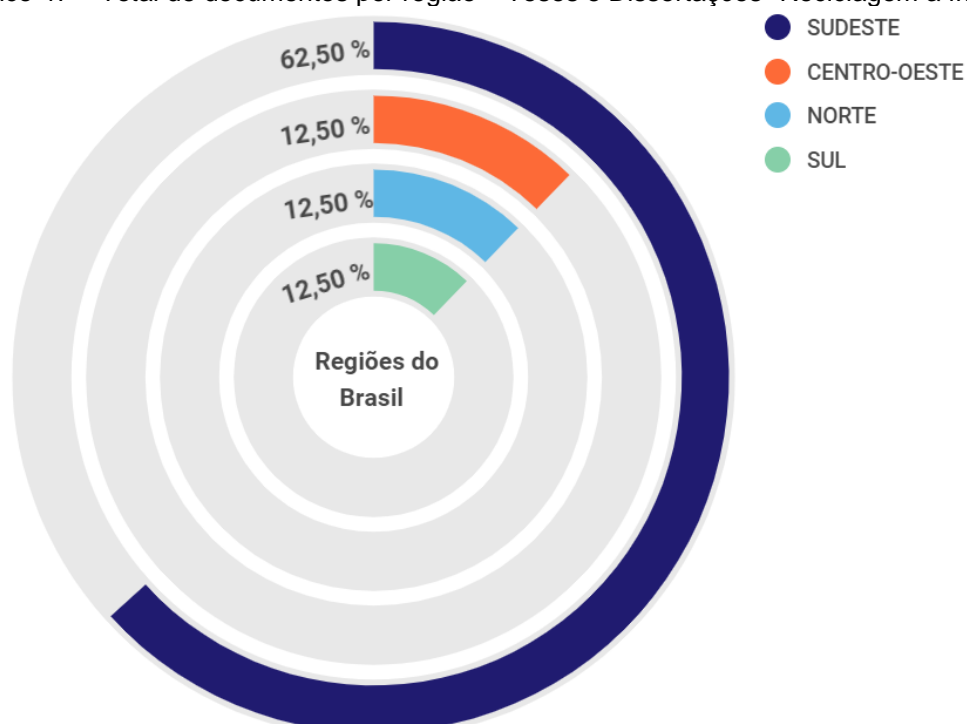
o total de documentos produzidos por região do país. O Gráfico 47 ilustra as porcentagens estabelecidas para o total de documentos conforme a região do país.

Tabela 58 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

REGIÕES	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
SUDESTE	5	62,50
CENTRO-OESTE	1	12,50
NORTE	1	12,50
SUL	1	12,50
TOTAL	8	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 47 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações "Reciclagem a frio"



Fonte: A autora (2021).

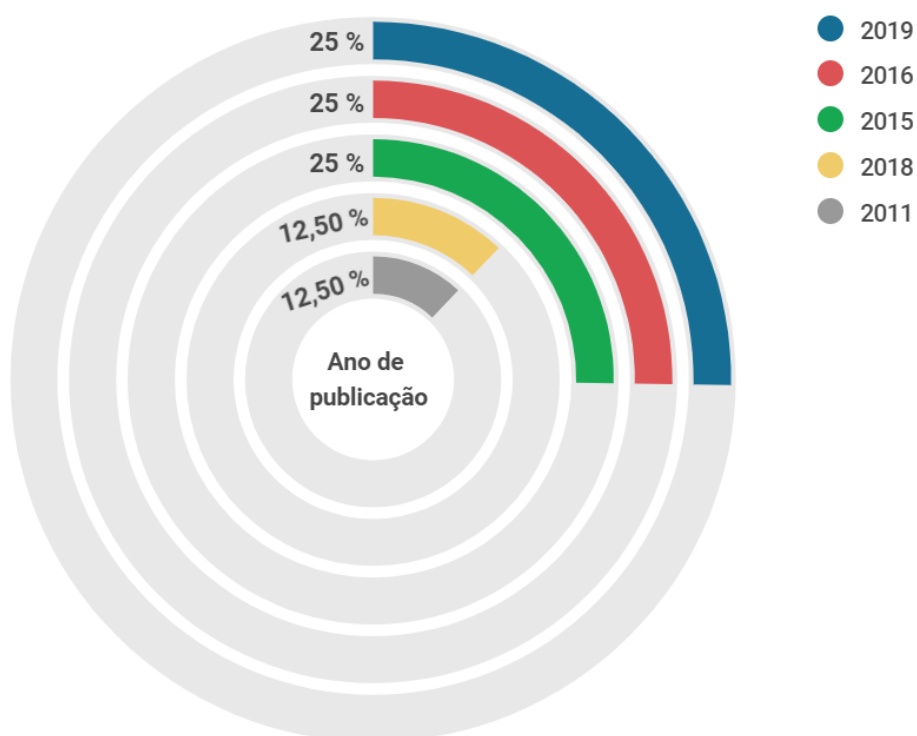
As dissertações foram elaboradas nos anos de 2011, 2015, 2016, 2018 e 2019. Nos anos de 2019, 2016 e 2015 ocorreram duas publicações de trabalhos por ano, já em 2018 e 2011 um documento foi produzido. A síntese do total de documentos elaborados por ano é encontrada na Tabela 59, o Gráfico 48 tem a função de ilustrá-la.

Tabela 59 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

ANO DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
2019	2	25,00
2016	2	25,00
2015	2	25,00
2018	1	12,50
2011	1	12,50
TOTAL	8	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 48 – Ano de publicação – Teses e Dissertações "Reciclagem a frio"



Fonte: A autora (2021).

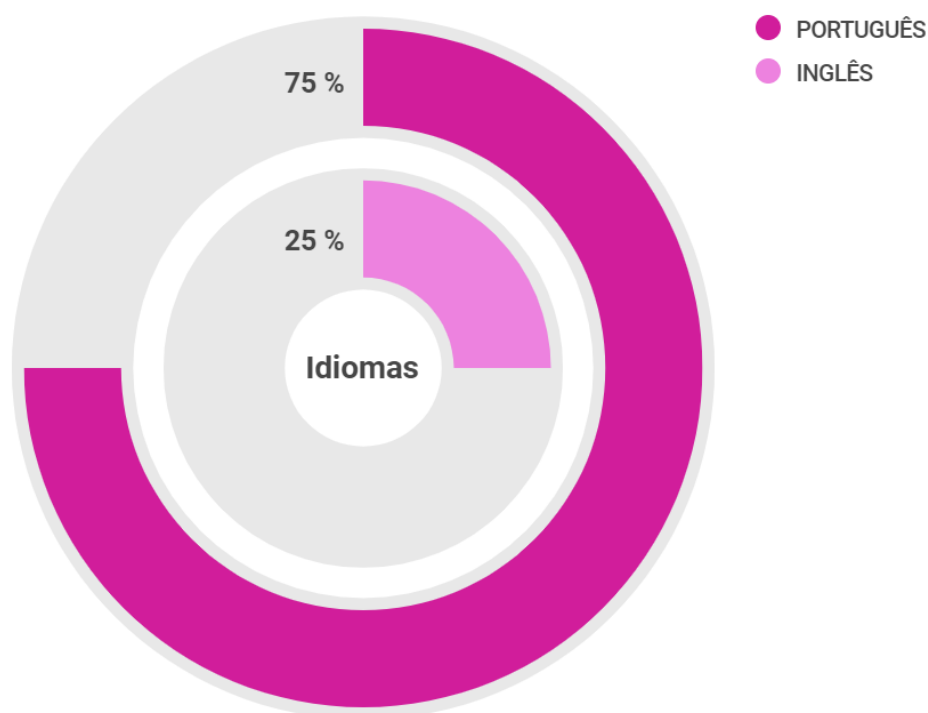
Do total de oito documentos, seis foram desenvolvidos na língua portuguesa e dois foram escritos em inglês. A Tabela 60 fornece os dados de idioma de publicação dos trabalhos, os dados podem ser vistos de maneira ilustrativa no Gráfico 49.

Tabela 60 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

IDIOMA DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
PORTUGUÊS	6	75,00
INGLÊS	2	25,00
TOTAL	8	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 49 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

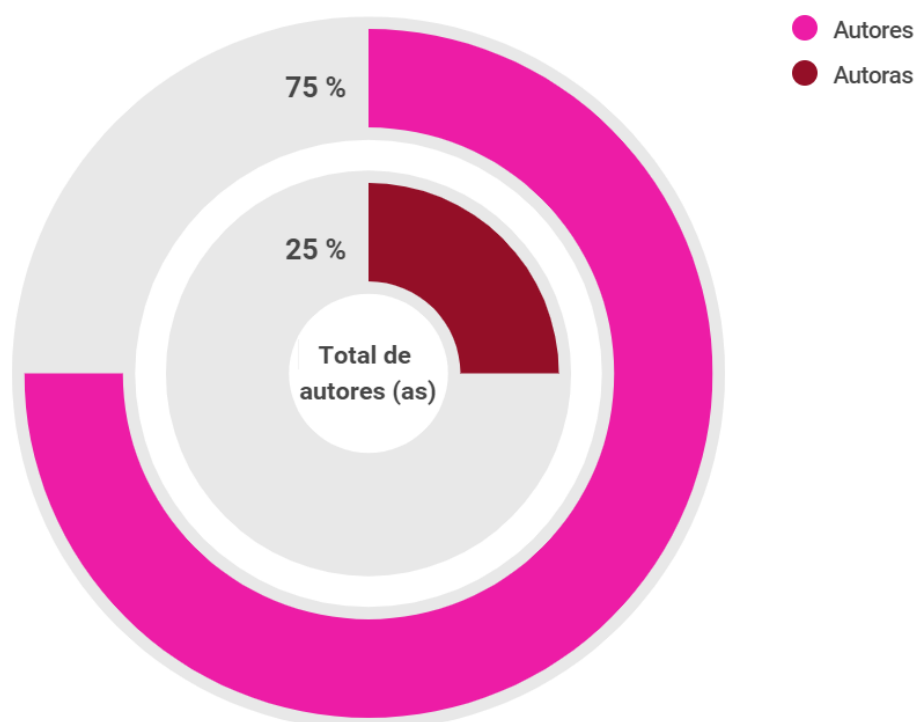
Com relação à atuação das mulheres na autoria e orientação de trabalhos acerca da reciclagem de misturas asfálticas, serão expostas as informações coletadas, por meio de tabelas, quadros e gráficos. Foram identificados oito autores distintos, sendo duas mulheres e seis homens. As informações referidas constam na Tabela 61 e no Gráfico 50.

Tabela 61 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS) (%)
AUTORES	6	75,00
AUTORAS	2	25,00
TOTAL	8	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 50 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

Para que se conheça as autoras de pesquisas foi elaborado um quadro com as informações pertinentes. Ressalta-se que uma das autoras é ligada à USP e a outra, a UFG. O Quadro 37 lista as autoras, os documentos produzidos e as suas respectivas instituições.

Quadro 37 – Lista de autoras – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

LISTA DE AUTORAS	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Amanda Helena Marcandali da Silva	Dissertação	USP
Santos, Rafaella Oliveira Guimarães	Dissertação	UFG

Fonte: A autora (2021).

Sob uma mesma ótica foi feita uma lista de autores, incluindo o tipo de pesquisa elaborada e a instituição pela qual o documento foi produzido. USP, UFAM e UFSM abrangeram homens como autores das pesquisas. A USP compreendeu cinco autorias masculinas, já a UFAM e a UFSM contabilizaram uma participação de homens no processo de escrita das dissertações. O Quadro 38 engloba as informações mencionadas acima.

Quadro 38 – Lista de autores – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

LISTA DE AUTORES	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Silva, Vanderlei Dias da	Dissertação	USP
Feitoza, José Costa	Dissertação	UFAM
Tanski, Mateus Camargo	Dissertação	UFMS
Guatimosim, Frederico Vasconcellos	Dissertação	USP
Unger Filho, Wilson	Dissertação	USP
Kuchiishi, Andre Kazuo	Dissertação	USP

Fonte: A autora (2021).

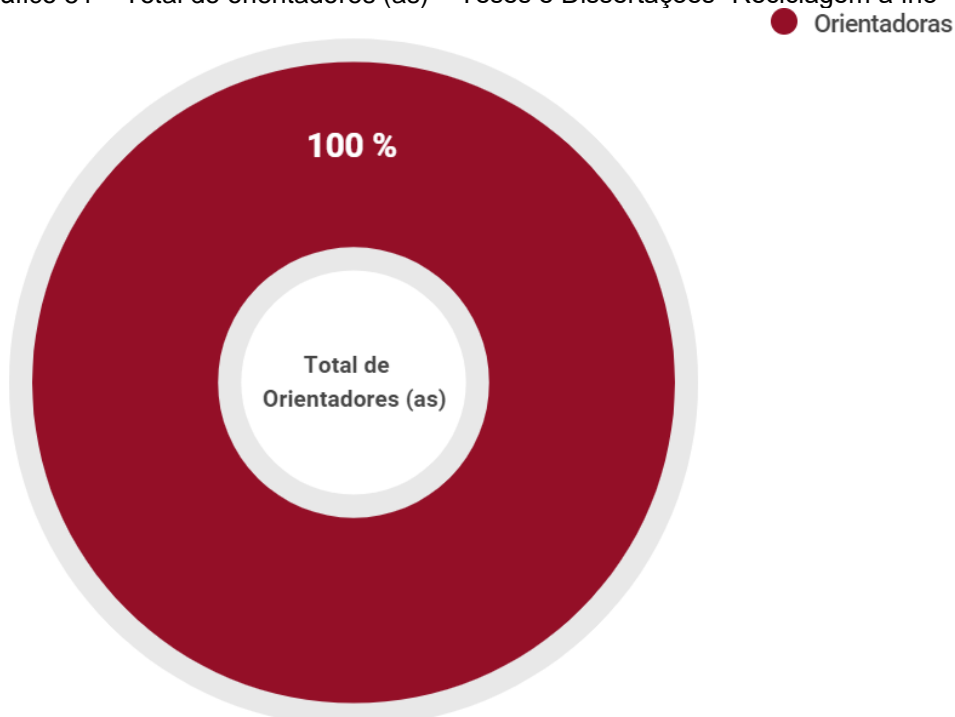
As orientações aos mestrandos foram ofertadas por seis orientadoras, dessa forma nenhum homem foi identificado como orientador de trabalhos que abordam o termo “Reciclagem a frio”. Os dados a respeito do total de orientadoras estão distribuídos na Tabela 62. O Gráfico 51 apresenta o predomínio feminino no quesito orientação de estudos que envolvem o tema abordado no presente trabalho.

Tabela 62 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS) (%)
ORIENTADORAS	6	100,00
ORIENTADORES	0	0,00
TOTAL	6	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 51 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

Dentre a lista de mulheres que atuaram como orientadoras, está uma das representantes da USP, a qual foi responsável por orientar três dissertações distintas, as demais conduziram um trabalho cada. O total de orientações femininas, os tipos de documentos produzidos e as respectivas instituições estão na Tabela 63.

Tabela 63 – Total de orientações femininas – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

LISTA DE ORIENTADORAS	TOTAL DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES (%)	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Savasini, Kamilla Vasconcelos	3	37,50	Dissertação	USP
Fortes, Rita Moura	1	12,50	Dissertação	UFAM
Rezende, Lilian Ribeiro de	1	12,50	Dissertação	UFG
Bernucci, Liedi Legi Bariani	1	12,50	Dissertação	USP
Cervo, Tatiana Cureau	1	12,50	Dissertação	UFSM
Motta, Rosângela dos Santos	1	12,50	Dissertação	USP
TOTAL	8	100,00		

Fonte: A autora (2021).

Com os dados de orientadores e autores é possível estabelecer os vínculos entre os pesquisadores, sendo assim foi identificado que duas autoras foram orientadas por mulheres e que seis homens receberam a orientação de pesquisadoras. Uma mesma orientadora supervisionou três estudos distintos elaborados por homens. O Quadro 39 explícita as relações existentes entre os pós-graduandos e os seus respectivos orientadores.

Quadro 39 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

MULHERES QUE ORIENTAM MULHERES	
ORIENTADORA	AUTORA
Bernucci, Liedi Legi Bariani	Amanda Helena Marcandali da Silva
Rezende, Lilian Ribeiro de	Santos, Rafaella Oliveira Guimarães
MULHERES QUE ORIENTAM HOMENS	
ORIENTADORA	AUTOR
Savasini, Kamilla Vasconcelos	Silva, Vanderlei Dias da
Savasini, Kamilla Vasconcelos	Guatimosim, Frederico Vasconcellos
Savasini, Kamilla Vasconcelos	Kuchiishi, Andre Kazuo
Cervo, Tatiana Cureau	Tanski, Mateus Camargo
Fortes, Rita Moura	Feitoza, José Costa
Motta, Rosângela dos Santos	Unger Filho, Wilson

Fonte: A autora (2021).

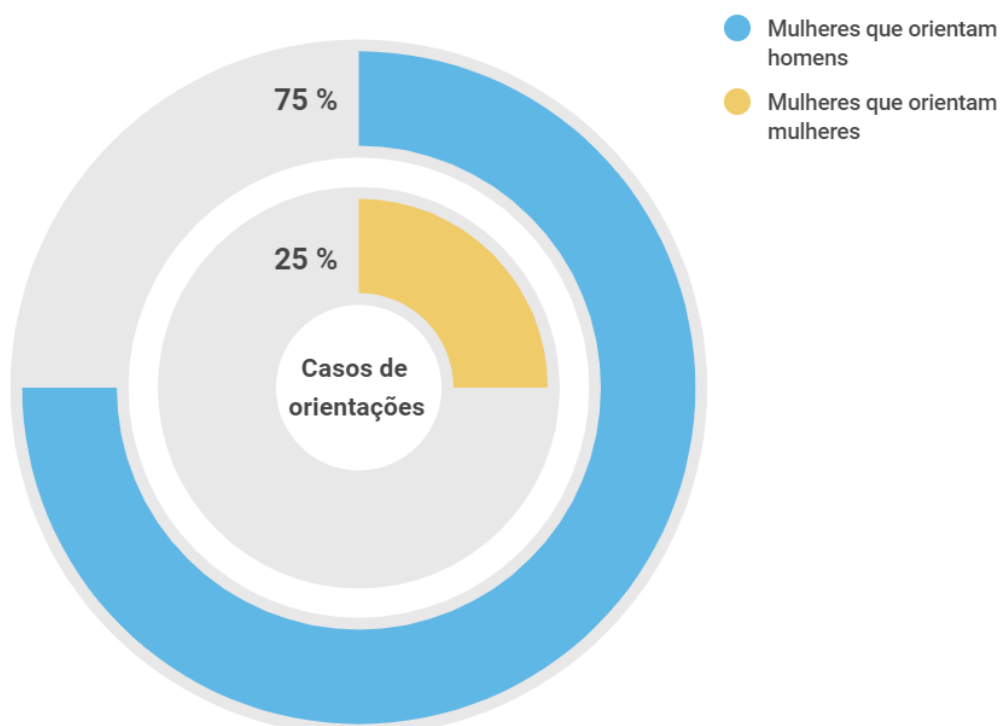
A Tabela 64 foi elaborada com a intenção de sintetizar os casos de orientações para as pesquisas encontradas por meio do termo “Reciclagem a frio”. A tabela seguinte também retrata o total de casos em quantidade e em porcentagem.

Tabela 64 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

CASOS DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE CASOS	TOTAL DE CASOS (%)
Mulheres que orientam homens	6	75,00
Mulheres que orientam mulheres	2	25,00
TOTAL	8	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 52 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”



Fonte: A autora (2021).

Para que seja finalizada a investigação a respeito da participação feminina na pesquisa científica acerca da reciclagem das misturas asfálticas, foram buscados dados sobre a continuidade acadêmica das autoras mencionadas anteriormente. A pesquisa feita por meio do Currículo Lattes e LinkedIn constatou que uma das autoras deu sequência aos estudos na área de Infraestrutura e Transportes, para a outra pesquisadora não foram encontradas informações, nesses portais, para que se pudesse afirmar o mesmo. O Quadro 40 apresenta as informações alcançadas.

Quadro 40 – Continuidade acadêmica – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

AUTORA	SITUAÇÃO	INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	ORIENTADOR (A)
Silva, Amanda Helena Marcandali da	Doutora	USP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Bernucci, Liedi Legi Bariani

Fonte: A autora (2021).

Em suma, as informações relacionadas às contribuições dos estudos e adquiridas por meio da pesquisa pelo termo “Reciclagem a frio” estão reunidas no Quadro 41. Dessa maneira, instituições, autores, orientadores, objetivos das pesquisas, conclusões principais e sugestões para os próximos trabalhos estão distribuídos no Quadro 41.

Os estudos retratam a adição de material fresado, uso da emulsão asfáltica e do cimento Portland para a composição de misturas asfálticas recicladas a frio, diversos são os usos propostos e os ensaios a que as misturas foram submetidas. O Quadro 41 elucida as colaborações mais relevantes para o tema central deste estudo.

Quadro 41 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem a frio”

(continua)

INSTITUIÇÃO	
USP	USP
AUTOR	
Silva, Vanderlei Dias da	Silva, Amanda Helena Marcandali da
ORIENTADOR	
Savasini, Kamilla Vasconcelos	Bernucci, Liedi Légi Bariani
TÍTULO	
Avaliação da deformação permanente de misturas estabilizadas com asfalto	Avaliação do comportamento de pavimentos com camada reciclada de revestimentos asfálticos a frio com emulsão modificada por polímero
OBJETIVO	
Avaliar o comportamento à deformação permanente de misturas estabilizadas a frio com emulsão asfáltica e asfalto espumado, em trechos experimentais.	Avaliar a interferência da heterogeneidade de agregados fresados e do uso de emulsões asfálticas de tipos e teores diferentes nas misturas recicladas a frio <i>in situ</i> .
CONCLUSÕES	
Os ensaios realizados apontaram que o desempenho das misturas que passaram por um processo de cura mais longo foi melhor que o das demais, não havendo registro de deformação permanente. Tensão vertical e temperatura demonstraram ser fatores igualmente importantes para a resistência das misturas a esse dano. Verificou-se ainda a influência do teor de RAP frente à deformação permanente; concluiu-se que quanto maior este for, mais frágil é a estrutura da mistura, sendo mais suscetível a esse efeito deletério.	Os resultados apontaram para a importância do processo de cura para o bom desempenho das misturas, bem como a superioridade das emulsões modificadas com polímero. Através dos trechos experimentais, foi constatado que a reciclagem a frio <i>in situ</i> permitiu a redução das deflexões dos pavimentos, gerando bom desempenho estrutural e funcional. Ademais, sua aplicação em tráfegos pesados mostrou-se possível. Apesar disso, inferiu-se a necessidade de estudos mais detalhados do comportamento da mistura reciclada.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Monitorar o efeito da variação de temperatura nas misturas ao longo do tempo; - Realizar ensaios triaxiais de varredura de tensões sob pressão confinante; - Analisar a relação entre o tipo de ligante hidráulico e o desempenho das misturas frente à deformação permanente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Executar, em campo, trechos de misturas com emulsão convencional e modificada por polímero, para comparação; - Estudar outros modelos de previsão de desempenho que melhor representem as misturas recicladas; - Analisar outras estruturas de pavimento; sugerem-se bases cimentadas e subleitos com capacidades de suporte diversas.

Quadro 41 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem a Frio”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
USP	USP
AUTOR	
Guatimosim, Frederico Vasconcellos	Unger Filho, Wilson
ORIENTADOR	
Vasconcellos, Kamilla	Motta, Rosângela dos Santos
TÍTULO	
Mechanical behaviour and structural performance of recycled foamed bitumen stabilized materials	Estudo de mistura asfáltica reciclada a frio produzida com 100% de revestimento asfáltico fresado e agente de reciclagem emulsionado
OBJETIVO	
Analisar o comportamento mecânico e o desempenho estrutural de uma mistura reciclada estabilizada com espuma de asfalto, com ênfase na compreensão dos efeitos de confinamento e da umidade na mistura.	Verificar a viabilidade do uso de revestimento asfáltico fresado (100%) com agente de reciclagem emulsionado em bases de pavimentos novos, por meio da técnica de reciclagem a frio.
CONCLUSÕES	
<p>O acompanhamento da aplicação em campo registrou uma redução nas deflexões após o período de 24 meses. No que se refere ao estudo do confinamento, definiu-se o comportamento mecânico da mistura como semelhante a material granular, devido à dependência com a tensão.</p> <p>O processo de cura mostrou sua influência na variação de rigidez e na redução da deformação permanente acumulada.</p>	<p>Os resultados laboratoriais apontaram para o aumento do Módulo de Resiliência e de Resistência à Tração nas análises de tempo de cura e de estocagem.</p> <p>Quanto ao monitoramento das deflexões em campo, houve um ganho de rigidez da base reciclada, corroborando a viabilidade de aplicação desta mistura reciclada a frio em novos pavimentos.</p> <p>Em suma, a pesquisa mostrou-se promissora, com o registro de boa trabalhabilidade da mistura; redução de 20% dos custos de implantação de pavimento; e redução em 70% do consumo de agregados pétreos virgens, além do não descarte de RAP.</p>
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar os efeitos de variação sazonal na camada reciclada, através de levantamento deflectométrico; - Monitorar a deformação permanente da camada para determinar e analisar o critério de falha; - Analisar o efeito de confinamento <i>in situ</i> para diferentes cargas, através de levantamento deflectométrico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comparar misturas asfálticas recicladas com adição de agentes de reciclagem de outros fornecedores; - Estudar a reologia do ligante residual antes e depois da adição do agente de reciclagem; - Avaliar o aumento de rigidez com a cura da mistura com escória de aciaria.

Quadro 41 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem a Frio”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
USP	UFG
AUTOR	
Kuchiishi, André Kazuo	Santos, Rafaella Oliveira Guimarães
ORIENTADOR	
Vasconcelos, Kamilla	Rezende, Lilian Ribeiro
TÍTULO	
Mechanical behavior of cold recycled asphalt mixtures	Monitoramento de pavimentos reciclados a frio “in situ” no Estado de Goiás
OBJETIVO	
Avaliar os efeitos da temperatura, da frequência de carregamento, do estado de tensão e da umidade na rigidez de misturas recicladas a frio, em laboratório e em trecho experimental.	Monitorar o desempenho dos pavimentos de rodovias recuperadas com a técnica de reciclagem a frio, avaliando suas características mecânicas e a existência de defeitos.
CONCLUSÕES	
Os estudos desenvolvidos permitiram concluir que as misturas recicladas a frio possuem um comportamento (viscoelástico) complexo que influencia na resposta do pavimento. A adoção de um único comportamento pode levar a conclusões enganosas, logo se faz necessário aplicar diferentes testes laboratoriais.	Os ensaios realizados, em comparação com os de pesquisas anteriores, constataram o não cumprimento do especificado em norma quanto ao volume de vazios e relação betume/vazios. O desempenho mecânico, entretanto, foi considerado satisfatório. Apesar do registro de aumento nas deflexões em duas das rodovias analisadas, concluiu-se a viabilidade de aplicação da técnica de reciclagem a frio in situ, com recomendações de estudos preliminares para melhor entender o tráfego e os materiais a serem usados.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Determinar a pressão de sucção matricial através de diferentes métodos, e sua relação com o Módulo de Resiliência, a fim de incorporá-la nos modelos de Módulo de Resiliência; - Estudar a contribuição da adesão e da sucção matricial no parâmetro de coesão; - Avaliar a relação entre o gradiente de temperatura e a mistura reciclada a frio, por meio de sensores, a fim de aprimorar equações de temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar o número N atuante e comparar com o cenário considerado na pesquisa; - Propor normas ou especificações que controlem a execução dos procedimentos desta técnica; - Realizar ensaios para correção do teor ideal de ligante asfáltico a ser adicionado nas misturas.

Quadro 41 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem a Frio”

(conclusão)

INSTITUIÇÃO	
UFAM	UFSM
AUTOR	
Feitosa, José Costa	Tanski, Mateus Camargo
ORIENTADOR	
Fortes, Rita Moura	Cervo, Tatiana Cureau
TÍTULO	
Avaliação de duas técnicas de reciclagem de pavimento flexível “in situ” com adição de cimento Portland para a utilização em camada de base em um trecho da Rodovia Visconde de Porto Seguro/SP	Comportamento mecânico de material reciclado a frio com emulsão e cimento
OBJETIVO	
Os resultados obtidos experimentalmente apontaram para o melhor desempenho dos trechos de pista em que houve adição de cimento Portland à mistura reciclada; registrou-se aumento de resistência do pavimento. A análise após abertura ao tráfego, não relatou nenhum defeito funcional ou estrutural nos trechos experimentais, comprovando a eficácia das técnicas estudadas.	Avaliar o emprego de material fresado, com adição de cimento e emulsão, em camadas de base e sub-base de novos pavimentos.
CONCLUSÕES	
Os resultados obtidos experimentalmente apontaram para o melhor desempenho dos trechos de pista em que houve adição de cimento Portland à mistura reciclada; registrou-se aumento de resistência do pavimento. A análise após abertura ao tráfego, não relatou nenhum defeito funcional ou estrutural nos trechos experimentais, comprovando a eficácia das técnicas estudadas.	Os resultados apontaram para melhores resultados gerais nas misturas com emulsão asfáltica em teores entre 50 e 75% em relação ao cimento, registrando bom desempenho quanto ao Módulo de Resiliência. A contribuição da adição de cimento foi verificada no ensaio <i>Flow Number</i> , sendo as misturas com 2 e 3% de emulsão as de melhor desempenho. Diante destes resultados, a pesquisa avaliou o emprego de tal técnica como uma boa alternativa.
SUGESTÕES	
- Realizar ensaios de <i>Creep</i> Dinâmico, Módulos de Resiliência e Elástico utilizando a Metodologia SUPERPAVE.	- Modelar os resultados obtidos, avaliando os efeitos de variação de temperatura e de carregamento; - Estudar o efeito deletério da água nas misturas apresentadas na pesquisa; - Aplicar o material fresado em reciclagens a frio, mornas ou quentes, em diferentes composições granulométricas.

Fonte: A autora (2021).

5.2.4 Reciclagem profunda

Inicialmente foi realizada a leitura das teses e dissertações atingidas pela busca pelo termo “Reciclagem profunda”, logo após foram coletadas e tabeladas as informações referentes às Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras, aos Programas de Pós-Graduação, aos anos de publicação, aos idiomas de desenvolvimento dos trabalhos e aos títulos das teses ou dissertações. Com tais dados, pode-se construir o panorama das Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras quanto as pesquisas na temática de reciclagem de misturas asfálticas, em específico da reciclagem profunda. O Quadro 42 sintetiza as informações obtidas e apresentadas no decorrer deste parágrafo.

Quadro 42 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

(continua)

INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	DOCUMENTO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Dissertação	2018	PORT	Considerações sobre metodologias para o dimensionamento estrutural de pavimentos reciclados com camada cimentada.
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Dissertação	2016	PORT	Considerações sobre os métodos de dimensionamento estrutural de pavimentos com camadas recicladas a frio com espuma de asfalto.
Universidade Federal de Goiás	Programa de Pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil	Dissertação	2014	PORT	Avaliação de rodovias goianas restauradas com a técnica de reciclagem a frio in situ
Universidade Federal de Goiás	Programa de Pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil	Dissertação	2015	PORT	Estudo laboratorial de bases granulares recicladas in situ

Quadro 42 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

(conclusão)

INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	DOCUMENTO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Tese	2019	ING	Factors affecting strength, stiffness and fatigue behaviour of cold recycled cement-treated mixtures
Universidade Federal de Santa Catarina	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2014	PORT	Avaliação do desempenho da reciclagem na rodovia SC 355: caracterização da mistura reciclada e avaliação estrutural de segmentos monitorados executados
Universidade Estadual de Campinas	Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil	Tese	2018	PORT	Avaliação das propriedades mecânicas da mistura de fresado e cascalho laterítico estabilizada com cimento

Fonte: A autora (2021).

No que tange às Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras, foram atingidos resultados para a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Goiás (UFG), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). A USP e a UNICAMP são classificadas como universidades estaduais, todas as demais mencionadas são federais.

A pesquisa sobre “Reciclagem profunda” gerou sete documentos distintos, sendo cinco dissertações e duas teses. A UFRGS e a UNICAMP são responsáveis pelas publicações das teses. A Tabela 65 reúne as instituições e a suas respectivas classificações, o total de trabalhos e o tipo de documento, informações essas que podem ser ilustradas pelo Gráfico 53.

Tabela 65 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “Reciclagem profunda”

(continua)

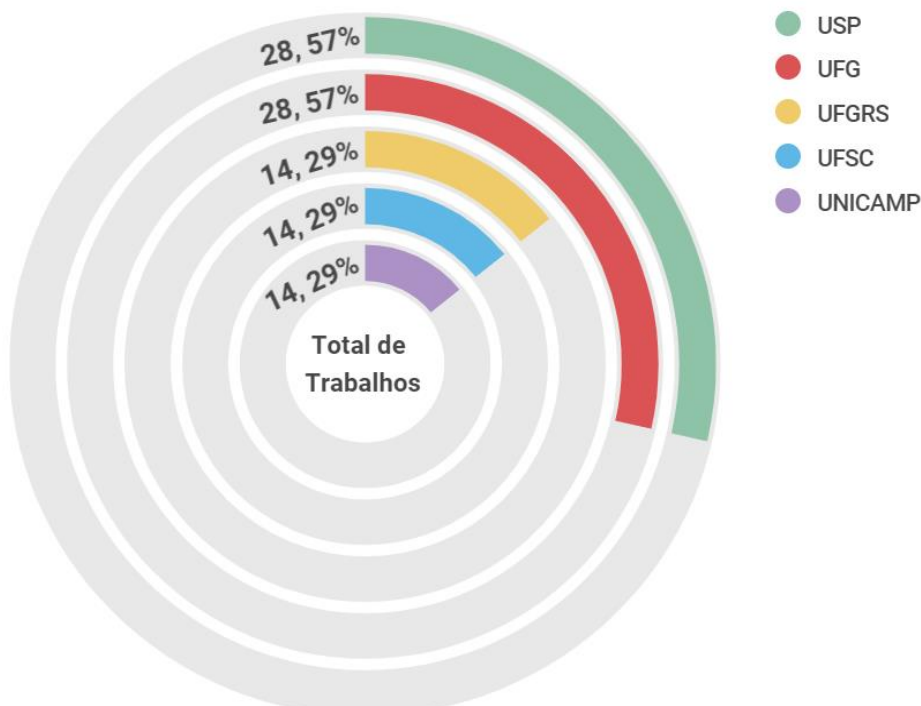
INSTITUIÇÕES	TIPO	TOTAL DE TRABALHOS	TOTAL DE TRABALHOS (%)	TIPO DE DOCUMENTO
USP	Estadual	2	28,57	Dissertação
UFG	Federal	2	28,57	Dissertação
UFRGS	Federal	1	14,29	Tese
UFSC	Federal	1	14,29	Dissertação

Tabela 65 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “Reciclagem profunda”
(conclusão)

INSTITUIÇÕES	TIPO	TOTAL DE TRABALHOS	TOTAL DE TRABALHOS (%)	TIPO DE DOCUMENTO
UNICAMP	Estadual	1	14,29	Tese
TOTAL		7	100,00	

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 53 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

Em relação aos Programas de Pós-Graduação, cada instituições contou com a colaboração de um curso *stricto sensu*. A USP é retratada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, a UFG pelo Programa de Pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, a UFRGS, a UFSC e a UNICAMP são representadas pelos seus respectivos programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil. O total de documentos por programa é indicado na Tabela 66 e o total de cursos desta categoria estão contidos na Tabela 67 e no Gráfico 54.

Tabela 66 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

INSTITUIÇÕES	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
USP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	2	28,57
UFG	Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil	2	28,57
UFRGS	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	1	14,29
UFSC	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	1	14,29
UNICAMP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	1	14,29
TOTAL		7	100,00

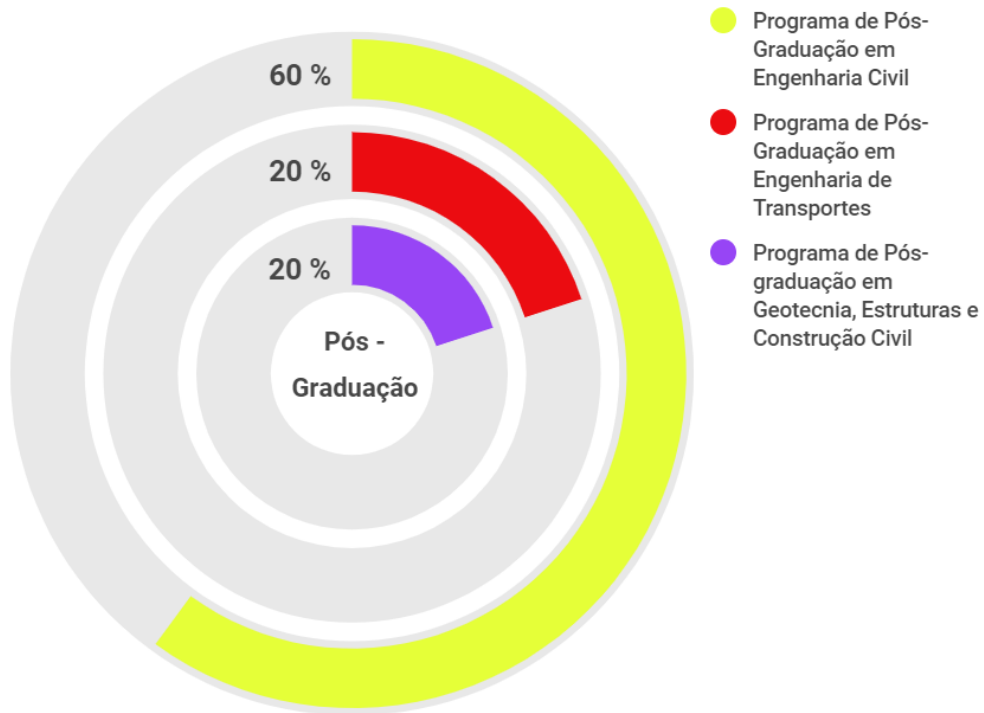
Fonte: A autora (2021).

Tabela 67 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO	TOTAL DE PROGRAMAS	TOTAL DE PROGRAMAS (%)
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	3	60,00
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	1	20,00
Programa de Pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil	1	20,00
TOTAL	5	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 54 – Total de Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

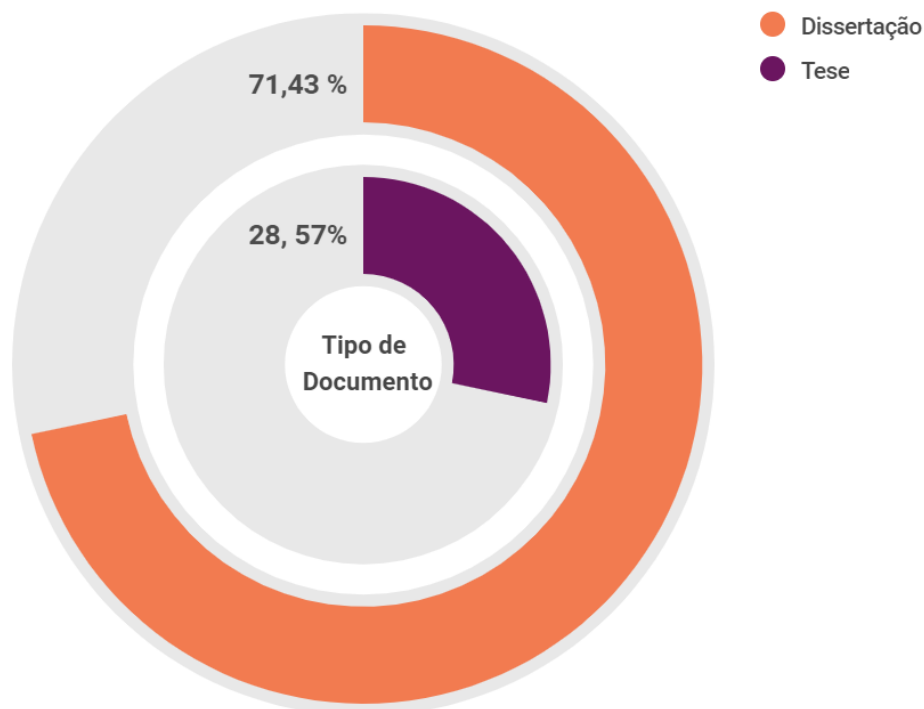
Pode-se reforçar ainda que dos sete documentos encontrados ao pesquisar pelo termo “Reciclagem profunda”, cinco são dissertações e dois trabalhos foram desenvolvidos ao longo do doutorado. A Tabela 68 indica o tipo e o total de documentos, em quantidade e em percentual. O resultado também é explícito pelo Gráfico 55.

Tabela 68 – Tipo de documento – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

TIPO DE DOCUMENTO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
Dissertação	5	71,43
Tese	2	28,57
TOTAL	7	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 55 – Tipo de documento – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

Quanto aos estados e regiões que sediaram geograficamente as instituições que em seus trabalhos abordaram a reciclagem profunda, pode-se destacar: a região Sudeste, Centro-Oeste e Sul. A região Sudeste foi representada pelo estado de São Paulo, o Centro-Oeste por Goiás, a região Sul pelo Rio Grande do Sul e por Santa Catarina. As instituições e seus respectivos estados e regiões podem ser vistos no Quadro 43.

Quadro 43 – Estados e Regiões do Brasil – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

INSTITUIÇÕES	ESTADOS	REGIÃO
USP	São Paulo	Sudeste
UFG	Goiás	Centro-Oeste
UFRGS	Rio Grande do Sul	Sul
UFSC	Santa Catarina	Sul
UNICAMP	São Paulo	Sudeste

Fonte: A autora (2021).

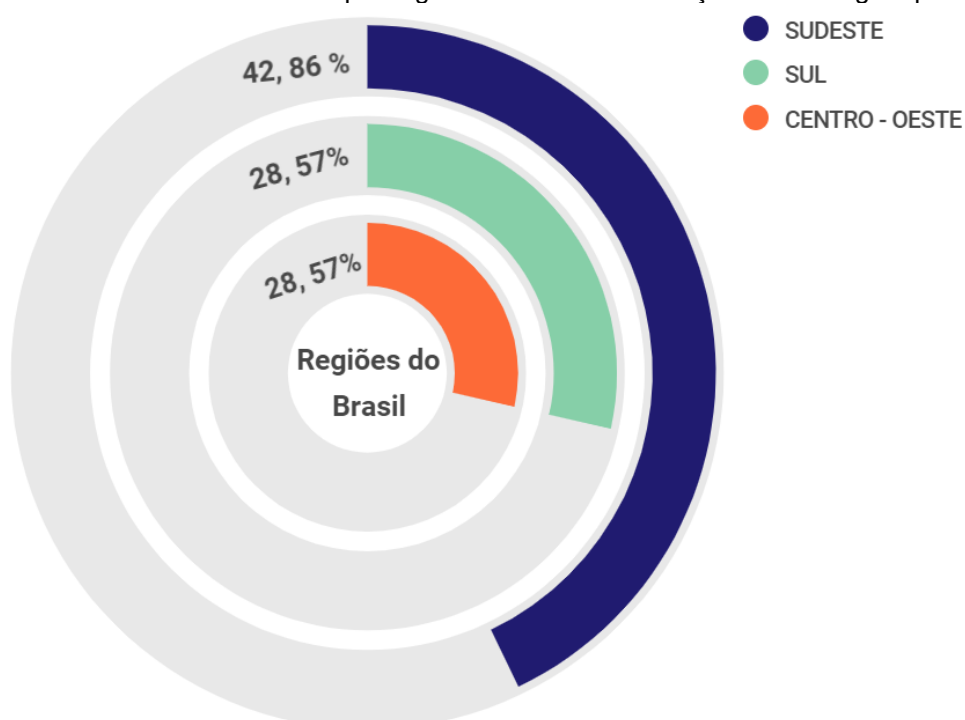
Na região Sudeste do Brasil foram produzidos três trabalhos a respeito da “Reciclagem profunda”, na região Centro-Oeste e no Sul foram elaboradas duas pesquisas por localidade. Na Tabela 69 estão presentes as regiões e o total de documentos elaborados, em quantidade e em percentual. O Gráfico 56 retrata de forma visual os dados contidos neste parágrafo.

Tabela 69 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

REGIÕES	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
SUDESTE	3	42,86
SUL	2	28,57
CENTRO-OESTE	2	28,57
TOTAL	7	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 56 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

As Teses e Dissertações foram elaboradas nos anos de 2014, 2015, 2016, 2018 e 2019. Nos anos de 2014 e 2018 foram publicados dois trabalhos por ano, já nos anos de 2015, 2016 e 2019 um documento foi produzido. A Tabela 70 agrupa os dados de ano de publicação e total de documentos. O Gráfico 57 expressa as porcentagens de estudos publicados por ano.

Tabela 70 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

(continua)

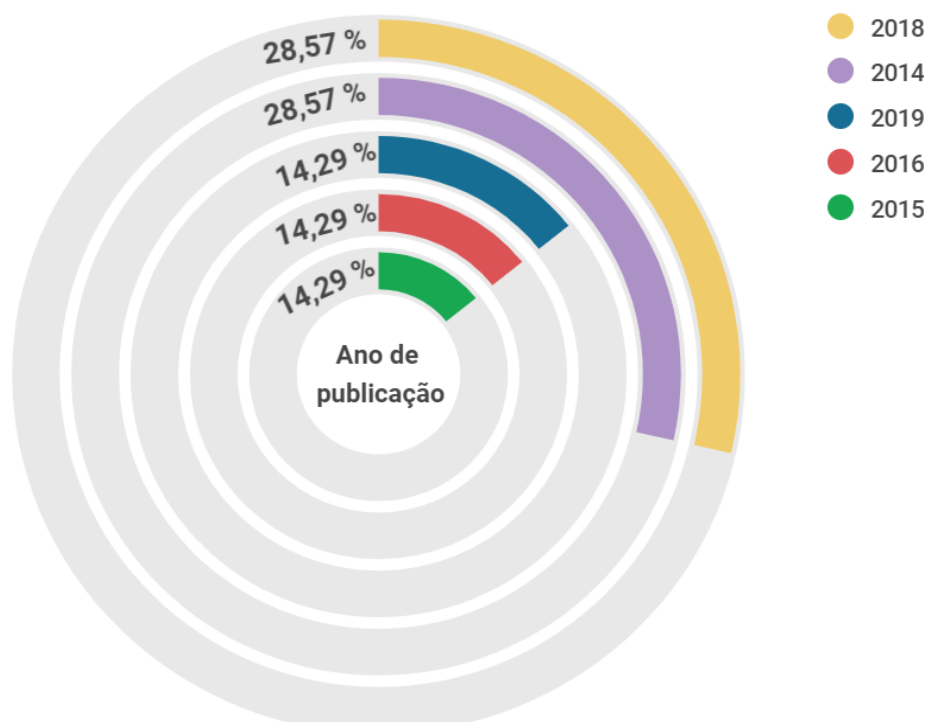
ANO DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
2018	2	28,57
2014	2	28,57
2019	1	14,29

Tabela 70 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”
(conclusão)

ANO DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
2016	1	14,29
2015	1	14,29
TOTAL	7	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 57 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

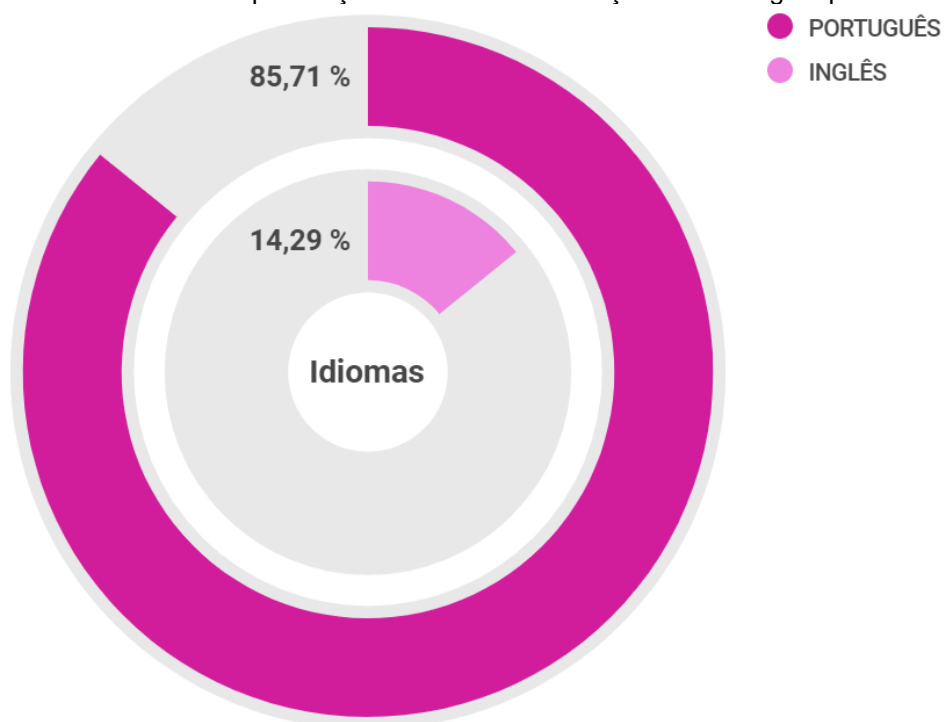
Dentre os sete documentos encontrados, seis foram publicados em português e um foi desenvolvido em inglês. A Tabela 71 permite quantificar os idiomas de publicação dos trabalhos, e ainda, os dados podem ser observados ilustrativamente, no Gráfico 58.

Tabela 71 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

IDIOMA DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
PORTUGUÊS	6	85,71
INGLÊS	1	14,29
TOTAL	7	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 58 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

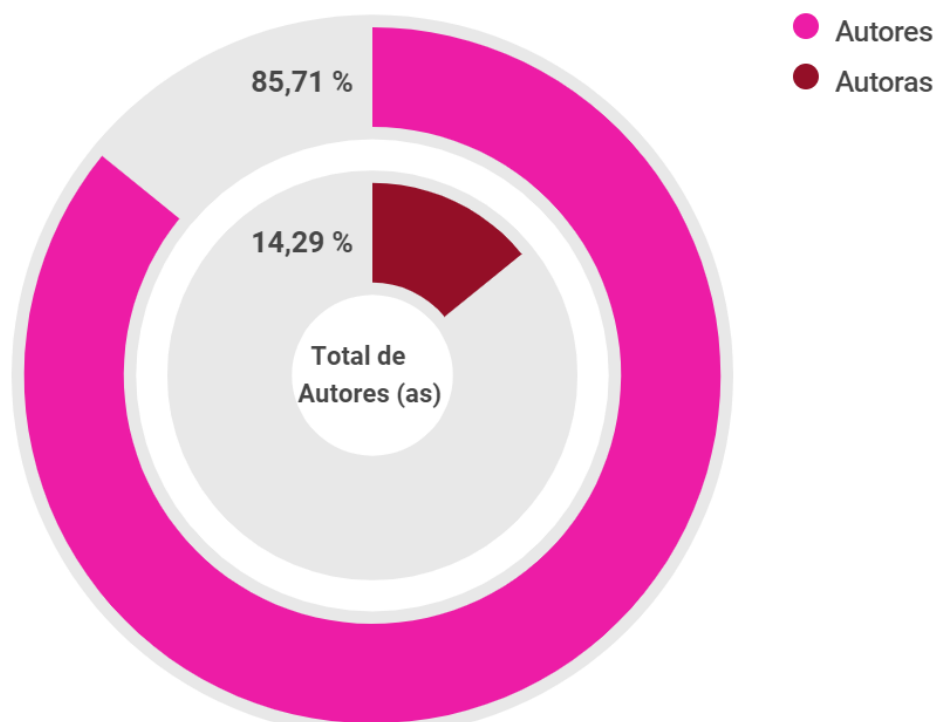
Abordando a contribuição das mulheres para o desenvolvimento de pesquisas científicas que retratam a reciclagem de misturas asfálticas e entre elas, a reciclagem profunda, foram encontrados resultados para a participação de uma mulher como autora de estudo, e para a atuação de homens como autores, seis. O total de autores foi de sete e a Tabela 72 apresenta os percentuais de envolvimento de mulheres e homens. O Gráfico 59 estampa o exposto acima.

Tabela 72 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS) (%)
AUTORES	6	85,71
AUTORAS	1	14,29
TOTAL	7	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 59 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

A autora encontrada por meio das buscas por teses e dissertações é vinculada a UFSC e redigiu uma dissertação. O Quadro 44 retrata o nome da autora, o tipo de estudo elaborado e a instituição por meio da qual o trabalho foi viabilizado.

Quadro 44 – Lista de autoras – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

LISTA DE AUTORAS	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Luvizão, Gislaine	Dissertação	UFSC

Fonte: A autora (2021).

Num retrato semelhante, foi gerada uma lista reunindo os nomes dos autores, o tipo de pesquisa produzida e a instituição pelo qual o estudo foi publicado. A UNICAMP, a UFG, a USP e a UFRGS contaram com homens para a escrita dos trabalhos. A USP e a UFG abarcaram dois autores por universidade, no mais, todas as instituições contaram com a participação de um autor. Ainda é possível notar que dois homens foram responsáveis pelo desenvolvimento das teses localizadas, um deles vinculado à UFSC, e o outro, à UNICAMP. O Quadro 45 sintetiza as principais informações a respeito dos autores dos estudos.

Quadro 45 – Lista de autores – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

LISTA DE AUTORES	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Lima, Gabriel Garcia de Abreu	Dissertação	USP
Costa, Marcelo Oliveira da	Dissertação	USP
Homez, Jorge Hernan Garcia	Dissertação	UFG
Silva Junior, Valdemar Martins da	Dissertação	UFG
Fedriço, William	Tese	UFSC
Oliveira, Paulo Cesar Arrieiro de	Tese	UNICAMP

Fonte: A autora (2021).

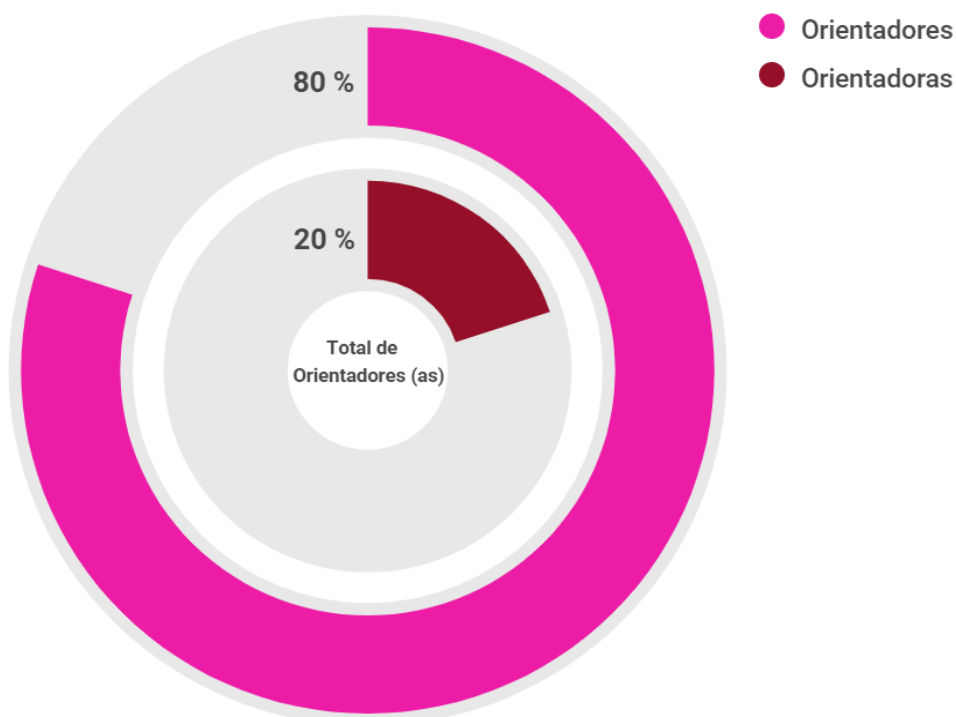
Com relação ao acompanhamento e supervisão das teses e dissertações, quatro homens e uma mulher foram responsáveis por tais funções. A Tabela 73 contabiliza a participação de orientadores e orientadoras, os resultados são exibidos também por meio do Gráfico 60.

Tabela 73 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS) (%)
ORIENTADORES	4	80,00
ORIENTADORAS	1	20,00
TOTAL	5	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 60 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

A única orientadora encontrada na busca por “Reciclagem profunda” supervisionou duas dissertações, ambas produzidas através da Universidade Federal de Goiás (UFG). A Tabela 74 retrata o nome da orientadora e o número total de trabalhos acompanhados.

Tabela 74 – Total de orientações femininas – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

LISTA DE ORIENTADORAS	TOTAL DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES (%)	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Rezende, Lilian Ribeiro de	2	100,00	Dissertação	UFG
TOTAL	2	100,00		

Fonte: A autora (2021).

Já em trabalhos orientados por homens, foram realizadas cinco orientações no total. Um mesmo orientador coordenou duas pesquisas (dissertações) distintas na USP, os demais profissionais supervisionaram um trabalho cada. Na Tabela 75 estão apresentadas as informações a respeito dos orientadores, do total de orientações, tipo de documento e instituição na qual exerceram suas funções como orientadores.

Tabela 75 – Total de orientações masculinas – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

LISTA DE ORIENTADORES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES (%)	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Suzuki, Carlos Yukio	2	40,00	Dissertação	USP
Nunez, Washington Peres	1	20,00	Tese	UFRGS
Trichês, Glicério	1	20,00	Dissertação	UFSC
Paiva, Cássio Eduardo Lima de	1	20,00	Tese	UNICAMP
TOTAL	5	100,00		

Fonte: A autora (2021).

Ao indicar as relações entre os pesquisadores, for possível compreender que uma mesma orientadora conduziu dois autores em suas respectivas pesquisas, um homem orientou uma mulher e quatro autores foram orientados por três homens, tendo em vista que um mesmo orientador supervisionou dois estudos diferentes. O Quadro 46 é a representação dos vínculos estabelecidos entre mestres/doutores e seus orientadores correspondentes.

Quadro 46 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

MULHERES QUE ORIENTAM HOMENS	
ORIENTADORA	AUTOR
Rezende, Lilian Ribeiro de	Homez, Jorge Hernan Garcia
Rezende, Lilian Ribeiro de	Silva Junior, Valdemar Martins da
HOMENS QUE ORIENTAM MULHERES	
ORIENTADOR	AUTORA
Trichês, Glicério	Luvizão, Gislaine
HOMENS QUE ORIENTAM HOMENS	
ORIENTADOR	AUTOR
Paiva, Cássio Eduardo Lima de	Oliveira, Paulo Cesar Arrieiro de
Suzuki, Carlos Yukio	Lima, Gabriel Garcia de Abreu
Suzuki, Carlos Yukio	Costa, Marcelo Oliveira da
Nunez, Washington Peres	Fedrigo, William

Fonte: A autora (2021).

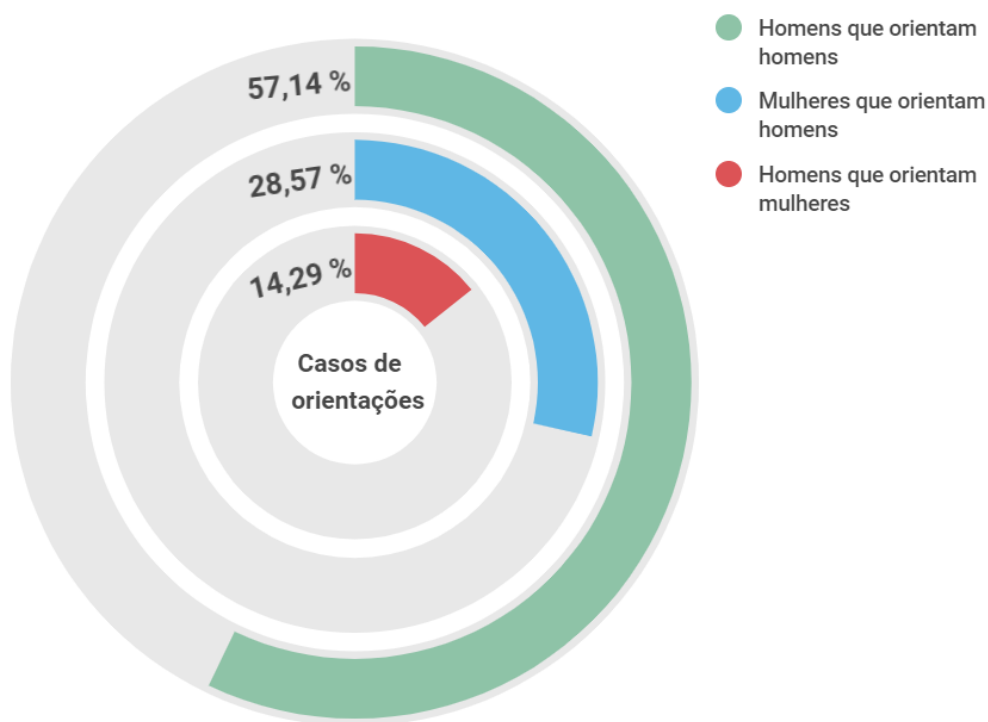
A Tabela 76 agrupa os casos de orientações para as pesquisas encontradas para o termo “Reciclagem profunda”. A tabela seguinte exhibe ainda, o total de casos de orientações e o Gráfico 61 ilustra tais informações.

Tabela 76 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

CASOS DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE CASOS	TOTAL DE CASOS (%)
Homens que orientam homens	4	57,14
Mulheres que orientam homens	2	28,57
Homens que orientam mulheres	1	14,29
TOTAL DE ORIENTAÇÕES	7	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 61 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”



Fonte: A autora (2021).

A pesquisa feita por meio do Currículo Lattes e LinkedIn levantou que a autora contribuinte ao tema “Reciclagem profunda” deu prosseguimento aos estudos na área de Infraestrutura e Transportes. O Quadro 47 é a representação dos dados obtidos durante a pesquisa.

Quadro 47 – Continuidade acadêmica – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

AUTORA	SITUAÇÃO	INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	ORIENTADOR (A)
Luvizão, Gislaine	Doutoranda	UFSC	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	Trichês, Glicério

Fonte: A autora (2021).

Foram elencadas as principais contribuições dos estudos, por meio dos seus objetivos, conclusões e sugestões. Os dados coletados, assim como a instituição, o nome dos autores e orientadores estão apresentados no Quadro 48.

Quadro 48 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

(continua)

INSTITUIÇÃO	
USP	USP
AUTOR	
Lima, Gabriel Garcia de Abreu	Costa, Marcelo Oliveira da
ORIENTADOR	
Suzuki, Carlos Yukio	Suzuki, Carlos Yukio
TÍTULO	
Considerações sobre metodologias para o dimensionamento estrutural de pavimentos reciclados com camada cimentada	Considerações sobre os métodos de dimensionamento estrutural de pavimentos com camadas recicladas a frio com espuma de asfalto
OBJETIVO	
Compilar a bibliografia existente sobre a reciclagem com cimento, bem como analisar as metodologias de dimensionamento existentes. Por fim, propor um método de dimensionamento nacional para pavimentos reciclados a frio com cimento.	Estudar e comparar os métodos internacionais aplicados para reciclagem profunda (a frio) com espuma de asfalto, bem como propor um método de dimensionamento que esteja em acordo com o método do DNIT.
CONCLUSÕES	
As análises feitas nesta pesquisa verificaram a coerência de dimensionamento estrutural pelos modelos já existentes, com exclusão dos modelos TRL611 e do Castilla y León. A avaliação quanto à fadiga foi positiva através do modelo de Minguela (2011). Por fim, o estudo econômico apontou a viabilidade de aplicação da mistura, com redução de até 83% em comparação com reconstrução de pavimento, e até 80%, com o reforço estrutural.	Os estudos apontaram não haver concordância-entre as metodologias internacionais- quanto ao comportamento de bases recicladas com espuma de asfalto. Recomenda-se porém o controle de deflexões nos primeiros meses de vida útil, pois está relacionado ao ganho de resistência. A análise mecanicista é proposta em duas fases, a fim de melhor verificar as mudanças estruturais do material.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Estudar a aplicação de materiais pouco convencionais na pavimentação, como fresados compostos de borracha de pneu, rejeitos de mineração e resíduos de construção civil; - Propor melhorias nos modelos de fadiga de misturas solo-cimento de Ceratti (1991); - Estudar a aplicação de camadas cimentadas em duas etapas, com enfoque no estudo da aderência entre elas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudar o comportamento deste material, determinando sua degradação, ruptura e vida-útil; - Determinar o coeficiente estrutural do material para as condições do Brasil; - Caracterizar Módulo de Resiliência e Coeficiente de Poisson do material.

Quadro 48 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
UFG	UFG
AUTOR	
Hómez, Jorge Hernán García	Junior, Valdemar Martins da Silva
ORIENTADOR	
Rezende, Lilian Ribeiro de	Rezende, Lilian Ribeiro de
TÍTULO	
Avaliação de rodovias goianas restauradas com a técnica de reciclagem a frio <i>in situ</i>	Estudos laboratoriais de bases granulares recicladas <i>in situ</i>
OBJETIVO	
<p>Analisar estrutural e funcionalmente as rodovias do Estado de Goiás que foram restauradas com o uso de reciclagem profunda a frio <i>in situ</i>, a fim de avaliar o cumprimento dos parâmetros normativos e fornecer soluções futuras.</p>	<p>Verificar em laboratório o desempenho de pavimentos nos quais foram aplicados a técnica de reciclagem profunda; averiguar o teor de brita adicionado e os efeitos da compactação empregada.</p>
CONCLUSÕES	
<p>Os ensaios apontaram para a necessidade de maior controle durante a execução de tais restauros, uma vez que foram obtidos dados heterogêneos, nos testes de penetração e de módulos retroanalizados, em trechos de mesma solução de reciclagem. Sem o devido controle, a vida útil da obra pode ser comprometida.</p>	<p>Os resultados revelaram que em nenhum dos casos estudados a porcentagem de brita adicionada correspondeu à especificada em projeto; os valores foram inferiores. Quanto à quebra dos agregados, a situação da rodovia GO-215 foi a mais significativa.</p> <p>Os ensaios de CBR e de Módulo de resiliência, por vez, apontaram que alguns dos materiais não atenderam o mínimo exigido e, portanto, não poderiam ter sido empregados nas bases reconstruídas.</p> <p>De maneira geral, os ensaios apontaram como positiva a aplicação de brita em base reciclada, desde que sejam feitos estudos preliminares e maior controle na execução.</p>
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Propor a criação de normas ou especificações de serviços regionais para padronizar a execução do serviço de reciclagem de base; - Investigar as camadas abaixo da base reciclada; - Controlar o processo executivo, a fim de obter um perfil estratigráfico mais homogêneo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar a influência da passagem da recicladora na quebra de agregados; - Estudar a relação das energias de compactação e a quebra de agregados; - Realizar ensaios triaxiais dinâmicos com teores de brita entre 0 e 40%.

Quadro 48 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

(continuação)

INSTITUIÇÃO	
UFRGS	UFSC
AUTOR	
Fedrigo, William	Luvizão, Gislaïne
ORIENTADOR	
Núñez, Washington Peres	Trichês, Glicério
TÍTULO	
Factors affecting strength, stiffness and fatigue of cold recycled cement-treated mixtures	Avaliação do desempenho da reciclagem na Rodovia SC355: caracterização da mistura reciclada e avaliação estrutural de segmentos monitorados executados
OBJETIVO	
Estudar fatores que afetam o comportamento mecânico e de fadiga de misturas recicladas com cimento.	Qualificar o desempenho de um trecho de rodovia do estado de Santa Catarina, no qual foi empregada a reciclagem profunda da base com adição de cimento. Monitorar também índices mecânicos em campo e em laboratório.
CONCLUSÕES	
Os ensaios desenvolvidos verificaram a influência do tipo de ligante na resistência à tração das misturas. Adicionalmente, o tipo, teor e envelhecimento do ligante também foram apontados como significativos para os resultados de Módulo de Resiliência. Atestou-se ainda a viabilidade de aplicação da técnica em bases de solo laterítico e revestimentos espessos, bem como a identificação da deformação na ruptura como melhor propriedade para dimensionamento da técnica.	A pesquisa apontou dificuldades de análise devido à heterogeneidade da estrutura do pavimento, o que comprometeu a simulação das condições reais em campo, exigindo ajustes no projeto. Os ensaios de resistência, por vez, mostraram-se satisfatórios já na análise aos 7 dias; o aumento no teor de cimento proporcionou resultados mais elevados de resistência. No que se refere à vida útil do pavimento, além de desenvolver um modelo de avaliação específico para misturas recicladas com cimento, foi possível comparar os resultados de campo e laboratório; apenas o segmento 2 não atenderia o tráfego previsto, segundo resultado de campo.
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Estudar o efeito de diferentes tipos de cimento na resistência e rigidez de misturas recicladas a frio com cimento; incluir o estudo do cimento verde; - Avaliar o comportamento viscoelástico de misturas recicladas a frio com cimento, com ênfase na contribuição do ligante asfáltico; - Comparar o comportamento de um maior número de materiais tratados com cimento do Brasil com os da África do Sul, uma vez que este país possui maior experiência com esse tipo de material. 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorar o desempenho da estrutura reciclada, a fim de determinar o fator campo-laboratório; - Desenvolver modelos de fadiga com diferentes teores de cimento, e avaliar o desempenho; - Extrair testemunhos em campo para avaliar as ações do tráfego no desempenho da estrutura.

Quadro 48 – Principais contribuições – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

(conclusão)

INSTITUIÇÃO	
UNICAMP	
AUTOR	
Oliveira, Paulo Cesar Arrieiro de	
ORIENTADOR	
Paiva, Cássio Eduardo Lima de	
TÍTULO	
Avaliação das propriedades mecânicas da mistura de fresado e cascalho laterítico estabilizada com cimento	
OBJETIVO	
Estudar o uso da reciclagem profunda com adição de cimento para que os efeitos causados pela presença de água sejam coibidos e ainda estabilizar a base do pavimento deteriorado.	
CONCLUSÕES	
O autor concluiu que o emprego da reciclagem com adição de cimento em bases de cascalho laterítico, assim como a mistura estudada em sua pesquisa, se caracterizou como uma solução satisfatória para recuperação de pavimentos degradados devido ao excesso de umidade.	
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Complementar a pesquisa desenvolvida com a execução de um trecho experimental, o qual permita verificar a viabilidade construtiva da mistura estudada; - Expandir o número de ensaios de fadiga de misturas que contenham cimento, fresado e outros tipos de solos; - Produzir e aperfeiçoar métodos para avaliação da conservação da camada reciclada de cascalho laterítico. 	

Fonte: A autora (2021).

5.2.5 Reciclagem morna

Ao realizar a leitura inicial dos documentos resultantes da busca pelo termo “Reciclagem morna” foram alcançadas informações referentes às Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras, aos Programas de Pós-Graduação, aos anos de publicação, aos idiomas de escrita do estudo e aos títulos das teses ou dissertações. Com tais dados é concebível elaborar o panorama das Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras acerca das pesquisas na temática abordada. O Quadro 49 é a representação estruturada dos materiais coletados.

Quadro 49 – Dados iniciais – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	DOCUMENTO	ANO DE PUBLICAÇÃO	IDIOMA	TÍTULO
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	Tese	2015	PORT	Avaliação da durabilidade de misturas asfálticas a quente e mornas contendo material asfáltico fresado
Universidade Federal do Rio de Janeiro	Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil	Dissertação	2014	PORT	Avaliação do comportamento de misturas asfálticas recicladas mornas em laboratório e usina de asfalto

Fonte: A autora (2021).

A respeito das Instituições Públicas de Ensino Superior, encontraram-se resultados para a Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A USP é caracterizada como universidade estadual e a UFRJ é classificada como federal.

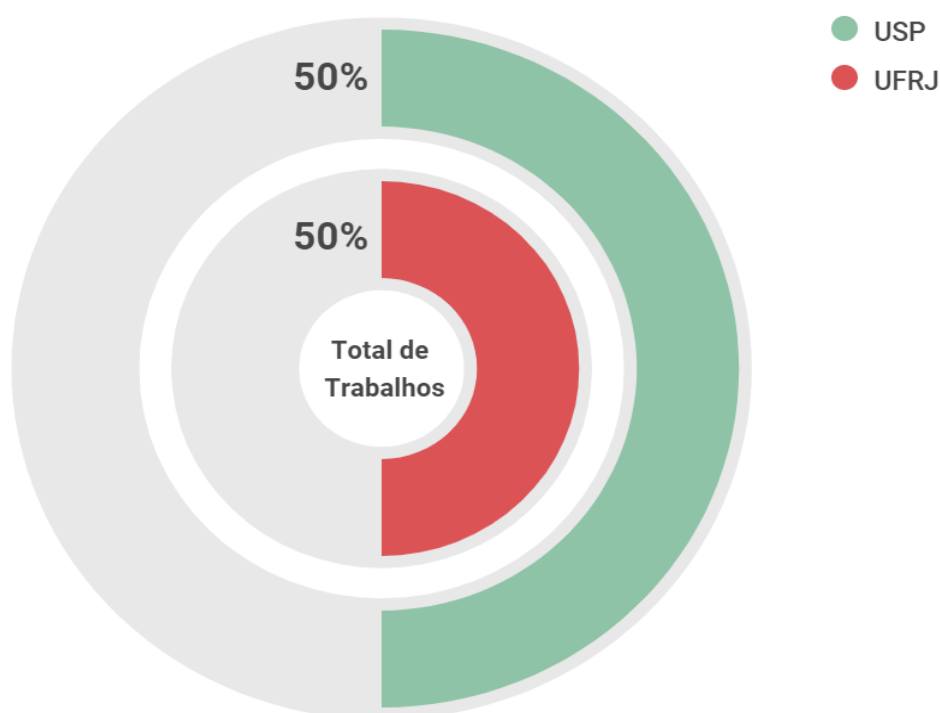
Como resultado de busca pelo termo estudado foram obtidos dois trabalhos, sendo um deles uma tese e o outro, dissertação. A tese é de publicação da USP e a dissertação, da UFRJ. A Tabela 77 retrata as instituições e a suas respectivas classificações, o total de trabalhos e o tipo de documento. O Gráfico 62 ilustra as informações obtidas.

Tabela 77 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “Reciclagem morna”

INSTITUIÇÕES	TIPO	TOTAL DE TRABALHOS	TOTAL DE TRABALHOS (%)	TIPO DE DOCUMENTO
USP	Estadual	1	50,00	Tese
UFRJ	Federal	1	50,00	Dissertação
TOTAL		2	100,00	

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 62 – Tipo de Instituição e total de Teses e Dissertações – “Reciclagem morna”



Fonte: A autora (2021).

No que diz respeito aos Programas de Pós-Graduação, cada universidade abrangeu a participação de um curso stricto sensu. A USP é retratada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e a UFRJ pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, ambas as instituições produziram um documento abordando o tema deste estudo. Os dados coletados para a formulação deste parágrafo estão organizados na Tabela 78 e na Tabela 79 e são ilustrados pelo Gráfico 63.

Tabela 78 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

INSTITUIÇÕES	PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
USP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	1	50,00
UFRJ	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	1	50,00
	TOTAL	2	100,00

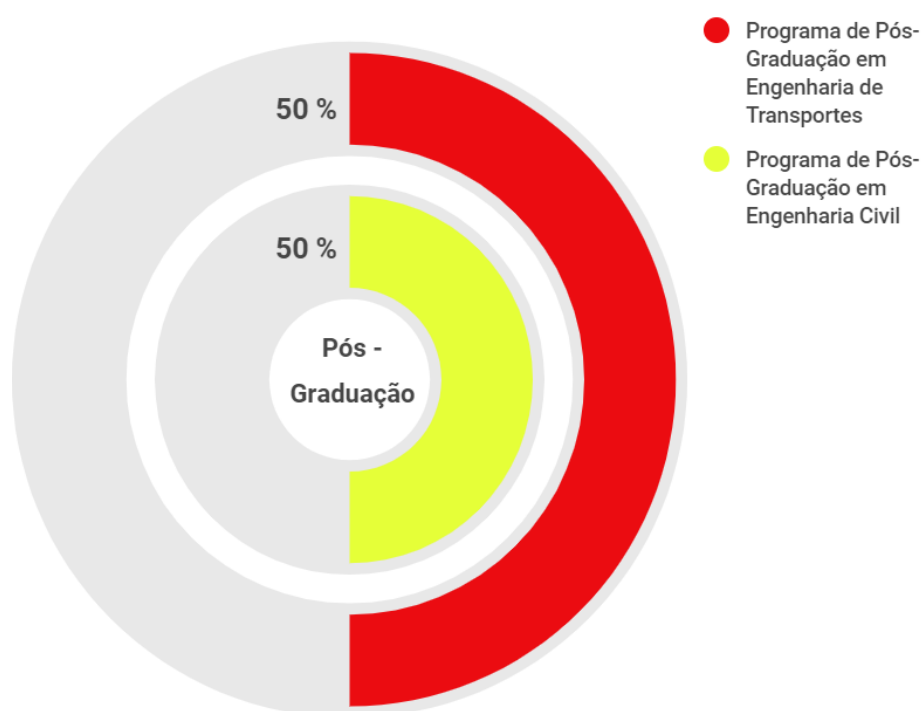
Fonte: A autora (2021).

Tabela 79 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO	TOTAL DE PROGRAMAS	TOTAL DE PROGRAMAS (%)
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	1	50,00
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	1	50,00
TOTAL	2	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 63 – Programas de Pós-Graduação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”



Fonte: A autora (2021).

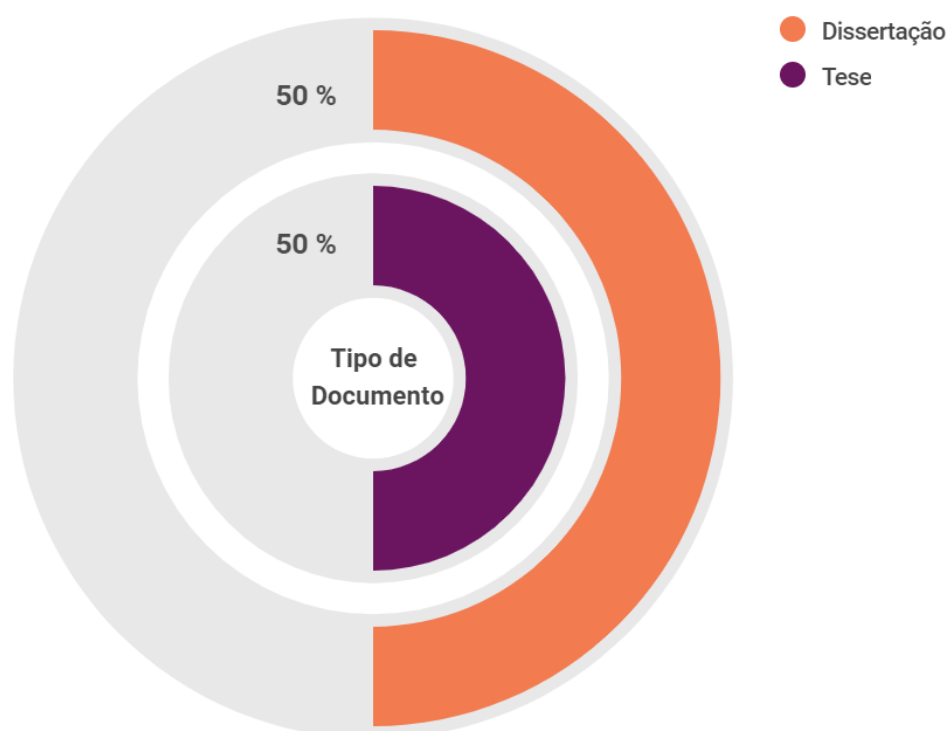
Foram contabilizados dois documentos, uma dissertação e uma tese. A Tabela 80 expõe os resultados levantados, o Gráfico 64 ilustra o tipo de documento.

Tabela 80 – Tipo de documentos – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

TIPO DE DOCUMENTO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
Dissertação	1	50,00
Tese	1	50,00
TOTAL	2	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 64 – Tipo de documentos – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”



Fonte: A autora (2021).

Todos os documentos são oriundos de instituições localizadas na região Sudeste do Brasil, especialmente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. O Quadro 50 faz o retrato dos estados e regiões do país onde estão instaladas as universidades catalogadas.

Quadro 50 – Estados e Regiões do Brasil – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

INSTITUIÇÕES	ESTADOS	REGIÃO
USP	São Paulo	Sudeste
UFRJ	Rio de Janeiro	Sudeste

Fonte: A autora (2021).

Por ser contemplada apenas a região Sudeste do país, a mesma é responsável pela publicação dos dois documentos detectados pela busca por “Reciclagem morna”. A Tabela 81 expõe a região, o total de documentos, em quantidade e em porcentagem. O Gráfico 65 retrata a totalidade da região Sudeste na produção das teses e dissertações.

Tabela 81 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

REGIÕES	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
Sudeste	2	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 65 – Total de documentos por região – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”



Fonte: A autora (2021).

Os documentos localizados tiveram suas produções concluídas nos anos de 2014 e 2015, sendo assim um estudo a respeito de reciclagem morna foi publicado em cada um dos anos. Na Tabela 82 encontram-se os dados referentes aos anos de

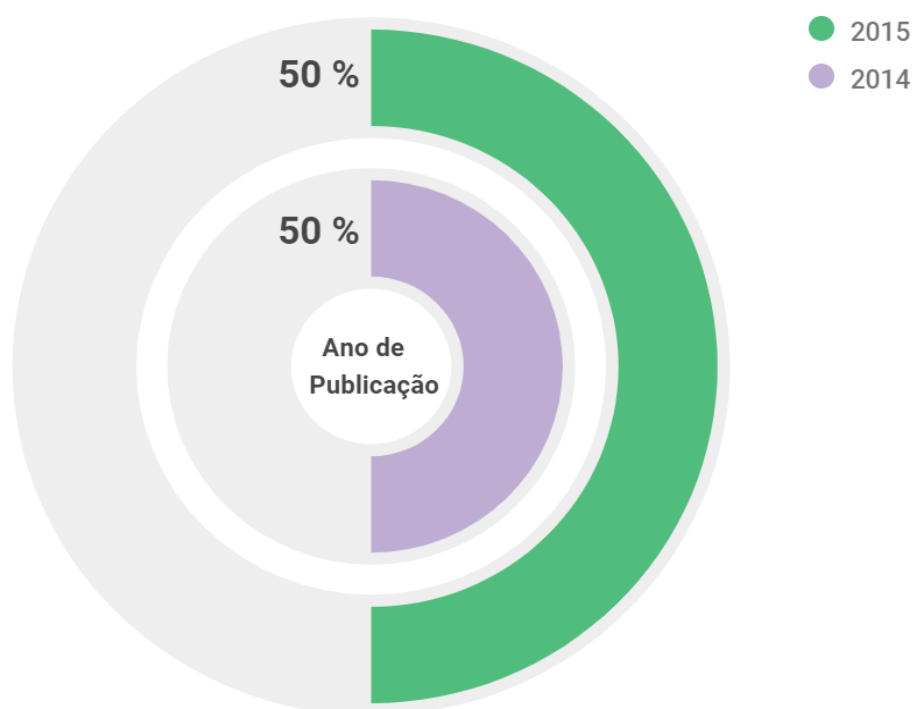
publicação e aos totais de documentos. O Gráfico 66 é uma representação ilustrativa do que foi apresentado acima.

Tabela 82 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

ANO DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
2015	1	50,00
2014	1	50,00
TOTAL	2	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 66 – Ano de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”



Fonte: A autora (2021).

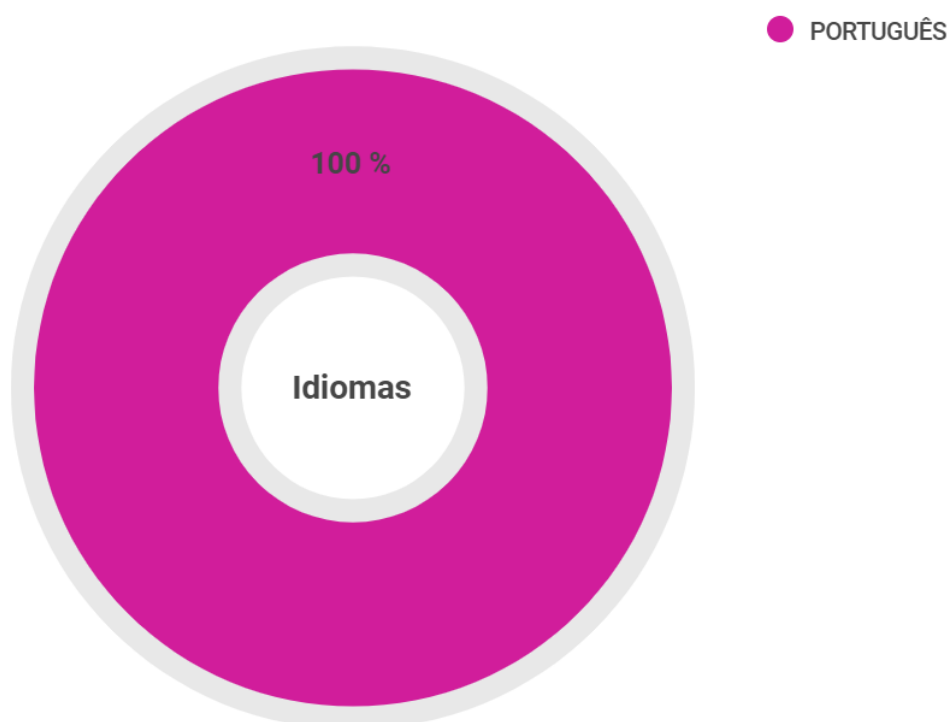
Todas as teses e dissertações foram elaboradas na língua portuguesa. A Tabela 83 fornece as informações do idioma de produção e do total de documentos. O Gráfico 67 retrata a inteireza do português como idioma de escrita das pesquisas científicas.

Tabela 83 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

IDIOMA DE PUBLICAÇÃO	TOTAL DE DOCUMENTOS	TOTAL DE DOCUMENTOS (%)
PORTUGUÊS	2	100,00
TOTAL	2	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 67 – Idioma de publicação – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”



Fonte: A autora (2021).

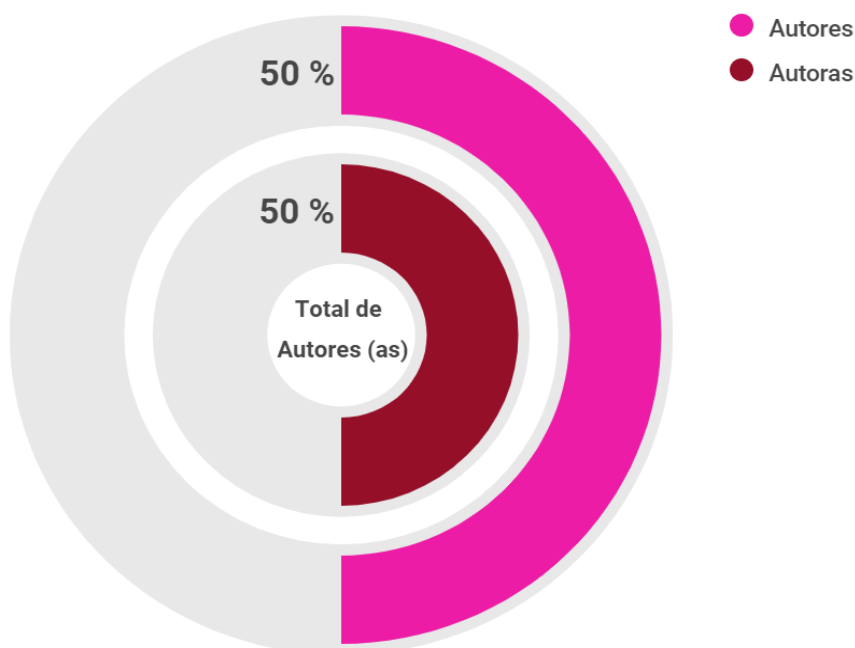
Para que seja possível compor a conjuntura da atuação feminina na reciclagem morna, foi delineada a Tabela 84, nela estão inclusas informações como o total de autoras e autores, sendo uma autoria feminina e outra masculina. O Gráfico 68 elucida o total de autores (as), em quantitativo e em porcentagem.

Tabela 84 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS)	TOTAL DE AUTORES (AS) (%)
AUTORAS	1	50,00
AUTORES	1	50,00
TOTAL	2	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 68 – Total de autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”



Fonte: A autora (2021).

A autora identificada é responsável pela elaboração de uma tese e publicou seu estudo por meio da USP. Estão listados no Quadro 51 o nome da autora, o tipo de documento produzido e a instituição em que cursou o Programa de Pós-Graduação.

Quadro 51 – Lista de autoras – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

LISTA DE AUTORAS	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Genesseaux, Manuela de Mesquita Lopes	Tese	USP

Fonte: A autora (2021).

Já o autor desenvolveu uma dissertação no decorrer do Programa de Pós-Graduação da UFRJ. O Quadro 52 apresenta o nome do autor, o tipo de documento produzido e instituição pela qual o trabalho foi publicado.

Quadro 52 – Lista de autores – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

LISTA DE AUTORES	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Zubaran, Marcelo	Dissertação	UFRJ

Fonte: A autora (2021).

No que tange às práticas de orientação prestadas aos pós-graduandos, pode-se destacar que duas mulheres foram responsáveis por essas atividades, sendo assim nenhum homem foi caracterizado como orientador. A Tabela 85 expõe o que foi

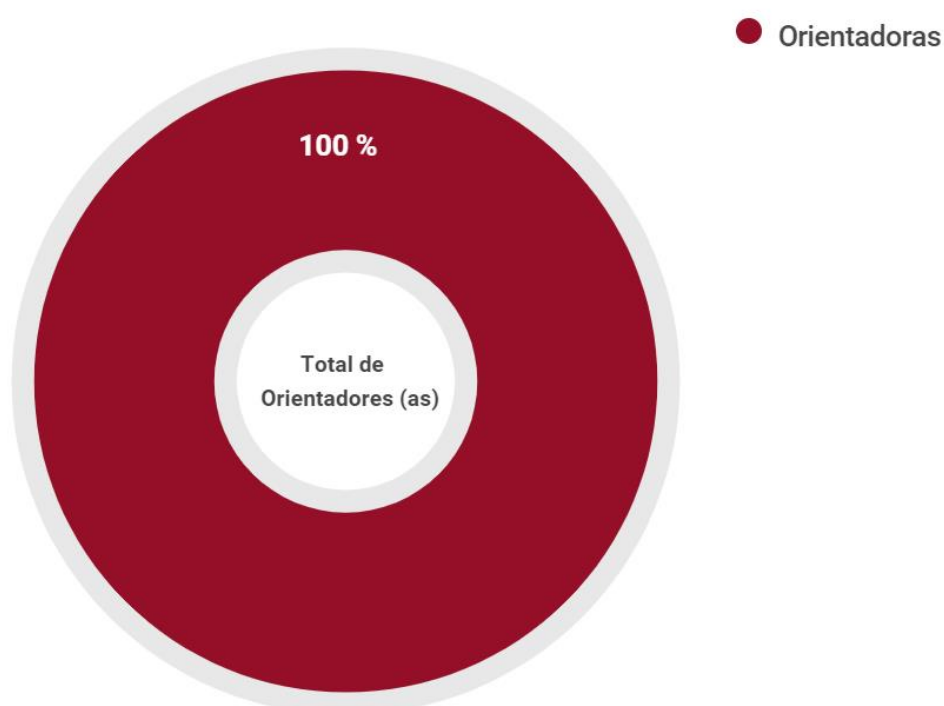
considerado acima e o Gráfico 69 ilustra a integralidade das mulheres em uma posição de supervisão dos trabalhos produzidos.

Tabela 85 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS)	TOTAL DE ORIENTADORES (AS) (%)
ORIENTADORAS	2	100,00
ORIENTADORES	0	0,00
TOTAL	2	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 69 – Total de orientadores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”



Fonte: A autora (2021).

As orientações foram distribuídas entre duas mulheres, sendo cada uma delas responsável por supervisionar um aluno de Pós-Graduação na construção de um estudo acerca da reciclagem morna. Entre elas havia uma orientadora vinculada à USP e à supervisão de uma tese, já a outra possuía ligação com a UFRJ e orientou o desenvolvimento de uma dissertação. A Tabela 86 agrupa os dados obtidos.

Tabela 86 – Total de orientações femininas – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

(continua)

LISTA DE ORIENTADORAS	TOTAL DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES (%)	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
-----------------------	----------------------	--------------------------	-------------------	-------------

Tabela 86 – Total de orientações femininas – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”
(conclusão)

LISTA DE ORIENTADORAS	TOTAL DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE ORIENTAÇÕES (%)	TIPO DE DOCUMENTO	INSTITUIÇÃO
Bernucci, Liedi Legi Bariani	1	50,00	Tese	USP
Motta, Laura Maria da	1	50,00	Dissertação	UFRJ
TOTAL	2	100,00		

Fonte: A autora (2021).

Em relação às ligações entre autores e orientadoras, pode-se identificar duas situações distintas: em um dos casos uma mulher orientou outra mulher e em outra conjuntura, um homem foi orientado por uma mulher. O Quadro 53 e a Tabela 87 retratam as situações de orientação, o Gráfico 70 aclara as relações entre orientando e orientador.

Quadro 53 – Relações entre orientadores (as) e autores (as) – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

MULHERES QUE ORIENTAM MULHERES	
ORIENTADORA	AUTORA
Bernucci, Liedi Legi Bariani	Gennesseaux, Manuela de Mesquita Lopes
MULHERES QUE ORIENTAM HOMENS	
ORIENTADORA	AUTOR
Motta, Laura Maria Goretti da	Zubaran, Marcelo

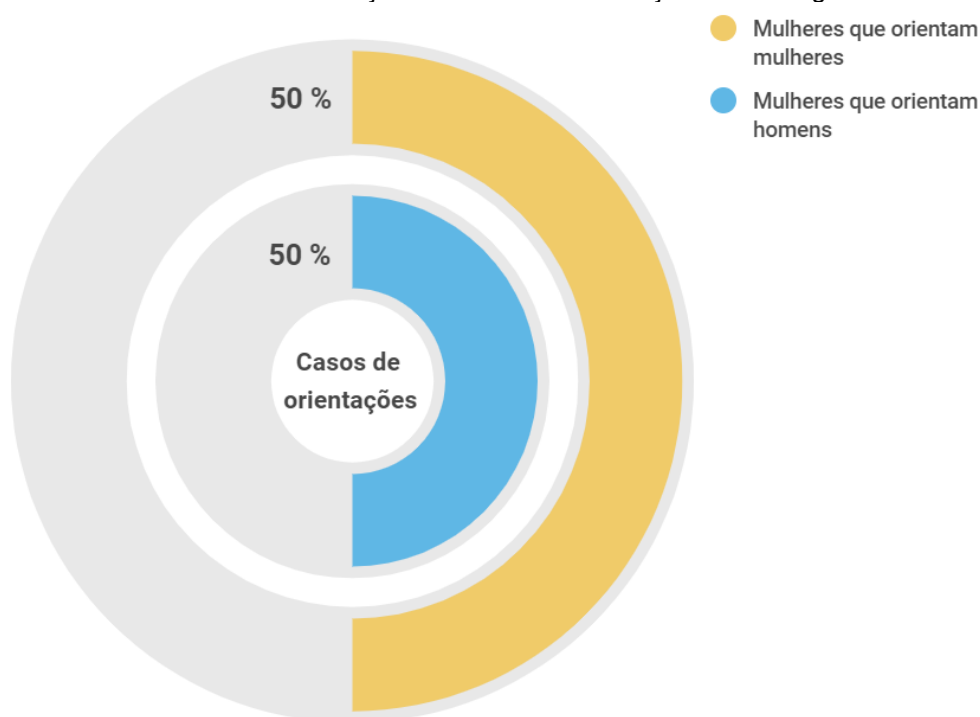
Fonte: A autora (2021).

Tabela 87 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”

CASOS DE ORIENTAÇÕES	TOTAL DE CASOS	TOTAL DE CASOS (%)
Mulheres que orientam mulheres	1	50,00
Mulheres que orientam homens	1	50,00
TOTAL	2	100,00

Fonte: A autora (2021).

Gráfico 70 – Casos de orientações – Teses e Dissertações “Reciclagem morna”



Fonte: A autora (2021).

E com o intuito de colaborar com a representação da realidade feminina no meio científico, buscou-se pelo nome da autora nos portais Currículo Lattes e LinkedIn, o resultado gerado indicou a continuidade dos estudos da até então doutora e agora pós-doutora. O Quadro 54 fornece os dados da autora.

Quadro 54 – Continuidade acadêmica – Teses e Dissertações “Reciclagem profunda”

AUTORA	SITUAÇÃO	INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	ORIENTADOR (A)
Genesseaux, Manuela de Mesquita Lopes	Pós-Doutora	USP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes	-

Fonte: A autora (2021).

Quanto às contribuições fundamentais dos estudos referentes a “Reciclagem morna”, pode-se observar que o uso de tal método de reciclagem apresenta resultados adequados e viáveis para aplicação, no entanto é preciso considerar a ação do tráfego e os dados obtidos por ensaios, para que tal aplicação seja feita sob condições seguras. O Quadro 55 retrata o panorama gerado em relação à colaboração ao assunto tratado.

INSTITUIÇÃO	
USP	UFRJ
AUTOR	
Gennesseaux, Manuela de Mesquita Lopes	Zubaran, Marcelo
ORIENTADOR	
Bernucci, Liedi Legi Bariani	Motta, Laura Maria Goretti da
TÍTULO	
Avaliação da durabilidade de misturas asfálticas a quente e mornas contendo material asfáltico fresado.	Avaliação do comportamento de misturas asfálticas recicladas mornas em laboratório e usina de asfalto.
OBJETIVO	
<p>Analisar o comportamento mecânico e a durabilidade de misturas asfálticas recicladas mornas que foram produzidas em laboratório. A pesquisa compreende tanto os mecanismos químicos quanto os físicos envolvidos no processo, fundamentando-se nas alterações de comportamento mecânico em relação à deformação permanente, módulo complexo e vida de fadiga.</p>	<p>O autor teve como objetivo estudar os métodos e critérios para a produção de misturas asfálticas, aliando reciclagem a quente e misturas mornas, a execução foi realizada em laboratório e em usina de asfalto para utilização como camada de revestimento asfáltico, foram levadas em consideração as particularidades dos materiais e dos equipamentos presentes.</p>
CONCLUSÕES	
<p>De acordo com os principais resultados da pesquisa, a mistura reciclada morna apresentou resultados satisfatórios de comportamento mecânico, garantindo, dessa forma, a sua aplicação como camada de revestimento asfáltico. Entretanto, em relação à fadiga, a mistura tende a ser mais sensível quando comparada a outras de mesma granulometria e teor de ligante, fabricadas a quente ou morna, mas sem a inserção de fresado.</p>	<p>A pesquisa mostrou a viabilidade técnica da mistura reciclada morna para aplicação em pavimentos como camada asfáltica de rolamento, a sua praticabilidade foi alicerçada nos resultados dos ensaios oriundos das misturas de referência.</p>
SUGESTÕES	
<ul style="list-style-type: none"> - Determinar um método de inspeção da heterogeneidade do material asfáltico fresado; - Pesquisar os efeitos de outras taxas de inserção do material fresado no comportamento mecânico desse tipo de mistura; - Investigar os efeitos do tempo e da temperatura de usinagem para as misturas recicladas mornas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Indica-se que seja instalado um sistema de beneficiamento do material fresado na usina da Prefeitura Municipal da Cidade do Rio de Janeiro, com o intuito de preservar a maior parte do ligante envelhecido durante o aquecimento da usina, e ainda, após esta instalação, deve-se realizar novos trechos experimentais; - Elevar a temperatura de usinagem do cimento asfáltico de petróleo para intensificar o processo de espumação, no entanto, evitar ultrapassar a temperatura de 175°C; - Projetar com CAP 50/70 tanto as misturas de referência quanto as que possuem inserção de material fresado, substituindo o CAP 30/45. Tal modificação tem o objetivo de reduzir a rigidez e aumentar a capacidade de expansão do sistema de asfalto espumado.

Fonte: A autora (2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, buscou-se estruturar o cenário da pesquisa científica, a nível de trabalhos de conclusão de curso, teses e dissertações, acerca da reciclagem de misturas asfálticas. Assim, foram contempladas as diversas facetas que permitem a construção de tal panorama, priorizando caracterizar as Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras que produziram os documentos, retratar o envolvimento feminino na elaboração e supervisão das pesquisas e por fim, relatar as principais contribuições e sugestões dos estudos brasileiros para o tema abordado.

Para isso, foi realizada uma pesquisa teórica referente ao tema central do estudo, o que permitiu incluir a busca por fresagem de pavimentos, reciclagem de misturas asfálticas, estratégias de reabilitação dos pavimentos asfálticos e pelos métodos de reciclagem, sendo eles: a reciclagem a quente, reciclagem a frio, reciclagem morna e reciclagem profunda.

Além disso, foi feita a busca pelos trabalhos de conclusão de curso, teses e dissertações nos portais selecionados, para que fossem coletados dados sobre as instituições, os tipos de pesquisas, os cursos/programas de pós-graduação, os estados e regiões do Brasil onde estão localizadas as instituições, os anos de publicação, os idiomas de escrita dos estudos. Dessa forma, as informações identificadas compuseram o cenário de participação, ao tema abordado, das Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras.

E ainda, foi possível investigar e apresentar a participação das mulheres na pesquisa científica brasileira, no que diz respeito à reciclagem de misturas asfálticas, seja por meio da produção ou orientação dos trabalhos. Pode-se obter dados como a quantidade de autoras e orientadoras, a listagem de seus respectivos nomes, as relações estabelecidas entre autoria e supervisão e a identificação do prosseguimento ou não, das autoras na academia, em especial na área de Infraestrutura e Transportes.

Por fim, foram definidas e apresentadas as principais informações acerca de cada estudo encontrado, levando em consideração os objetivos, as conclusões e as sugestões (se houvessem) dos estudos analisados. Os dados mencionados tiveram papel essencial na construção e exposição das principais contribuições geradas ao meio científico e à sociedade.

De modo geral, foi possível concluir que a reciclagem de misturas asfálticas é um tema de grande relevância no contexto científico nacional. E nesse sentido, ressalta-se a importância de ampliar e aprofundar os estudos na área, enriquecendo o debate e a busca por soluções que unam técnica, aplicação prática e sustentabilidade. No mais, é pertinente enfatizar que quanto maior a pluralidade de instituições e regiões contribuintes, mais diversas serão as explorações a respeito de um mesmo tema, bem como é engrandecedor que as mulheres assumam papéis centrais nas pesquisas científicas, e não só na produção dos estudos, mas também fazendo um papel que historicamente, e por vezes é considerado masculino, o de orientar. Em suma, pode-se por assim dizer que o estudo da reciclagem de misturas asfálticas é um tópico atual e necessário, em sua face científica, cultural e humana.

Para que o entendimento das conclusões seja facilitado, optou-se por organizar as considerações finais em dois momentos, o primeiro concerne-se aos trabalhos de conclusão de curso, e o segundo às teses e dissertações.

6.1 TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO

Foram analisados vinte e dois documentos, três em referência a “Reciclagem a quente”, seis oriundos do termo “Reciclagem a frio” e treze vinculados a “Reciclagem profunda”. Para os termos *“Reclaimed Asphalt Pavement”* e “Reciclagem morna” não foram contabilizadas nenhuma pesquisa.

As universidades que incluíram em suas pesquisas o tema abordado foram: UFRGS, UNIPAMPA, UTFPR, UFSC, UDESC, UFMT, UFPE, UEPB. A instituição que teve maior responsabilidade sob o desenvolvimento das pesquisas foi a UFRGS, englobando um total de sete documentos, em seguida a UNIPAMPA e a UTFPR publicaram quatro estudos cada, a UDESC e a UFSC contabilizaram duas pesquisas por instituição, já a UFMT, UFPE, UEPB auxiliaram com um trabalho de conclusão de curso por universidade. Excetuando-se a UDESC e a UEPB, que são classificadas como estaduais, as demais são federais, não houve registros de instituições municipais. Todos os trabalhos analisados foram elaborados nos cursos de Engenharia Civil, das respectivas instituições.

A região com maior atuação no tema central deste estudo, é o Sul do Brasil, o qual contou com o envolvimento de todos os seus estados (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), já o Nordeste foi representado pelos estados do Pernambuco e

da Paraíba e o Centro-Oeste pelo Mato Grosso. Não houve registros das regiões Sudeste e Norte. O estado que atingiu maior produção de pesquisas, foi o Rio Grande do Sul, totalizando onze documentos, seguido pelo Paraná e por Santa Catarina com quatro contribuições por estado, Pernambuco, Paraíba e Mato Grosso são detentores de uma pesquisa por localidade.

Quanto aos anos em que as pesquisas foram publicadas, foram identificados os seguintes anos: 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2020. Atenta-se ao fato de que o ano de maior publicação de pesquisas foi o de 2014, perfazendo sete estudos. Em 2015 e em 2018 foram publicados quatro documentos em cada um dos anos, em 2016 e 2017 quantificaram-se dois trabalhos por ano, e finalmente, nos anos de 2012, 2013 e 2020 foram identificadas duas publicações referentes aos anos anteriormente mencionados. Salienta-se que todos os TCCs foram concebidos na língua portuguesa.

No que tange aos responsáveis pela autoria e supervisão das pesquisas, pode-se extrair que o número de autores é ligeiramente superior ao número de autoras, no entanto, a discrepância é significativa, ao se tratar das atividades de orientação dos estudos, em tais práticas, apenas uma mulher desenvolveu a função de supervisão e acompanhamento do TCC. E ainda, os resultados obtidos permitiram a constatação de que o maior número de relações entre orientandos e orientadores, se deu por homens que orientam outros homens, posteriormente por homens que são orientadores de mulheres e em fim, pelo único caso em que uma mulher foi orientada por outra mulher.

Quanto à continuidade acadêmica das autoras dos trabalhos, não foram encontradas informações que evidenciassem que tenha ocorrido o prosseguimento dos estudos na área de Infraestrutura e Transportes.

Em relação às contribuições das pesquisas, pode-se observar que os objetivos propuseram a inserção de material fresado nas misturas asfálticas, em diversas taxas e com a combinação de diferentes materiais e agentes rejuvenescedores, podendo a reciclagem ser realizada a quente, a frio ou profunda. Além disso, em sua maioria, as misturas produzidas obtiveram um desempenho adequado se comparadas com as misturas asfálticas convencionais. Tais comportamentos foram analisados por meio de ensaios em laboratório e em campo, os resultados, no geral, foram satisfatórios; no mais, recomenda-se a continuidade dos estudos sobre o tema central deste estudo.

6.2 TESES E DISSERTAÇÕES

Foram examinados quarenta trabalhos, sendo trinta e seis dissertações e quatro teses. O termo “*Reclaimed Asphalt Pavement*” originou treze estudos, dentre eles doze dissertações e uma tese, a busca por “Reciclagem a quente” resultou em dez dissertações, a expressão “Reciclagem a frio” foi responsável pela aparição de oito dissertações, para a “Reciclagem profunda” foram obtidas sete pesquisas, sendo cinco dissertações e duas teses. “Reciclagem morna” contribuiu com dois trabalhos, uma dissertação e uma tese. O termo que mais gerou dissertações como resultado foi “*Reclaimed Asphalt Pavement*” e o que mais acarretou em teses foi “Reciclagem profunda”.

Ao todo, onze instituições abrangeram a reciclagem de misturas asfálticas, sendo elas: USP, UFRGS, UFSM, CEFET-MG, UFG, UFSC, UFC, UFPR, UFAM, UNICAMP e UFRJ, dessas apenas a UNICAMP é uma instituição estadual, as restantes são federais, não houve registro de contribuição das instituições municipais. A instituição que obteve destaque nas publicações de teses e dissertações, foi a USP, com um total de treze estudos. Em seguida, a UFRGS e a UFSM cooperaram com seis pesquisas por universidade, o CEFET-MG publicou cinco trabalhos, a UFG produziu três estudos, e a UFSC, dois. UFC, UFPR, UFAM, UNICAMP, UFRJ elaboraram um documento por instituição.

Os trabalhos foram produzidos por mestrandos e doutorandos de seis categorias distintas de cursos de pós-graduação, cabe enfatizar que cada uma das instituições possuía um programa próprio participante das pesquisas, no entanto, os programas de mesmo nome genérico foram agrupados, com o intuito de evidenciar quais os Programas de Pós-Graduação obtiveram maior alcance na concepção dos estudos.

Dessa forma, foram identificados: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, com um total de dezesseis estudos produzidos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, colaborando com quatorze pesquisas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais, viabilizando a construção de cinco trabalhos, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, propiciando o desenvolvimento de três documentos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil e o Programa de Pós-Graduação

em Ciência e Engenharia de Materiais, conduziram uma pesquisa por curso *stricto sensu*.

Pode-se afirmar que todas as regiões do Brasil contribuíram com as pesquisas a respeito da reciclagem de misturas asfálticas, o Sul do Brasil contou com a participação de todos os seus estados (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), a região Sudeste refletiu os estudos desenvolvidos pelos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, o Centro-Oeste auxiliou com o envolvimento de Goiás, o Nordeste, com o auxílio do Ceará, e o Norte, com o Amazonas. O estado que alcançou a maior produção de estudos, quatorze, foi São Paulo. Em seguida, o Rio Grande do Sul totalizou doze trabalhos, Minas Gerais gerou cinco contribuições, Goiás foi responsável por três publicações e Santa Catarina, por duas. Os estados do Ceará, Paraná, Amazonas e Rio de Janeiro conceberam um estudo por localidade.

Em relação aos anos em que as pesquisas foram publicadas, foram detectados os seguintes anos: 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020. Destaca-se o fato de que o ano em que mais pesquisas foram publicadas, foi o ano de 2016, totalizando nove estudos. Em 2018 foram produzidos oito documentos, já em 2019, seis. Os anos de 2014, 2015 e 2017 forneceram à pesquisa científica brasileira, quatro documentos por ano. Duas publicações datam de 2020, em 2011, 2012 e 2013 houve uma elaboração de trabalho em cada um dos anos. Nenhum registro foi identificado para o ano de 2010.

Quando ao idioma de publicação, foram verificadas duas línguas de desenvolvimento dos estudos, a língua portuguesa e a língua inglesa. Em português, foram escritos trinta e seis trabalhos, e em inglês, quatro. Dos quatro estudos produzidos em inglês, três eram dissertações e um, uma tese.

No que se refere aos responsáveis pela autoria e supervisão dos trabalhos, pode-se afirmar que o número de autores é superior ao número de autoras, com uma diferença expressiva, já em relação as atividades de orientação, apesar de maior o número de orientadores em relação às orientadoras, não há grandes discrepâncias. Ainda assim, o percentual de relações entre orientandos e orientadores, em que homens conduzem a pesquisa de homens é o maior, em seguida, destaca-se a orientação realizada por mulheres para com orientandos homens, posteriormente foram registrados os casos de mulheres que foram orientadas por homens, e por fim, com grande disparidade em comparação aos demais vínculos, aparecem os casos de mulheres que orientaram outras mulheres.

No que tange à continuidade acadêmica das autoras das pesquisas, foram identificadas informações que constatarem o prosseguimento aos estudos, na área de Infraestrutura e Transportes, por parte de oito autoras. Entre elas, seis estão realizando o doutorado, uma já conquistou o título de doutora, e a outra concluiu o pós-doutorado. Os programas de doutorado e pós-doutorado estão vinculados à UFRGS, à USP e à UFSC. Bem como, aos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

No que compete às contribuições das teses e dissertações, também foi possível identificar que os autores indicaram a inserção de material fresado nas misturas asfálticas, em proporções mais modestas ou em grandes volumes, a depender do estudo. A adição de agentes rejuvenescedores e materiais estabilizantes foram incentivadas e experimentadas. Foram exploradas as reciclagens a quente, a frio, profunda e morna. As misturas asfálticas recicladas, de modo geral, foram satisfatórias e atingiram os valores mínimos estabelecidos para as misturas convencionais, obtendo um desempenho admissível. O aprofundamento dos estudos neste tema é fomentado e indicado pelos autores.

6.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No decorrer do presente estudo, foram afloradas novas perspectivas e possibilidades que poderiam ser aplicadas para o aperfeiçoamento dos dados obtidos. Por esse motivo, e recordando as adversidades e limitações vivenciadas, a sugestão é que novas pesquisas sejam elaboradas com o intuito de acrescentar ao que aqui foi exposto e de aprofundar a discussão acerca da reciclagem de misturas asfálticas. Sendo assim, são elencadas as seguintes sugestões:

- a) selecionar outros termos de busca, para que sejam abrangidas diversas pesquisas e assim agregar os trabalhos que porventura, não foram mencionados no presente estudo, bem como garantir a aquisição do conhecimento proporcionado pela pluralidade de documentos;
- b) empreender a busca pelos termos selecionados em outros portais de pesquisa, bibliotecas digitais e/ou repositórios, para que a base de dados

seja vasta e possa proporcionar a inclusão de diversas instituições e documentos;

- c) expandir as investigações sobre o tema, para além das Instituições Públicas de Ensino Superior Brasileiras, recomendando-se um estudo individual para as instituições privadas de ensino;
- d) realizar pesquisas aprofundadas sobre cada um dos objetivos específicos estabelecidos no presente trabalho, para que sejam conhecidas, em detalhe, as particularidades das instituições, do envolvimento feminino e das contribuições oriundas dos trabalhos;
- e) estender a busca pelo prosseguimento acadêmico das autoras na área estudada, para também abordar os autores, e assim elaborar um comparativo entre o desenvolvimento acadêmico de homens e mulheres na temática da reciclagem de misturas asfálticas.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, G.S de. **Blocos intertravados em concreto asfáltico reciclado à quente – contribuição para o estudo de viabilidade técnica.** 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3797151. Acesso em: 14 jan. 2021.
- ANTÃO, C.C.S. *et al.* **Influência da velocidade de carregamento e temperatura no comportamento mecânico de misturas recicladas a frio com emulsão asfáltica e espuma de asfalto.** Revista Transportes. v. 27, n. 3. 2019. ISSN: 2237-1346.
- ARAÚJO, L.M.D. **Estudo do comportamento de material fresado de revestimento asfáltico visando sua aplicação em reciclagem de pavimentos.** 2004. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.repositorio.unb.br/>. Acesso em: 23 ago. 2020.
- ASPHALT RECYCLING AND RECLAIMING ASSOCIATION. ARRA. United States of America. Department of Transportation. Federal Highway Administration. **Basic Asphalt Recycling Manual.** Annapolis, 2001.
- Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias – ABCR. **Importância das concessões para o Brasil.** Disponível em: <https://abcr.org.br/setor/concessionarias/sobre-a-concessao>. Acesso em: 3 jul. 2020.
- Associação Brasileira de Empresas Distribuidoras de Asfalto – ABEDA. **ABEDA: 50 anos da estrada do asfalto.** Rio de Janeiro, ABEDA, 1. ed. 2016.
- _____. ABEDA. **Manual Básico De Emulsões Asfálticas.** Rio de Janeiro, ABEDA, 2 ed. 2010.
- _____. ABEDA. **Programa Asfalto na Universidade.** Rio de Janeiro, ABEDA, 2 2007.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9935/2011: Agregados – Terminologia.** Rio de Janeiro, 2011.
- BALBO, J.T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração.** 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- BARROS, R. F. **Utilização do revestimento fresado da BR-104 como material de reforço da camada de base e/ou sub-base.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Núcleo de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/39210?locale=pt_BR. Acesso em: 21 fev. 2021.

BERNUCCI, B. *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 1. ed. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2007.

BETAEQ. **O uso de zeólitas na indústria do petróleo**. 2019. Disponível em: <https://betaeq.com.br/index.php/2019/05/15/o-uso-de-zeolitas-na-industria-do-petroleo/>. Acesso em: 22 ago. 2020.

Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 04 jan. 2021.

BOHN, K. A. *et al.* **Avanço de misturas asfálticas recicladas mornas com uso de ligantes convencional e modificado por polímero**. Revista Transportes. v. 28, n. 1. 2020. ISSN: 2237-1346.

BONFIM, V. **Fresagem de Pavimentos Asfálticos**. 3. ed. São Paulo: Exceção Editorial, 2007.

BORRÉ, G. **Estudo de resistência mecânica do concreto compactado com rolo com emprego de material fresado asfáltico para base de pavimentos**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2017. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/14246/DIS_PPGEC_2017_BORRE_G_RACIELI.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 jan. 2021.

BROSSEAUD, Y. **Reciclagem de misturas asfálticas: evolução após 20 anos e a situação atual na França**. 3º Salão de Inovação ABCR – 7º Congresso Brasileiro de Rodovias e Concessões – Foz do Iguaçu. 2011.

BUDNY, J. **Avaliação do comportamento mecânico de misturas asfálticas mornas**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://coppe.ufrj.br/>. Acesso em: 18 ago. 2020.

CANCHANYA, J. P. **Avaliação do comportamento mecânico e reológico de mistura asfáltica com adição de 20% de material fresado – RAP**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/188528/PECV1101-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jan. 2021.

CASTRO, L. N. **Reciclagem à Frio "in situ" com Espuma de Asfalto**. 2003. Tese (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <http://www.coppe.ufrj.br/>. Acesso em: 18 ago. 2020.

Catálogo de Teses e Dissertações. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/>. Acesso em: 04 jan. 2021.

CENTOFANTE, R. **Estudo laboratorial da utilização de material fresado em misturas asfálticas recicladas a quente**. 2016. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em:
<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7915/CENTOFANTE%2c%20ROBERTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jan. 2021.

Ceratti, J. A. P.; Bernucci, L. L. B.; Soares, J. B. **Utilização de ligantes asfálticos em serviços de pavimentação: guia técnico**. Rio de Janeiro: ABEDA, 2015.

CERDEIRA, J. F. **Estudo de misturas asfálticas recicladas a quente contendo 100% de material fresado para execução de tapa-buracos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em:
https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7015412. Acesso em: 14 jan. 2021.

Confederação Nacional de Transporte - CNT. **Transporte rodoviário: impactos da qualidade do asfalto sobre o transporte rodoviário**. Brasília, 2019.

Confederação Nacional de Transporte - CNT. **Acidentes rodoviários e infraestrutura**. Brasília, 2018.

Confederação Nacional de Transporte - CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2012: relatório gerencial**. Brasília, 2012.

COSTA, M. O. da. **Considerações sobre os métodos de dimensionamento estrutural de pavimentos com camadas recicladas a frio com espuma de asfalto**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em:
https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP_971a870e37506725e981ec1fe5089f4f. Acesso em: 12 jan. 2021.

CRUZ, J. G. F. da. **Avaliação do desempenho a longo prazo da reciclagem com adição de cimento da rodovia SC 355**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/171346>. Acesso em: 20 fev. 2021.

CUNHA, C. B. da. **Avaliação de desempenho de concreto asfáltico usinado a quente com incorporação de material fresado**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2014. Disponível em:
<http://dSPACE.unipampa.edu.br/bitstream/rii/1669/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20desempenho%20de%20concreto%20asf%C3%A1ltico%20usinado%20a%20quente%20com%20incorpora%C3%A7%C3%A3o%20de%20material%20fresado.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2021.

DAU, F. N. F. **Uma avaliação técnico/econômica da reciclagem de revestimentos asfálticos a frio em usina em área urbana.** 2001. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/>. Acesso em: 3 jul. 2020.

D'AVILA, V. E. **Reciclagem de pavimentos com adição de cimento: comportamento à flexão de misturas contendo BGTC e fresado asfáltico.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/138299/000989634.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 fev. 2021.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. **Diretrizes básicas para execução de misturas asfálticas mornas com o uso de aditivos surfactantes.** Publicação IPR – 747, 1 ed. – Rio de Janeiro, 2018.

_____. DNIT **Manual de Pavimentação.** Publicação IPR – 719, 3 ed. – Rio de Janeiro, 2006a.

_____. DNIT. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos.** Publicação IPR – 720, 2 ed. – Rio de Janeiro, 2006b.

_____. DNIT 034/2005 - ES. **Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico reciclado a quente no local - Especificação de serviço.** Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR, 2005.

_____. DNIT 166/2013 - ES. **Pavimentação – Reciclagem de pavimento a frio “in situ” com adição de espuma de asfalto - Especificação de serviço.** Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR, 2013.

Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo - DER/SP. DER/SP ET- DE - P00/038. **FRESAGEM DE PAVIMENTO ASFÁLTICO.** São Paulo, 2006.

DESCONSI, F. F. **Reutilização do resíduo oriundo de serviços de restauração asfáltica em sua forma natural e com adições como alternativa de base e sub-base de pavimentos.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Centro Tecnológico de Alegrete, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2014. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/1672>. Acesso em: 16 fev. 2021.

DINIZ, A. *et al.* **Tecnologia da Usinagem dos Materiais.** 1. ed. São Paulo: Editora MM, 1999.

ELY, V. **Influência da energia de compactação na resistência e na rigidez de mistura reciclada com cimento e com elevado teor de fresado.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/110051/000952046.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 fev. 2021.

FEDRIGO, W. **Factors affecting strength, stiffness and fatigue of cold recycled cement-treated mixtures**. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/211234>. Acesso em: 11 jan. 2021.

FEITOSA, J. C. **Avaliação de duas técnicas de reciclagem de pavimento flexível *in situ* com adição de cimento Portland para a utilização em camada de base, em um trecho da rodovia Visconde do Porto Seguro/SP**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3515308. Acesso em: 11 jan. 2021.

FERNANDES, R. O. **Caracterização e estabilização de um solo com resíduo proveniente da usinagem de misturas asfálticas para utilização em camada de base e sub-base de pavimento flexível**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, 2020. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/22810>. Acesso em: 23 jan. 2021.

FONSECA, S. A. **Estudo da viabilidade técnica da reciclagem a quente de concreto asfáltico fresado para aplicação a frio como material para confecção de remendos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6317525. Acesso em: 14 jan. 2021.

GADLER, F. **Desempenho e propriedades mecânicas de misturas asfálticas mornas produzidas com revestimento asfáltico fresado e agregado de resíduo de concreto em substituição da fração graúda e miúda da granulometria**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/trabalhoConclusaoWS?idpessoal=52357&idprograma=40001016049P2&anobase=2018&idtc=32>. Acesso em: 10 jan. 2021.

GENESSEAU, M. de M. L. **Avaliação da durabilidade de misturas asfálticas a quente e mornas contendo material asfáltico fresado**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-14072016-145634/publico/ManueladeMesquitaLopesGennesseaux2015.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2020.

GOMES, L. F. T. **Estudo da viabilidade do uso do material fresado com adição de cimento como opção de base e sub-base em pavimentos.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Centro Tecnológico de Alegrete, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2015. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/rii/1690/1/Estudo%20da%20viabilidade%20do%20uso%20de%20material%20fresado%20com%20%20adi%C3%A7%C3%A3o%20de%20cimento%20como%20op%C3%A7%C3%A3o%20de%20base%20e%20sub-base%20em%20pavimentos.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2021. Google Acadêmico. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/?hl=pt>. Acesso em: 02. jan. 2021.

GUATIMOSIM, F. V. **Comportamento mecânico e desempenho estrutural de materiais reciclados e estabilizados com espuma de asfalto.** 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-07072016-153231/pt-br.php>. Acesso em: 11 jan. 2021.

HILGERT, E. C. **Restauração de pavimento com uso de reciclagem profunda – estudo de caso da rodovia SC-480.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2014. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/000001/00000115.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2021.

HOMEZ, J. H. G. **Avaliação de rodovias goianas restauradas com a técnica de reciclagem a frio in situ.** 2014. Dissertação (Mestrado em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/4572>. Acesso em: 11 jan. 2021.

KASEER, F.; MARTIN, A. E.; ARÁMBULA-MERCADO, E. **Use of recycling agents in asphalt mixtures with high recycled materials contents in the United States: a literature review.** Construction and Building Materials. 2019.

KLEINERT, T. R. **Desenvolvimento de dosagem para mistura asfáltica de CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) com emprego de fresado para aplicação em vias urbanas em Porto Alegre.** 2016. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/142696>. Acesso em: 10 jan. 2021.

KLUG, A.B. **Evaluation of the fatigue performance of fine aggregate matrices prepared with reclaimed asphalt pavements and shale oil residue.** 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-19022018-112755/en.php>. Acesso em: 10 jan. 2021.

KUCHIISHI, A. K. **Mechanical behavior of cold recycled asphalt mixtures**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/vIEWTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7639834. Acesso em: 11 jan. 2021.

LIMA, G. G. de A. **Considerações sobre metodologias para o dimensionamento estrutural de pavimentos reciclados com camada cimentada**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP_7df7bb65b0b910067541072590232112. Acesso em: 19 jul. 2020.

LÓPEZ, M.A.C. **Reciclagem de pavimentos flexíveis com adição de cimento Portland: estudo de fadiga através do ensaio de flexão em viga quatro pontos**. 2016. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/149167>. Acesso em: 10 jan. 2021.

LUVIZÃO, G. **Avaliação do desempenho da reciclagem na rodovia SC 355: caracterização da mistura reciclada e avaliação estrutural de segmentos monitorados executados**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFSC_eeedd0bf27e9c756fc3e91571228a99a. Acesso em: 12 jan. 2021.

LUZZI, F. C. **Adaptação de usina para reciclagem à quente e avaliação laboratorial das misturas asfálticas produzidas**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/19103/DIS_PPGEC_2019_LUZZI_FELIPE.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 24 jan. 2021.

MANFRO, A. L. **Alternativa de projeto para a restauração da rodovia ERS-324 pelo método empírico-mecanicista**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/14340/1/PB_COECI_2018_2_39.pdf. Acesso em: 28 fev. 2021.

MARTINI, T. S. **Desenvolvimento de dosagem para mistura asfáltica de CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) com emprego de fresado para aplicação em vias urbanas em Porto Alegre**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/189358/001087554.pdf?sequence=1>. Acesso em: 16 jan. 2021.

NATIONAL CENTER FOR ASPHALT TECHNOLOGY. **NCAT Researchers Explore Multiple Uses of Rejuvenators**. 2014. Disponível em: <http://www.eng.auburn.edu/research/centers/ncat/infopubs/newsletters/atnspring2014.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

NEGRELLO, C. S. **Avaliação do desempenho a longo prazo da reciclagem a frio de pavimento, com adição de cimento, da rodovia SC 150, trecho BR 282 à Capinzal**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/127337>. Acesso em: 19 fev. 2021.

NEVES, B. R. **Estudo do desempenho de misturas asfálticas recicladas a quente com 100% de concreto asfáltico fresado para aplicação a frio em manutenção de pavimentos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7039961. Acesso em: 14 jan. 2021.

OLIVEIRA, J. A. de. **Avaliação do desempenho de misturas asfálticas recicladas mornas em laboratório e em campo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/11163>. Acesso em: 10 jan. 2021.

OLIVEIRA, P. C. A. de. **Contribuição ao estudo da técnica de reciclagem profunda na recuperação de pavimentos flexíveis**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_008ccca7b6fef5372cb9017e282a68a. Acesso em: 23 jul. 2020.

OLIVEIRA, P. C. A. de. **Avaliação das propriedades mecânicas da mistura de fresado e cascalho laterítico estabilizada com cimento**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/>. Acesso em: 12 jan. 2021.

PAEZ, J. L. G. L. C. **Reciclagem de pavimento asfáltico**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2012. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/000000/000000000015/000015B D.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2021.

PASCHE, E. **Estudo da resistência e da rigidez de uma mistura de material fresado asfáltico e pó-de-pedra com a adição de cimento**. 2016. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do

Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em:
<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/149836>. Acesso em: 10 jan. 2021.

PETROBRAS DISTRIBUIDORA S.A – Exploração e Produção de Petróleo e Gás. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/>. Acesso em: 16 abr. 2020.

PIRES, G. M. **Estudo da estabilização granulométrica e química de material fresado com adição de cimento Portland e cinza de casca de arroz para aplicação em camadas de pavimentos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2014. Disponível em:
<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7865/PIRES%2c%20GUSTAVO%20M ENEGUSSO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jan. 2021.

RAMOS, M. L. **Fatores que afetam a resistência à compressão simples (RCS) de misturas de fresado asfáltico, solo laterítico e cimento Portland**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em:
<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/148730>. Acesso em: 16 fev. 2021.

RAUL, C. M. **Avaliação a nível de ligantes da aplicabilidade de material fresado na execução de misturas asfálticas antirreflexão de trincas**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em:
<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-07012020-153048/pt-br.php>. Acesso em: 10 jan. 2021.

REIS, F. P. dos. **Avaliação laboratorial de mistura asfáltica reciclada a frio**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em:
<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/189225>. Acesso em: 19 fev. 2021.

RIBEIRO, B. R. **Estudo da estabilização granulométrica e química de material fresado com adição de cimento Portland para aplicação em camadas de pavimento**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Centro Tecnológico de Alegrete, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2017. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/1672>. Acesso em: 16 fev. 2021.

ROLDÃO, L. N. **Avaliação da capacidade de suporte de um solo da região do Vale do Araguaia com adição de material fresado e cimento**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Barra do Garças, 2018. Disponível em:
<https://bdm.ufmt.br/handle/1/528>. Acesso em: 22 jan. 2021.

SACHET, T. **Estudo de propriedades mecânicas de concretos compactados com incorporação de fresados para bases de pavimentos**. 2012. Tese. (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo,

São Paulo, 2012. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-18062013-153946/pt-br.php>. Acesso em: 10 jan. 2021.

SALDANHA, C. T.; SOUZA, D de; GIACOMITTI, G. S. **Análise do método de reciclagem de pavimento asfáltico utilizado pela prefeitura municipal de Curitiba**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3200/3/CT_EPC_2014_1_11.PDF. Acesso em: 28 fev. 2021.

SANTOS, C. L. dos. **Estudo de projeto de reabilitação de pavimento de trecho da rodovia RCS-453 com a técnica da reciclagem com cimento**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/127685/000970866.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 fev. 2021.

SANTOS, M. R.; DEMUELENAERE, R. G. A. **Reciclagem de Pavimento Asfáltico a Quente *In Situ***. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 02, Vol. 01, pp. 5-16. 2018. ISSN: 2448-0959.

SANTOS, R. O. G. **Monitoramento de Pavimentos Reciclados a Frio ‘In Situ’ no Estado de Goiás**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3756935. Acesso em: 11 jan. 2021.

SASOL. **Fischer-Tropsch Ward Wax - SASOBIT**. Catálogo de Produtos. 2020. Disponível em: <https://products.sasol.com/pic/products/home/grades/ZA/5sasobit/index.html>. Acesso em: 22 ago. 2020.

SAVIETTO, J.P. **Análise de impactos ambientais da restauração de um pavimento asfáltico pela Avaliação do Ciclo de Vida**. 2017. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-12092017-125206/pt-br.php>. Acesso em: 10 jan. 2021.

SCHNEIDER, E. D; PORFÍRIO, M. A. S; SCHROH, M. R. **Investigação do potencial de contaminação ambiental associado à disposição em solo de resíduos asfálticos**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/8322>. Acesso em: 19 jan. 2021.

SCHREINERT, G. G. **Reciclagem de pavimentos com adição de cimento: comportamento mecânico de misturas contendo fresado asfáltico e solo**

laterítico. 2017. Trabalho de Conclusão de curso (Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/169809/001051417.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 fev. 2021.

Semantic Scholar. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/>. Acesso em: 02. jan. 2021.

SERRAGLIO, D. **Análise de projeto de restauração com uso da técnica de reciclagem de pavimento flexível como base de revestimento de asfalto borracha**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica do Paraná, Pato Branco, 2014. Disponível em:

http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/14441/2/PB_COECI_2013_2_8.pdf. Acesso em: 16 fev. 2021.

SHAW, J. **Warm Mix Asphalt: Sasol reaching new frontiers**. Hunt Valley, MD, 2007.

Disponível em:

http://www.warmmixasphalt.org/submissions/53_20080101_John%20Shaw%20-%20Sasobit.pdf. Acesso em: 22 ago. 2020.

SHELL. **The Shell Bitumen Handbook**. 5. ed. Cambridge, 2003.

SILVA JÚNIOR, V. M. da. **Estudo laboratorial de bases granulares recicladas in situ**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil) - Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

Disponível em:

https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFG_9ca72059954c0fc6be649e9f1854b1ae. Acesso em: 12 jan. 2021.

SILVA, A. C. R. da. **Ladrilhos asfálticos reciclados – contribuição para o estudo de viabilidade técnica**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4306165. Acesso em: 30 jan. 2021.

SILVA, A. H. M. **Avaliação do comportamento de pavimentos com camada reciclada de revestimentos asfálticos recicladas a frio com emulsão modificada por polímero**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de

Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

Disponível em: <http://www.teses.usp.br/>. Acesso em: 15 jul. 2020.

SILVA, M, R. da. **Determinação de parâmetros que influenciam nas propriedades mecânicas de material fresado estabilizado granulométrica e quimicamente para emprego de pavimentação**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2018. Disponível em:

https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15963/DIS_PPGECC_2018_SILVA_MARCOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 jan. 2021.

SILVA, V. D. da. **Avaliação da deformação permanente de misturas estabilizadas com asfalto**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-22082019-152020/pt-br.php>. Acesso: 11 jan. 2021.

SOUZA, F. S. V. **Avaliação do desempenho de pavimentos restaurados por meio de técnicas de reciclagem de materiais de pavimentação**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/>. Acesso em: 23 jul. 2020.

SUZUKI, K.Y. **Avaliação de misturas asfálticas recicladas a quente com diferentes teores de material fresado**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/>. Acesso em: 2 jul. 2020.

TABECHRANI NETO, A. **Avaliação das propriedades mecânicas de uma mistura de material asfáltico fresado e vidro moído com a adição de cal de carbureto**. 2020. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/212229>. Acesso em: 10 jan. 2021.

TANSKI, M. C. **Comportamento mecânico de material reciclado a frio com emulsão e cimento**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3954716. Acesso em: 11 jan. 2021.

UNGER FILHO, W. **Estudo de mistura asfáltica reciclada a frio produzida com 100% de revestimento asfáltico fresado e agente de reciclagem emulsionado**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-25032019-102457/pt-br.php>. Acesso em: 13 ago. 2020.

WIRTGEN GMBH. **Tecnologia de Reciclagem a Frio**. 1. ed. Widhagen, Alemanha, 2012.

WIRTGEN GMBH. **Fresadoras a frio**. 2020. Disponível em: <https://www.wirtgen-group.com/ocs/pt-br/wirtgen/fresadoras-a-frio-61-c/>. Acesso em 20 set. 2020.

ZAPPE, A. P. S. **Avaliação de diferentes fontes de material fresado com ligantes não-convencionais na reciclagem à quente**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

Porto Alegre, 2020. Disponível em:
<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/215031/001119322.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jan. 2021.

ZUBARAN, M. **Avaliação do comportamento de misturas asfálticas recicladas mornas em laboratório e usina de asfalto**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Corpo Docente do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em:
https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=1377637. Acesso em: 19 ago. 2020.

**APÊNDICE A – CÓDIGO QR PARA TABELAS CONTENDO AS INSTITUIÇÕES
ONDE FORAM REALIZADAS AS BUSCAS PELOS TERMOS SELECIONADOS**

APÊNDICE A - Código QR para tabelas contendo as instituições onde foram realizadas as buscas pelos termos selecionados

Neste apêndice é apresentado o código QR para acesso às tabelas contendo as instituições onde foram realizadas as buscas pelos termos selecionados, tal material foi elaborado tendo como base os dados fornecidos pelo portal e-MEC.

