

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CHRISTIANE DA SILVA DEOLINDO

ANÁLISE DO CONTROLE DE QUALIDADE DAS MISTURAS ASFÁLTICAS EM
RODOVIAS ESTADUAIS DA SERRA GAÚCHA

BENTO GONÇALVES
2020

CHRISTIANE DA SILVA DEOLINDO

**ANÁLISE DO CONTROLE DE QUALIDADE DAS MISTURAS ASFÁLTICAS EM
RODOVIAS ESTADUAIS DA SERRA GAÚCHA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade de Caxias do
Sul como parte dos requisitos para a
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador Prof. Me. Matheus Lemos
Nogueira

BENTO GONÇALVES
2020

CHRISTIANE DA SILVA DEOLINDO

**ANÁLISE DO CONTROLE DE QUALIDADE DAS MISTURAS ASFÁLTICAS EM
RODOVIAS ESTADUAIS DA SERRA GAÚCHA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade de Caxias do
Sul como parte dos requisitos para a
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Aprovado em 03/07/2020

Banca Examinadora

Prof. Me. Matheus Lemos Nogueira
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Me. Jaqueline Bonatto
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Me. Anelise Schmitz
Universidade Federal do Paraná – UFPR

Eng. Civil Jéssica Santos Rossi
Engenharia Civil

AGRADECIMENTOS

Poder, finalmente, estar escrevendo esta dissertação é muito gratificante, mesmo sendo trabalhoso e, diversas vezes, exaustivo.

Agradeço, primeiramente a Deus, pelo dom da vida, que é o princípio para todo o resto fazer sentido.

Ao meu professor orientador, Matheus Lemos Nogueira, que me auxiliou desde o início, desde a escolha do tema, até a finalização deste trabalho.

Agradeço à banca examinadora, professora Anelise Schmitz, professora Jaqueline Bonatto e a engenheira Jéssica Santos Rossi, pelas considerações que contribuíram para enriquecer ainda mais este trabalho.

À Universidade de Caxias do Sul, campus da região dos vinhedos, que é responsável pelos meus 6,5 anos de graduação. Aos ótimos professores que passaram pelo meu caminho durante este período.

À 2º Superintendência do DAER, que me forneceu todo o material para este trabalho, a oportunidade de estagiar e todo auxílio que precisei durante este período.

Agradeço, em especial, aos meus padrinhos, Nair de Jesus Leitão e Alfredo da Rosa, que estão comigo desde sempre, presentes nos melhores e piores momentos da minha vida.

À minha amiga do peito, Franciele da Silva, que sempre me apoiou e me incentivou. Quem, muitas vezes, me acompanhava, falando pelo telefone depois da aula, até eu chegar em casa. Sou grata por poder compartilharmos tantos momentos, bons e ruins.

Aos meus colegas de curso, Adenir Douglas de Oliveira, Fernando Moccellin, Luan Baldassari de Oliveira, Maurício Gatto Izolini, por todo companheirismo nos inúmeros trabalhos e dias estudando para provas. Com vocês, com certeza, foi mais fácil passar por todos esses anos.

Por fim, à minha família, que sempre esteve ao meu lado me apoiando e que são os bastidores de tudo que sou hoje (mesmo não aparecendo, às vezes, sempre estão presentes de alguma forma). Meu pai, Edemar Deolindo, minha mãe Jaqueline Deolindo e minha irmã, Ketlin Deolindo. Obrigada por tudo!

*Não há limitações para a mente, exceto
aquelas que reconhecemos.*

Napoleon Hill

RESUMO

Este trabalho consiste na avaliação do controle de qualidade das misturas asfálticas utilizadas no revestimento de três rodovias do Rio Grande do Sul: ERS-122, RSC-470 e ERS-324, todas sob jurisdição da 2ª Superintendência Regional do DAER/RS, localizada em Bento Gonçalves (no período em que os dados foram coletados). As características analisadas foram teor de ligante, granulometria, grau de compactação, espessura da camada. Quanto à granulometria, foram analisadas as porcentagens passantes nas peneiras # 1/2", # 3/8", # n4, # n8, # n30, # n50, # n100 e # n200. Os valores obtidos nos respectivos ensaios ou levantamentos foram comparados com os parâmetros de projeto, considerando as tolerâncias definidas nas normativas. Para este objetivo, o banco de dados formado contém valores coletados pelo DAER e pela empresa executora das misturas. Na análise de variabilidade, foram adotados parâmetros estatísticos que ajudam a descrever o nível de qualidade de cada característica. A conclusão do trabalho é que, a maioria das características analisadas, não atendem aos níveis de serviços esperado, apenas as espessuras ficam dentro das tolerâncias estabelecidas.

Palavras-chave: Controle de qualidade. Rodovias. Mistura asfáltica.

ABSTRACT

This paper consists of evaluating the quality control of the asphalt mixtures used in the coating of three highways in Rio Grande do Sul: ERS-122, RSC-470 and ERS-324, all under the jurisprudence of the 2nd Regional Superintendence of DAER / RS, located in Bento Gonçalves (with no period in which data were collected). The characteristics analyzed were asphalt content, granulometry, degree of compaction, layer thickness. As for granulometry, percentages were passed through the sieves # 1/2 ", # 3/8", # n4, # n8, # n30, # n50, # n100 and # n200. The values selected in the tests or surveys were compared with the design parameters, considering the tolerances allowed in the standards. For this purpose, either the composite database contains values collected by DAER and by the mixing company. In the variability analysis, was adopted statisticians' parameters that help to describe the quality level of each characteristic. The conclusion of the paper is that, most of the characteristics analyzed, does not reach the expected service levels, only the thicknesses remain within the permitted tolerances.

Key-words: Quality control. Highways. Asphalt mixtures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da ERS-122	29
Figura 2 – Mapa de localização da RSC-470	29
Figura 3 – Mapa de localização da ERS-324	30
Figura 4 – Desvios padrões das medidas dos teores de ligante comparando valores do DAER e da executora.....	40
Figura 5 – Desvios padrões das medidas do grau de compactação comparando valores do DAER e da executora	41
Figura 6 – Desvios padrões das medidas da espessura de 4,0cm comparando valores do DAER e da executora	42
Figura 7– Desvios padrões das medidas da espessura de 5,0cm comparando valores do DAER e da executora	43
Figura 8 – Desvios padrões das medidas da espessura de 6,0cm comparando valores do DAER e da executora	44
Figura 9 – Desvios padrões das medidas da espessura de 7,0cm comparando valores do DAER e da executora	44
Figura 10 – Desvios padrões das medidas da peneira # 1/2" comparando valores do DAER e da executora.....	46
Figura 11 – Desvios padrões das medidas da peneira # 3/8" comparando valores do DAER e da executora.....	47
Figura 12 – Desvios padrões das medidas da peneira # n4 comparando valores do DAER e da executora.....	48
Figura 13 – Desvios padrões das medidas da peneira # n8 comparando valores do DAER e da executora.....	49
Figura 14 – Desvios padrões das medidas da peneira # n30 comparando valores do DAER e da executora.....	50
Figura 15 – Desvios padrões das medidas da peneira # n50 comparando valores do DAER e da executora.....	51
Figura 16 – Desvios padrões das medidas da peneira # n100 comparando valores do DAER e da executora.....	52
Figura 17 – Desvios padrões das medidas da peneira # n200 comparando valores do DAER e da executora.....	53
Figura 18 – Diferenças entre os valores médios do teor de ligante medidos pelo DAER e pela executora e o teor de projeto de cada rodovia	55

Figura 19 – Diferenças entre os valores médios do grau de compactação medidos pelo DAER e pela executora e o ideal de 100%.....	56
Figura 20 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de 4,0cm.....	57
Figura 21 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de 5,0cm.....	58
Figura 22 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de 6,0cm.....	59
Figura 23 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de 7,0cm.....	59
Figura 24 – Diferenças entre os valores médios da peneira # 1/2" medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia	60
Figura 25 – Diferenças entre os valores médios da peneira # 3/8" medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia	61
Figura 26 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n4 medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia.....	63
Figura 27 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n8 medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia	64
Figura 28 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n30 medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia.....	65
Figura 29 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n50 medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia.....	67
Figura 30– Diferenças entre os valores médios da peneira # n100 medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia.....	68
Figura 31 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n200 medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Granulometria.....	22
Tabela 2 – Tolerâncias admitidas para a composição do concreto asfáltico.....	22
Tabela 3 – Tolerâncias máximas para a composição do concreto asfáltico.....	23
Tabela 4 – Valores que devem ser adotados para o Ensaio de Marshall	24
Tabela 5 – Tolerância do volume de vazios	24
Tabela 6 – Tolerâncias máximas para a composição do concreto asfáltico.....	26
Tabela 7 – Espessura mínima de revestimento betuminoso	27
Tabela 8 – Métodos de ensaio para medir as características de qualidade analisadas	30
Tabela 9 – Características de projeto de mistura analisada.....	31
Tabela 10 – Tamanho e variabilidade do processo de cada semana dos dados de janeiro de 2016 da ERS-122 com teor de ligante igual a 5,3%	33
Tabela 11 – Tamanho total e variabilidade do processo de cada mês dos dados da ERS-122 com teor de ligante igual a 5,3%.....	33
Tabela 12 – Tamanho total e variabilidade do processo de cada mistura, considerando o teor de ligante	34
Tabela 13 – Tamanho e médias aritméticas de cada semana dos dados de janeiro de 2016 da ERS-122 com teor de ligante igual a 5,3%.....	35
Tabela 14 – Tamanho e médias aritméticas de cada mês dos dados da ERS-122 com teor de ligante igual a 5,3%	36
Tabela 15 – Diferenças entre os valores do teor de betume medidos pelo DAER e o teor de projeto de cada mistura.....	36
Tabela 16 – Exemplo de Teste F com valor de hipótese aceito	37
Tabela 17 – Exemplo de Teste T com valor de hipótese aceito	38
Tabela 18 – Desvios padrões das medidas do DAER dos teores de ligante	39
Tabela 19 – Desvios padrões das medidas da executora dos teores de ligante.....	39
Tabela 20 – Desvios padrões das medidas do DAER do grau de compactação	40
Tabela 21 – Desvios padrões das medidas da executora do grau de compactação.....	40
Tabela 22 – Desvios padrões das medidas do DAER da espessura de 4,0cm.....	41
Tabela 23 – Desvios padrões das medidas da executora da espessura de 4,0cm.....	42
Tabela 24 – Desvios padrões das medidas do DAER da espessura de 5,0cm.....	42
Tabela 25 – Desvios padrões das medidas da executora da espessura de 5,0cm.....	42

Tabela 26 – Desvios padrões das medidas do DAER da espessura de 6,0cm.....	43
Tabela 27 – Desvios padrões das medidas da executora da espessura de 6,0cm...	43
Tabela 28 – Desvio padrão das medidas do DAER da espessura de 7,0cm	44
Tabela 29 – Desvio padrão das medidas da executora da espessura de 7,0cm	44
Tabela 30 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # 1/2”	45
Tabela 31 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # 1/2”	45
Tabela 32 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # 3/8”	46
Tabela 33 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # 3/8”	46
Tabela 34 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # n4	47
Tabela 35 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # n4	47
Tabela 36 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # n8	48
Tabela 37 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # n8	48
Tabela 38 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # n30	49
Tabela 39 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # n30	49
Tabela 40 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # n50	50
Tabela 41 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # n50	50
Tabela 42 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # n100	51
Tabela 43 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # n100	51
Tabela 44 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # n200	52
Tabela 45 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # n200	52
Tabela 46 – Variabilidade do processo das características de qualidade	54
Tabela 47 – Variabilidade do processo das características de qualidade	54
Tabela 48 – Diferenças entre os valores médios do teor de ligante medidos pelo DAER e o teor de projeto de cada rodovia	54
Tabela 49 – Diferenças entre os valores médios do teor de ligante medidos pela executora e o teor de projeto de cada rodovia	55
Tabela 50 – Diferenças entre os valores médios do grau de compactação medidos pelo DAER e o ideal de 100%	55
Tabela 51 – Diferenças entre os valores médios do grau de compactação medidos pela executora e o valor ideal de 100%	56
Tabela 52 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER o valor de projeto de 4,0cm	
Tabela 53 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pela executora e o valor de projeto de 4,0cm	57

Tabela 54 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e o valor de projeto de 5,0cm	57
Tabela 55 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pela executora e o valor de projeto de 5,0cm	57
Tabela 56 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e o valor de projeto de 6,0cm	58
Tabela 57 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pela executora e o valor de projeto de 6,0cm	58
Tabela 58 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e o valor de projeto de 7,0cm	59
Tabela 59 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pela executora e o valor de projeto de 7,0cm	59
Tabela 60 – Diferenças entre os valores médios da peneira # 1/2" medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia	60
Tabela 61 – Diferenças entre os valores médios da peneira # 1/2" medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia.....	60
Tabela 62 – Diferenças entre os valores médios da peneira # 3/8" medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia	61
Tabela 63 – Diferenças entre os valores médios da peneira # 3/8" medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia.....	61
Tabela 64 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n4 medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia	62
Tabela 65 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n4 medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia.....	62
Tabela 66 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n8 medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia	63
Tabela 67 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n8 medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia.....	64
Tabela 68 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n30 r s pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia	65
Tabela 69 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n30 medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia.....	65
Tabela 70 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n50 medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia	66

Tabela 71 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n50 medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia.....	66
Tabela 72 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n100 medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia	67
Tabela 73 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n100 medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia.....	68
Tabela 74 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n200 medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia	69
Tabela 75 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n200 medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia.....	69
Tabela 76 – Variabilidade de precisão das características de qualidade	70
Tabela 77 – Variabilidade de precisão das características de qualidade (% passante)	70
Tabela 78 – Variabilidade das características de qualidade	71
Tabela 79 – Variabilidade das características de qualidade (% passante)	71
Tabela 80 – Limites de controle para as características de qualidade com dados do DAER	72
Tabela 81 – Limites de controle para as características de qualidade com dados da executora.....	73
Tabela 82 – Tolerâncias especificadas nas Especificações do DAER.....	73

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	CONTROLE DE QUALIDADE	18
2.1.1	Gestão de qualidade	18
2.2	CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE	19
2.2.1	Granulometria	20
2.2.2	Teor de Ligante	23
2.2.3	Grau de compactação	25
2.2.4	Espessura	26
3	METODOLOGIA	28
3.1	SELEÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	28
3.2	ANÁLISE DOS DADOS	31
3.2.1	Determinação da variabilidade do processo	32
3.2.2	Determinação da variabilidade da precisão	34
3.2.3	Testes estatísticos	37
4	ANÁLISE DE DADOS.....	39
4.1	ANÁLISE DE VARIABILIDADE	39
4.1.1	Variabilidade de processo	39
4.1.1.1	Teor de ligante.....	39
4.1.1.2	Grau de compactação	40
4.1.1.3	Espessura	41
4.1.1.4	Porcentagem passante na peneira # 3/4"	45
4.1.1.5	Porcentagem passante na peneira # 1/2"	45
4.1.1.6	Porcentagem passante na peneira # 3/8"	46
4.1.1.7	Porcentagem passante na peneira # n4	47
4.1.1.8	Porcentagem passante na peneira # n8	48
4.1.1.9	Porcentagem passante na peneira # n30	49
4.1.1.10	Porcentagem passante na peneira # n50	50
4.1.1.11	Porcentagem passante na peneira # n100	51
4.1.1.12	Porcentagem passante na peneira # n200	52
4.1.2	Variabilidade de precisão	54

4.1.2.1	Teor de ligante.....	54
4.1.2.2	Grau de compactação	55
4.1.2.3	Espessura	56
4.1.2.4	Porcentagem passante na peneira # 3/4"	60
4.1.2.5	Porcentagem passante na peneira # 1/2"	60
4.1.2.6	Porcentagem passante na peneira # 3/8"	60
4.1.2.7	Porcentagem passante na peneira # n4	62
4.1.2.8	Porcentagem passante na peneira # n8	63
4.1.2.9	Porcentagem passante na peneira # n30	64
4.1.2.10	Porcentagem passante na peneira # n50	66
4.1.2.11	Porcentagem passante na peneira # n100	67
4.1.2.12	Porcentagem passante na peneira # n200	68
4.1.3	Variabilidades das características de qualidade	70
4.2	ANALISE GLOBAL DOS RESULTADOS	74
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
	APÊNDICE A – VARIABILIDADE DA ERS 122 (CBUQ 5,3%)	77
	APÊNDICE B – VARIABILIDADE DA ERS 122 (CBUQ 5,6%)	81
	APÊNDICE C – VARIABILIDADE DA RSC 470 (CBUQ 5,6%)	83
	APÊNDICE D – VARIABILIDADE DA RSC 470 (CBUQ 5,62%)	86
	APÊNDICE E – VARIABILIDADE DA RSC 470 (CBUQ 5,4%)	88
	APÊNDICE F – VARIABILIDADE DA ERS 324 (CBUQ 5,1%)	90
	APÊNDICE G – VARIABILIDADE DA ERS 324 (CBUQ 5,2%)	94
	APÊNDICE H – MÉDIAS DA ERS 122 (CBUQ 5,3%)	98
	APÊNDICE I – MÉDIAS DA ERS 122 (CBUQ 5,6%)	102
	APÊNDICE J – MÉDIAS DA RSC 470 (CBUQ 5,6%)	104

APÊNDICE K – MÉDIAS DA RSC 470 (CBUQ 5,62%).....	107
APÊNDICE L – MÉDIAS DA RSC 470 (CBUQ 5,4%)	109
APÊNDICE M – MÉDIAS DA ERS 324 (CBUQ 5,1%).....	111
APÊNDICE N – MÉDIAS DA ERS 324 (CBUQ 5,2%).....	115

1 INTRODUÇÃO

O modal rodoviário, no Brasil, é o que possui a maior participação na matriz de transportes, com aproximadamente 61% do transporte de cargas e 95% de passageiros (CNT, 2018). A malha rodoviária brasileira encontra-se em condições insatisfatórias aos usuários tanto quanto ao desempenho, à segurança e à economia. A competitividade da economia brasileira é prejudicada pela falta de investimento em infra-estrutura, uma vez que isso acarreta um número crescente de acidentes, desperdício de carga e gasto elevado com manutenção e combustíveis (BERNUCCI et al., 2008).

Um dos fatores contribuintes para a ocorrência de acidentes são as más condições das estradas. Afundamentos, ondulações, buracos contribuem para a instabilidade do veículo, podendo gerar colisões, saídas da pista, dentre outros acidentes devido à falta de controle do mesmo (CNT, 2018). A Confederação Nacional dos Transportes (2018) declara também que um levantamento dos defeitos superficiais, com a finalidade de avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos, pode subsidiar a definição de uma solução tecnicamente adequada e indicar a melhor alternativa de restauração.

Segundo uma pesquisa da CNT junto com o SEST SENAT (2019), um dos problemas encontrados no Brasil relacionado à estrutura dos pavimentos flexíveis, é o não atendimento às exigências técnicas tanto da capacidade de suporte das camadas como da qualidade dos materiais empregados no revestimento. O controle de qualidade da produção das misturas asfálticas e execução dos revestimentos garantem um determinado nível de serviço, portanto a sua vida útil.

Neste trabalho foram analisadas características de qualidade de fácil mensuração e que afetam diretamente o desempenho das misturas em campo: teor de ligante, granulometria, grau de compactação e espessura da camada. As rodovias analisadas estão sob a jurisdição da 2ª Superintendência do DAER/RS.

Desta forma, o objetivo principal deste trabalho é analisar o controle de qualidade da produção de misturas asfálticas. Como objetivos específicos, tem-se:

- a) identificar os procedimentos (ensaios, levantamentos) adotados para o controle de qualidade das misturas asfálticas;
- b) identificar as variabilidades das características do processo de produção;

- c) identificar a capacidade dos executores centrarem suas produções nos parâmetros de projeto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONTROLE DE QUALIDADE

Conforme Fortes e Merighi (2004), o controle tecnológico e de qualidade se constitui na amostragem dos serviços que são realizados, além da realização de ensaios para verificar se os serviços estão atendendo às especificações vigentes e ao projeto. A verificação é feita nas diversas fases de execução, de modo que possa ser corrigido em tempo possíveis erros que tenham ocorrido na obra, garantindo então o seu desempenho. Inclui desde a seleção dos materiais, misturas ou aplicação desses materiais e fases posteriores da produção.

Segundo DNIT (2004), o controle de qualidade são atividades operacionais, simultâneas à execução da obra rodoviária, e técnicas operacionais que se destinam a monitorar todo o processo em todas as etapas do ciclo da qualidade da obra, para atender aos requisitos de qualidade. A empresa que executa a obra rodoviária deve adotar medidas de planejamento e de execução para prover qualidade às obras rodoviárias. As medidas adotadas devem ser detalhadas por meio de um plano da qualidade (PGQ) e de acordo com a legislação e normas técnicas em vigor.

Segundo o DNIT (2006a), o controle de qualidade deve ser dividido em controle administrativo, que objetiva a verificação da conformidade do trabalho às exigências legais e administrativas da obra e o controle técnico ou qualitativo, que assegura a conformidade às normas ou às especificações, verificando a qualidade dos serviços, dos materiais e suas respectivas utilizações por meio de ensaios e medições. O controle de qualidade busca verificar de maneira sistêmica o controle tecnológico, alinhando processos e buscando a melhoria contínua, garantindo a rastreabilidade de cada ensaio, que não permitem anomalias originadas pela queda de qualidade dos materiais ou processos executivos (FORTES E MERIGHI, 2004).

2.1.1 Gestão de qualidade

De acordo com o DNIT (2004), o plano de verificação da efetividade da gestão da qualidade (PVEGQ) deve conter:

- a) verificação dos insumos, é feita na fase preliminar da execução da obra;
- b) verificação da produção, realizada durante a execução da obra;
- c) verificação do produto, no final da obra;

- d) verificação da convergência entre dados monitorados e não monitorados do produto, que expressa a qualidade do controle da obra na execução e na supervisão;
- e) verificação do tratamento das não-conformidades encontradas em cada verificação de insumo, produção e produto.

Segundo o DNIT (2006a), é fundamental que os mesmos critérios adotados para o órgão fiscalizador e financiador da obra, sejam adotados para as unidades de execução dos serviços, a fim de garantir a qualidade e atingindo, de maneira objetiva, a segurança e o bem-estar dos usuários da rodovia.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE

As misturas asfálticas herdam as propriedades reológicas dos asfaltos, que são materiais viscoelastoplásticos e termoplásticos, cuja elasticidade se altera em função da temperatura, por força de condições térmicas (BALBO, 2007). Segundo Bernucci et al. (2008), essas características vão influenciar diretamente o desempenho das misturas, tanto de deformação permanente quanto de fadiga. As deformações resultantes das cargas aplicadas, ou seja, as respostas aos pulsos de carga gerados pelo tráfego em movimento podem ser bastante modificadas pela presença de polímeros no ligante, aumentando ou diminuindo as parcelas de viscosidade e de elasticidade do conjunto, para várias faixas de temperatura.

Segundo Bernucci et al. (2008), há várias razões para o uso intensivo do asfalto em pavimentação, sendo as principais: proporciona forte união dos agregados, agindo como um ligante que permite flexibilidade controlável; é impermeabilizante; é durável e resistente à ação da maioria dos ácidos, dos álcalis e dos sais; podendo ser utilizado aquecido ou emulsionado, em amplas combinações de esqueleto mineral, com ou sem aditivos.

A granulometria utilizada é constituída por agregados de vários tamanhos e proporções e a seleção para utilização em revestimentos asfálticos depende da disponibilidade, custo e qualidade, assim como do tipo de aplicação. São as suas propriedades físicas, como resistência, porosidade e densidade, que determinam principalmente a adequação para o uso em misturas asfálticas. Em menor proporção, as propriedades químicas (BERNUCCI et al., 2008).

Os requisitos técnicos e de qualidade de um pavimento asfáltico serão atendidos com um projeto adequado da estrutura do pavimento e com o projeto de

dosagem da mistura asfáltica compatível com as outras camadas escolhidas (BERNUCCI et al., 2008). Segundo Silva (2008), as especificações para misturas asfálticas em geral definem os seguintes parâmetros: Fluência (F), Estabilidade (E), Volume de Vazios (Vv), Vazios do Agregado Mineral (VAM), Relação Betume-Vazio (RBV) e curva granulométrica dos agregados.

A fluência é a deformação plástica que a massa asfáltica sofre sob ação de uma carga. Quanto maior a fluência, tanto maior será o afundamento em trilha de roda. A estabilidade é a capacidade da Mistura Asfáltica em resistir à deformação imposta pelas cargas. Ela indica o quanto de carga a massa asfáltica suporta até atingir a ruptura. Quanto menor a estabilidade, tanto maior será o afundamento em trilha de roda, maiores corrugações e escorregamento de massa. O volume de vazios está relacionado com a durabilidade, que se trata da capacidade desta mistura em resistir aos efeitos nocivos da água, ar, temperatura e tráfego (SILVA, 2008).

Segundo o DNIT (2006b), por exemplo, o concreto asfáltico é pré-misturado a quente de graduação densa, em que são feitas rigorosas exigências no que se diz respeito a equipamentos de construção e índices tecnológicos, como granulometria, teor de betume, estabilidade, volume de vazio, dentre outros.

2.2.1 Granulometria

Conforme Bernucci et al. (2008), teoricamente pareceria razoável que a melhor graduação para os agregados nas misturas asfálticas fosse aquela que fornecesse a graduação mais densa. A maior densidade acarreta uma estabilidade superior devido ao maior contato entre os grãos e reduz o volume de vazios. Contudo é necessária a existência de um espaço de vazios tal que permita que um volume suficiente de ligante seja incorporado, garantindo durabilidade e permitindo algum volume de vazios na mistura para evitar exsudação.

Durante a operação de britagem, é essencial que as propriedades do produto final sejam homogêneas. Quando a rocha é removida de várias localizações na pedreira, as propriedades físicas dos agregados podem variar substancialmente. O controle de qualidade deve assegurar então que as propriedades físicas dos agregados não variem excessivamente. O ideal é que a quantidade de material que alimenta as operações de britagem seja aproximadamente constante. O aumento da vazão de fluxo de material nos britadores, normalmente resulta em mais

transbordamento de agregado mais fino sobre as peneiras. Esse excesso resulta em um estoque de material mais fino (BERNUCCI et al., 2008).

A textura superficial dos agregados influi na trabalhabilidade, na adesividade, na resistência ao atrito e ao cisalhamento das misturas. À medida que aumenta a rugosidade do agregado, há uma tendência de perda de trabalhabilidade e de ganho da resistência ao cisalhamento da mistura, bem como do teor de ligante de projeto (BERNUCCI et al., 2008).

O agregado graúdo pode ser pedra, escória, seixo rolado ou outro material que seja indicado nas Especificações Complementares do órgão fiscalizador. Ele deve constituir-se de fragmentos sãos, duráveis, livres de torrões de argila, substâncias nocivas e apresentar as seguintes características (DNER, 1999):

- a) desgaste Los Angeles igual ou inferior a 55%; admitindo-se agregados com valores maiores, no caso de terem apresentado desempenho satisfatório em utilização anterior;
- b) índice de forma superior a 0,5;
- c) durabilidade, perda inferior a 12%.

De acordo com Bernucci et al. (2008), o tamanho máximo do agregado pode afetar as misturas empregadas nos revestimentos de várias formas: pode tornar instáveis as misturas com agregados de tamanho máximo excessivamente pequeno e prejudicar a trabalhabilidade e/ou provocar segregação em misturas asfálticas com agregados de tamanho máximo excessivamente grande.

O agregado miúdo pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais devem ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, estando livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar equivalente de areia igual ou superior a 55%. O material de enchimento deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, não plásticos, secos e isentos de grumos, tais como cimento Portland, cal extinta, pó calcário, cinza volante, ou outros, e que atendam à granulometria apresentada na Tabela 1 (DNER, 1999).

Tabela 1 – Granulometria

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso
ABNT	Abertura (mm)	
Nº 40	0,42	100
Nº 80	0,18	95-100
Nº 200	0,075	65-100

Fonte: DNER (1999).

Segundo Bernucci et al. (2008), agregados naturais ou britados com elevada porosidade normalmente não devem ser utilizados em misturas asfálticas, pois consomem maior quantidade de ligante asfáltico e podem apresentar porosidade variável conforme a amostragem, o que dificulta o estabelecimento do teor de ligante, podendo resultar em excesso ou falta do mesmo.

De acordo com o DNIT (2006b) e DNER (1999), a composição do concreto asfáltico deve satisfazer os requisitos da Tabela 2, com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria e aos percentuais de ligante asfáltico. A faixa usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo é igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento DNIT (2006b).

Tabela 2 – Tolerâncias admitidas para a composição do concreto asfáltico

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 1/2"	38,1	95-100	100	-	± 7%
1"	25,4	75-100	95-100	-	± 7%
3/4"	19,1	60-90	80-100	100	± 7%
1/2"	12,7	-	-	80-100	± 7%
3/8"	9,5	35-65	45-80	70-90	± 7%
Nº 4	4,8	25-50	28-60	44-72	± 5%
Nº 10	2,0	20-40	20-45	22-50	± 5%
Nº 40	0,42	10-30	10-32	8-26	± 5%
Nº 80	0,18	5-20	8-20	4-16	± 3%
Nº 200	0,075	1-8	3-8	2-10	± 2%
Asfalto solúvel no CS2 (+) (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

Fonte: DNIT (2006b) e DNER (1999).

Já de acordo com o DAER (1998), em um contexto estadual, a tolerância da porcentagem passante nas peneiras se dá conforme os valores apresentados na

Tabela 3. A curva granulométrica deve manter-se contínua, dentro das tolerâncias especificadas.

Tabela 3 – Tolerâncias máximas para a composição do concreto asfáltico	
Peneira	% passando em peso
n. 4 ou maiores	± 6%
n. 8 a n. 50	± 4%
n. 100	± 3%
n. 200	± 2%

Fonte: DAER (1998).

As características físicas como resistência, abrasão e dureza são determinadas pela rocha de origem. Entretanto, o processo de produção nas pedreiras pode afetar significativamente a qualidade dos agregados, pela eliminação das camadas mais fracas da rocha e pelo efeito da britagem na forma da partícula e na graduação do agregado (BERNUCCI et al., 2008).

De acordo com o DNIT (2006b), no controle de qualidade dos agregados constam:

- a) Ensaios eventuais, somente quando houver dúvidas ou variações quanto à origem e natureza dos materiais
- b) Ensaios de rotina, por jornada de 8 horas de trabalho:
 - 2 ensaios de granulometria do agregado, de cada silo quente;
 - 1 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo;
 - 1 ensaio de granulometria do material de enchimento (fíler).

2.2.2 Teor de Ligante

Bernucci et al. (2008) relata que a dosagem de uma mistura asfáltica consiste na escolha de um teor de ligante dito ótimo. Como a definição deste termo não é simples, no caso das misturas asfálticas são vários fatores a serem considerados e o teor ótimo varia conforme o critério de avaliação. Às rodovias que evidenciam deformações permanentes prematuras, normalmente são atribuídas ao excesso de ligante nas misturas. A capacidade da mistura resistir a deformações permanentes depende de diversos fatores, como a consistência do ligante e a volumetria da mistura (agregados e ligantes).

A porcentagem de ligante pode variar no máximo $\pm 0,3\%$ do fixado em projeto. As extrações devem ser feitas de amostras coletadas na pista, depois da

passagem da acabadora (DAER, 1998), porém é possível que esta coleta seja feita no caminhão logo após a usinagem ou na pista logo antes da compactação.

A percentagem de ligante refere-se à mistura de agregados, considerada como 100%. Deve ser adotado o Ensaio Marshall para a verificação das condições de vazios, estabilidade, fluência e resistência da mistura asfáltica segundo os valores apresentados na Tabela 4 (DNER, 1999).

Tabela 4 – Valores que devem ser adotados para o Ensaio de Marshall

Características	Camada de Rolamento	Camada de ligação (binder)
Percentagem de vazios	3 a 5	4 a 6
Relação betume-vazios	75 a 82	65 a 72
Estabilidade (mínima)	500 kgf (75 golpes)	500 kgf (75 golpes)
Fluência (mm)	2,0 a 4,5	2,0 a 4,5
Resistência à tração por compressão diametral a 25°C (kgf/cm ²)	7,0 a 12,0	7,0 a 12,0

Fonte: DNER (1999).

Segundo Bernucci et al. (2008), a dosagem Marshall pode apresentar diversas alternativas para escolha do teor de projeto. A escolha deste parâmetro primordialmente para camadas de rolamento em concreto asfáltico é baseada somente no volume de vazios (Vv). É comum também a escolha se dar a partir da estabilidade Marshall e da massa específica. Nesse caso, o teor de projeto é uma média de três teores, correspondentes aos teores associados à máxima estabilidade, à massa específica aparente máxima da amostra compactada e a um Vv de 4%. As misturas devem atender às especificações da relação betume/vazios ou aos mínimos de vazios do agregado mineral, informados na Tabela 5.

Tabela 5 – Tolerância do volume de vazios

Tamanho Nominal Máximo do agregado		VAM Mínimo %
#	mm	
1 1/2"	38,1	13
1"	25,4	14
3/4"	19,1	15
1/2"	12,7	16
3/8"	9,5	18

Fonte: DNIT (2006b).

Conforme Bernucci et al. (2008), a dosagem de uma mistura asfáltica tem consistido na escolha, por meio de procedimentos experimentais, de um teor de ligante dito ótimo, a partir de uma faixa granulométrica predefinida. Como são vários os aspectos a serem considerados, e o teor ótimo varia conforme o critério de avaliação, o mais conveniente é se nomear o teor de ligante dosado como teor de projeto, como forma de ressaltar que sua definição é convencional.

2.2.3 Grau de compactação

Segundo Bernucci et al. (2008), a compactação do revestimento asfáltico aumenta a sua estabilidade, reduz o índice de vazios, proporciona uma superfície suave e regular e aumenta sua vida útil. No Brasil, a espessura máxima de mistura asfáltica compactada em uma única vez é de 100mm e está relacionada com a eficiência dos equipamentos de compactação disponíveis. Usualmente, essas espessuras em uma única camada de compactação não ultrapassam 75 a 80mm.

De acordo com o DNIT (2006b), o controle do grau de compactação (GC) feito é obtido por meio da divisão da densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e compactada pela densidade aparente de projeto da mistura. Os corpos-de-prova devem ser extraídos de locais aleatórios, não sendo permitido GC inferior a 97% ou superior a 101%, em relação à massa específica aparente do projeto.

De acordo com o DAER (1998), o concreto asfáltico deve ser espalhado e compactado em camadas, com espessuras mínimas de acordo com a Tabela 6. A espessura máxima é especificada para cada projeto em particular, dependendo das condições de densidade e acabamento. O grau de compactação deverá ser no mínimo de 97%.

Tabela 6 – Tolerâncias máximas para a composição do concreto asfáltico

USO	A	B	C	D
	Rolamento	Rolamento, Ligação ou Nivelamento	Nivelamento, Ligação ou Base	Ligação, Nivelamento ou Base
Espessura após compactação (cm)	mín. 2,5 cm	mín. 4,0 cm	mín. 5,0 cm	6,0-10,0 cm
Peneira	% passante EM PESO			
1 1/2"				100
1"			100	80-100
3/4"		100	80-100	70-90
1/2"	100	80-100	-	-
3/8"	80-100	70-90	60-80	55-75
1/4"	-	-	-	-
n° 4	55-75	50-70	48-65	45-62
n° 8	35-50	35-50	35-50	35-50
n° 16	-	-	-	-
n° 30	18-29	18-29	19-30	19-30
n° 50	13-23	13-23	13-23	13-23
n° 100	8-16	8-16	7-15	7-15
n° 200	4-10	4-10	0-8	0-8

Fonte: DAER (1998).

Num conceito mais amplo, a compactação constitui-se de três etapas: rolagem inicial, rolagem intermediária e rolagem final. A superfície deve ser verificada logo após o espalhamento da mistura, as irregularidades corrigidas e a compactação iniciada logo em seguida (DAER, 1998).

2.2.4 Espessura

Um bom projeto de pavimento precisa combinar os materiais e as espessuras das camadas, de modo a propiciar uma resposta estrutural do conjunto condizente com as solicitações do tráfego (BERNUCCI et al., 2008). Ainda segundo os autores, a mistura asfáltica deve ser lançada em camada uniforme com espessura e seção transversal definidas, pronta para a compactação. O lançamento é realizado por vibroacabadoras capazes de executar camadas com pelo menos 25mm até aproximadamente 300mm de espessura e larguras ajustáveis de acordo com o serviço.

A espessura mínima para os revestimentos asfálticos é um ponto ainda em aberto na engenharia rodoviária, quer se trate de proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego, quer se trate de evitar a ruptura do próprio

revestimento por esforços repetidos de tração na flexão. Na Tabela 7 são as espessuras recomendadas pelo DNIT (2006a).

Tabela 7 – Espessura mínima de revestimento betuminoso

N	Espessura Mínima
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5cm de espessura

Fonte: DNIT (2006a).

De acordo com DNIT (2004), a espessura da camada do revestimento asfáltico deve ser medida pela extração de corpos-de-prova na pista ou pelo nivelamento do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compactação da mistura. É aceitável uma variação de 5%, para mais ou para menos, em relação às espessuras de projeto. Já segundo o DAER (1998), a espessura da camada de concreto asfáltico não pode ser menor que a espessura de projeto menos que 5%. Não é tolerado nenhum valor individual de espessura fora da tolerância de $\pm 10\%$ em relação ao especificado em projeto.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são descritos os procedimentos adotados neste trabalho para a análise do controle de qualidade das misturas asfálticas. Os procedimentos foram:

- a) Etapa 1 – Revisão bibliográfica: nesta etapa foi feito um estudo exploratório sobre o controle de qualidade das misturas asfálticas, com destaque para as suas características como granulometria, teor de ligante, grau de compactação e espessura;
- b) Etapa 2 – Seleção e organização dos dados: o objetivo foi a formação de um banco de dados, com as informações disponibilizadas pelo DAER;
- c) Etapa 3 – Análise dos dados: o objetivo foi verificar a variabilidade das características de qualidade das misturas asfálticas.

3.1 SELEÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Os dados analisados neste trabalho foram fornecidos pela 2ª Superintendência do DAER-RS. As misturas foram utilizadas nas seguintes rodovias:

- a) ERS-122, do trecho da entrada da ERS-437 (Antônio Prado) à entrada da BRS-116 (pra Campestre da Serra), iniciando no quilômetro 126,41 até o 168,65, totalizando 42,24km, conforme Figura 1;
- b) RSC-470, da entrada da ERS-324 (Nova Prata) até a entrada da ERS-431 (pra São Valentim do Sul, inicia no quilômetro 152,87 até o 210, 05, somando 57,18km, conforme Figura 2. Ressalta-se que no mapa apresentado, esta rodovia está demonstrada como BRS, pois atualmente é uma rodovia federal, porém na época em que os dados foram coletados era estadual, por isso manteve-se RSC no decorrer do trabalho;
- c) ERS-324, da entrada da ERS-129 (pra Guaporé) até a entrada da RSC-470 (Nova Prata), iniciando no quilômetro 248,81 até o 292,13, com 43,32km, conforme Figura 3.

Figura 1 – Mapa de localização da ERS-122

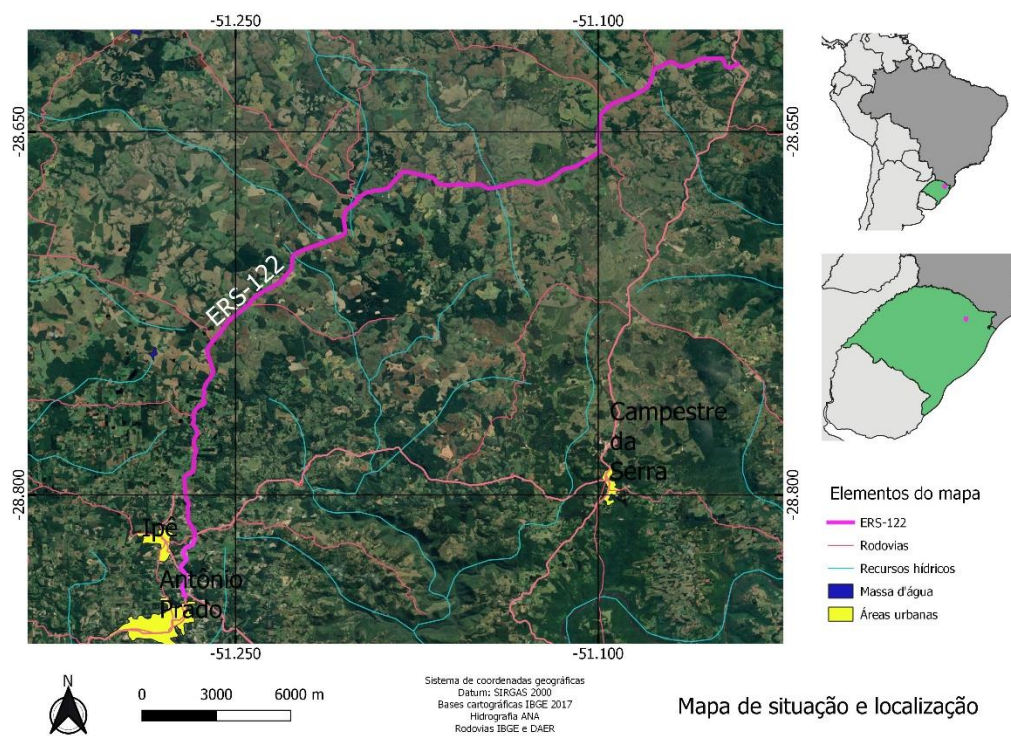


Figura 2 – Mapa de localização da RSC-470

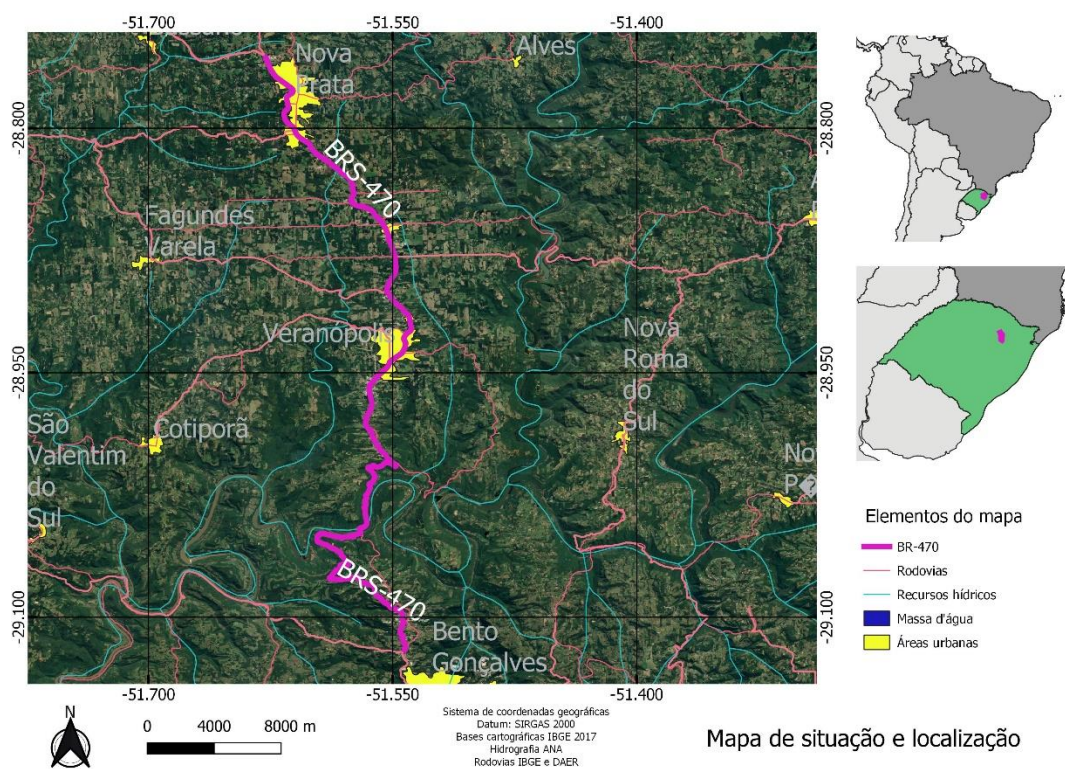
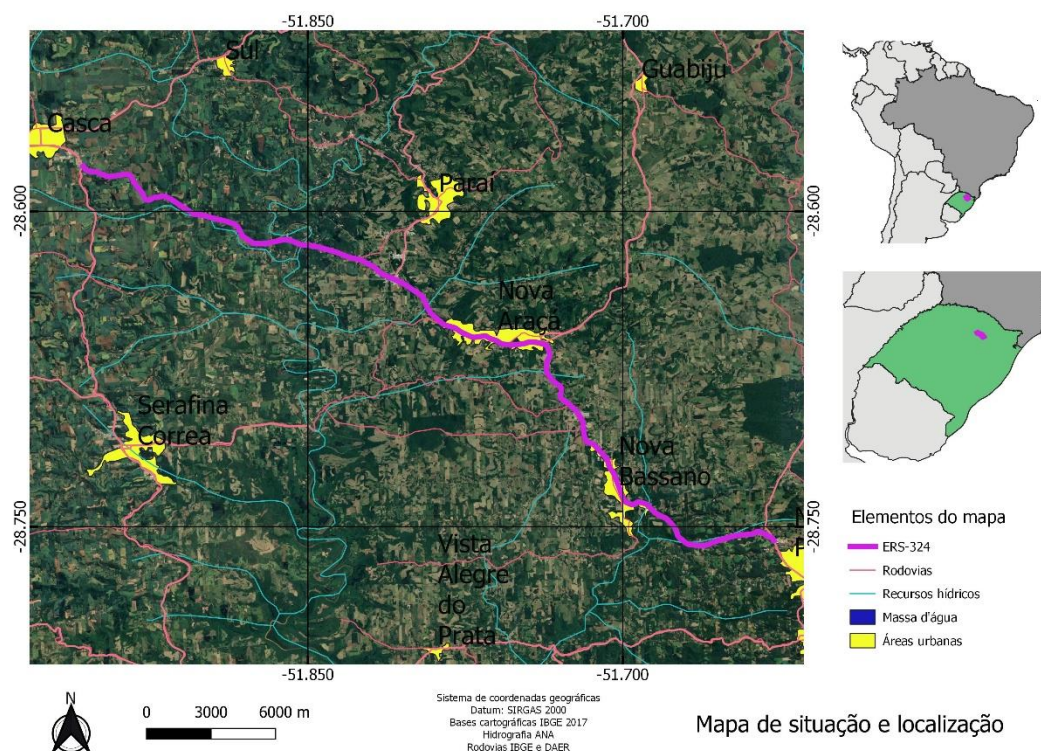


Figura 3 – Mapa de localização da ERS-324



Fonte: Adaptado do Google Earth (2020).

Os dados fornecidos foram coletados entre os anos 2015 e 2017 e fornecidos em formato de relatórios mensais de validação de acompanhamento da execução de serviços de restauração de manutenção das rodovias.

As características de qualidade foram controladas de acordo com as normas DNER 385/99, DNIT 031/2006 – ES e com as Especificações Gerais do DAER (1998), que definem a sistemática empregada na produção de mistura asfáltica convencional e com asfalto modificado por polímero. As características e seus respectivos métodos de ensaio aqui analisadas estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Métodos de ensaio para medir as características de qualidade analisadas

Característica	Método de ensaio
Granulometria	DAER n° 202/ n° 905
Teor de ligante	DAER n° 304
Espessura	DAER-ES-P 16/91
Grau de compactação	DAER n° 309

Fonte: DNIT (2006a) e DAER (1998).

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas, utilizando o Microsoft Excel, de forma a facilitar a análise e a geração de gráficos. Na Tabela 9 são listados os parâmetros de projeto de cada característica analisada.

Tabela 9 – Características de projeto de mistura analisada

Rodovias	ERS 122		RSC 470			ERS 324	
Características	CBUQ 5,3%	CBUQ 5,6%	CBUQ 5,6%	CBUQ 5,62%	CBUQ 5,4%	CBUQ 5,1%	CBUQ 5,2%
Grau de Compactação %	100	100	100	100	100	100	100
Espessura	4,0/6,0/7,0	6,0	4,0	4,0	4,0	4,0/5,0/6,0	4,0/ 5,0
Peneira 3/4"	100	100	100	100	100	97	97
Peneira 1/2"	91,2	91,1	-	-	-		
Peneira 3/8"	83,6	84,8	84,1	79,9	81,7	75,65	75,2
Peneira n. 4	58,7	55,15	64	61,8	61	58,6	56,6
Peneira n. 8	42,6	38,25	46,2	43,3	42,1	43,2	41,2
Peneira n. 30	21,8	20,45	22,3	21,7	21,35	21,55	21,8
Peneira n. 50	15,95	15,65	15,6	16,55	14,55	15,45	15,65
Peneira n. 100	10,65	10,8	10,4	10,8	9,3	10,4	10,0
Peneira n. 200	6,4	5,95	6,0	6,7	5,45	5,1	5,5

Fonte: Autora, com base nos projetos executivos das rodovias (2020).

Salienta-se que os valores fornecidos quanto a granulometria foram o limite superior e inferior para cada peneira. Os respectivos valores apresentados na Tabela 9 são as leituras dos valores destes intervalos.

3.2 ANÁLISE DOS DADOS

O método de análise dos dados é feito de acordo com Nogueira (2011), que traz como referência a metodologia descrita por Burati et al. (2003). O resultado desta análise é a variabilidade de cada característica de qualidade (S_{CQ}). Para isto, foram determinados duas parcelas: a variabilidade do processo de produção ($S_{PROCESSO}$) e a variabilidade da precisão com que os empreiteiros centram suas produções nos parâmetros de projeto ($S_{PRECISÃO}$). A determinação da S_{CQ} é feita segundo a Equação (1).

$$S_{CQ} = \sqrt{S_{PROCESSO}^2 + S_{PRECISÃO}^2} \quad (1)$$

Onde:

S_{CQ} é a variabilidade da característica de qualidade;

$S_{PROCESSO}^2$ é a variância da variabilidade do processo (quadrado do desvio padrão que quantifica a variabilidade do processo);

$S_{PRECISÃO}^2$ é a variância da variabilidade da precisão (quadrado do desvio padrão que quantifica a variabilidade da precisão).

As análises foram feitas com os dados coletados pelo DAER e pela executora. Quando as médias dos dados não eram estatisticamente semelhantes, as análises foram feitas separadamente. Portanto, há duas tabelas de análise, com cada rodovia analisada, a primeira com dados do DAER e a segunda com dados da executora. Nos casos em que os dados da executora foram aceitos estatisticamente, eles foram analisados junto com os do DAER, não gerando a segunda análise.

3.2.1 Determinação da variabilidade do processo

Para a determinação da variabilidade da característica de qualidade, determina-se a variabilidade do processo de produção. O valor do desvio padrão que a quantifica deve ser coerente com a maneira na qual os lotes foram definidos. Levando isso em consideração, foram calculados os desvios padrões em cada lote para cada projeto e, em seguida, ponderados conforme o tamanho das amostras, ou seja, dos lotes. Neste trabalho, foi considerado que cada lote representa a produção de misturas ao longo de uma semana. Para isto, foi utilizada a Equação 2.

$$S_{PROCESSO} = \sqrt{S_P^2} = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2 + \dots + (n_k-1)S_k^2}{n_1 + n_2 + \dots + n_k - k}} \quad (2)$$

Onde:

$S_{PROCESSO}$ é o desvio padrão que quantifica a variabilidade do processo do projeto;

S_P^2 é a variância ponderada do processo do projeto;

S_i^2 é a variância de cada lote do projeto;

n_i é a quantidade de medidas da característica de qualidade para cada lote i ;

k é a quantidade de lotes no projeto.

Como exemplo de aplicação do método, é utilizado o cálculo da variabilidade do teor de ligante. Na Tabela 10 são apresentados o tamanho e o desvio padrão dos

dados de teor de ligante de cada semana de janeiro de 2016 da ERS 122 com CBUQ de projeto de 5,3%.

Tabela 10 – Tamanho e variabilidade do processo de cada semana dos dados de janeiro de 2016 da ERS-122 com teor de ligante igual a 5,3%

Semana	n_i	s_i	$(n_i-1)s_i^2$
1	4	0,00333	0,000033
2	3	0,04333	0,003756
3	10	0,089	0,071289
4	3	0,01333	0,000356
5	2	0,045	0,002025
$k = 5$	22		0,0775

Fonte: Autora (2020).

A Equação 2 aplicada no projeto apresentado na Tabela 10 gera a Equação 3. Desta forma, a variabilidade do processo de produção conforme o teor de ligante nas 5 semanas (1 mês) pode ser quantificada pelo desvio padrão igual a 0,0675.

$$S_{PROCESSO} = \sqrt{\frac{0,0775}{22-5}} = 0,0675 \quad (3)$$

Este procedimento foi feito para cada mês de produção e na Tabela 11 são apresentados os tamanhos totais das amostras e suas variabilidades por mês de produção da mistura com teor de ligante igual a 5,3%, aplicada na rodovia ERS-122.

Tabela 11 – Tamanho total e variabilidade do processo de cada mês dos dados da ERS-122 com teor de ligante igual a 5,3%

Mês	n_i	$S_{processo}$	$(n_i-1)s_{processo}^2$
jan/16	22	0,0675	0,0957
fev/16	28	0,1090	0,3211
mar/16	35	0,1672	0,9505
abr/16	35	0,3195	3,4707
mai/16	43	0,0963	0,3893
jun/16	37	0,1468	0,7758
jul/16	51	0,0967	0,4675
ago/16	22	0,1577	0,5221
8	273		6,9926

Fonte: Autora (2020).

Aplicando novamente a Equação 2 nos dados apresentados na Tabela 11, tem-se a Equação 4. A variabilidade das medidas do teor de ligante no processo de produção desta mistura pode ser quantificada pelo desvio padrão igual a 0,1624.

$$S_{PROCESSO} = \sqrt{\frac{6,9926}{273-8}} = 0,1624 \quad (4)$$

Este procedimento foi repetido nas demais misturas analisadas. Os valores resultantes são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Tamanho total e variabilidade do processo de cada mistura, considerando o teor de ligante

Projeto	N_i	$S_{processo}$	$(N_i-1)S_{processo}^2$
ERS 122 (CBUQ 5,3%)	273	0,1624	7,1774
ERS 122 (CBUQ 5,6%)	16	0,1284	0,2472
RSC 470 (CBUQ 5,6%)	116	0,3084	10,9378
RSC 470 (CBUQ 5,62%)	54	0,1775	1,6703
RSC 470 (CBUQ 5,4%)	53	0,4364	9,9050
ERS 324 (CBUQ 5,1%)	188	0,1078	2,1717
ERS 324 (CBUQ 5,2%)	178	0,1889	6,3172
7	878		38,4265449

Fonte: Autora (2020).

Aplicando a Equação 2 nos dados da Tabela 12, quantifica-se a o desvio padrão considerando a variabilidade do teor de ligante de todas as misturas aqui analisadas; O resultado, conforme a Equação 5, foi de 0,21%.

$$S_{PROCESSO} = \sqrt{\frac{38,46}{878-7}} = 0,21 \quad (5)$$

Este procedimento foi seguido para os dados do DAER e para os da executora, possibilitando assim uma comparação entre as medições. Nos Apêndices A ao G contém as variabilidades de cada mistura.

3.2.2 Determinação da variabilidade da precisão

Além da variabilidade do processo, é preciso considerar também a capacidade dos empreiteiros de centrarem suas produções nos parâmetros estabelecidos no projeto da mistura. Para a sua determinação, é necessário inicialmente o cálculo das médias de cada característica de qualidade de cada lote. Posteriormente, a ponderação destas médias é feita tendo o tamanho do lote como peso e para isso é utilizada a Equação 6.

$$\bar{X}_i = \frac{(\bar{x}_1 n_1) + \dots + (\bar{x}_k n_k)}{n_1 + \dots + n_k} \quad (6)$$

Onde:

$\bar{X}_i$ é a média ponderada dos valores médios das medidas da característica qualidade;

$\bar{x}_i$ é o valor médio das medidas de determinada característica em cada lote;

n_i é a quantidade de medidas da característica de qualidade para cada lote i;

k é a quantidade de lotes no projeto.

Na Tabela 13 são apresentados os tamanhos e as médias de cada semana dos dados de janeiro de 2016 da mistura com 5,3% de ligante na ERS-122.

Tabela 13 – Tamanho e médias aritméticas de cada semana dos dados de janeiro de 2016 da ERS-122 com teor de ligante igual a 5,3%

Semana	n_i	$\bar{x}_i$	$\bar{x}_i n_i$
1	4	5,150	20,600
2	3	5,267	15,800
3	10	5,330	53,300
4	3	5,367	16,100
5	2	5,550	11,100
Σ	22		116,9000

Fonte: Autora (2020).

Aplicando da Equação 6 do projeto cujos valores foram apresentados na Tabela 13, tem-se então a Equação 7. O valor médio das medidas do teor de ligante no processo de produção no referido mês é de 5,31%, ou seja, 0,01% acima do especificado em projeto (5,3%).

$$\bar{X}_i = \frac{116,90}{22} = 5,31364 \quad (7)$$

Na Tabela 14 são apresentadas as médias entre os valores do teor de ligante medidos pelo DAER, considerando todos os meses de produção da referida mistura.

Tabela 14 – Tamanho e médias aritméticas de cada mês dos dados da ERS-122 com teor de ligante igual a 5,3%

Mês	N_i	$\bar{X}_i$	$\bar{X}_i N_i$
jan/16	22	5,3136	116,9000
fev/16	28	5,2143	146,0000
mar/16	35	4,0874	143,0600
abr/16	35	5,0794	177,7800
mai/16	43	5,2484	225,6800
jun/16	37	5,2243	193,3000
jul/16	51	5,1961	265,0000
ago/16	22	5,1955	114,3000
	273		1382,02

Fonte: Autora (2020).

Aplicando a Equação 6 nos dados da Tabela 14, tem-se a Equação 8. O valor médio das medidas do teor de ligante no processo de produção da mistura é de 5,0623%, ficando, aproximadamente, 0,2377% abaixo do especificado em projeto (5,3%).

$$\bar{X}_i = \frac{1382,02}{273} = 5,0623 \quad (8)$$

Na Tabela 15 são apresentadas as diferenças entre os valores do teor de ligante medidos pelo DAER e o teor de projeto (5,3%). Estas diferenças foram feitas para todas as misturas analisadas neste trabalho.

Tabela 15 – Diferenças entre os valores do teor de betume medidos pelo DAER e o teor de projeto de cada mistura

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	273	5,0623	-0,2377
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	5,3375	-0,2625
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	116	5,3022	-0,2978
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	54	5,2169	-0,4031
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	5,6370	0,2370
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	188	5,2751	0,1751
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	178	5,1053	-0,0947

Fonte: Autora (2020).

O desvio padrão da diferença entre as médias apresentadas e os respectivos teores de ligante especificados em cada projeto é de 0,2452%. Esta é a variabilidade de precisão dos dados coletados pelo DAER. Este procedimento também foi adotado nos dados da executora, possibilitando assim uma comparação

entre as medições. Nos Apêndices H ao N contém as médias de cada rodovia, separadas por semana.

3.2.3 Testes estatísticos

Os relatórios fornecidos pelo DAER contêm os dados dos ensaios realizados pelo próprio DAER (para aceitação da obra) e pela empresa executora das misturas (para controle de qualidade). Para verificação se os dados podem ser analisados em conjunto ou se devem ser analisados separadamente, foram realizados o Teste F e o Teste T. Ressalta-se novamente que os dados foram agrupados em lotes, referentes à produção de uma semana.

O valor F é utilizado para testar estatisticamente a variância entre duas amostras distintas e deve ser comparado ao F crítico), que indica o valor máximo da estatística, a um determinado nível de confiança. O F crítico depende da combinação dos graus de liberdade (quantidade de dados menos 1) dos dois conjuntos de dados. Se o F calculado for menor que o F crítico, não existe diferença significativa entre os conjuntos de dados. Na Tabela 16 é apresentado um exemplo de como é feito o teste F, neste caso, com o valor aceito. Neste trabalho foi utilizado o Microsoft Office Excel para a aplicação deste teste.

Tabela 16 – Exemplo de Teste F com valor de hipótese aceito

	<i>Ensaaios (DAER)</i>	<i>Ensaaios (Executora)</i>
Média	98,46667	99,17143
Variância	2,643333	1,169048
Observações	3	7
gl	2	6
F	2,2611	
P(F<=f) uni-caudal	0,18541	
F crítico uni-caudal	5,143253	

Fonte: Autora (2020).

O Teste T compara as médias de dois conjuntos de dados. O valor do teste T é comparado com a distribuição t de Student (t crítico bi-caudal) para determinar se há diferença entre as médias ou não. Na Tabela 17 é apresentado um exemplo de como é feito o teste T, neste caso, com o valor aceito. Neste trabalho foi utilizado o Microsoft Office Excel para a aplicação deste teste.

Tabela 17 – Exemplo de Teste T com valor de hipótese aceito

	<i>Ensaaios (Executora)</i>	<i>Ensaaios (DAER)</i>
Média	99,17143	98,46667
Variância	1,169048	2,643333
Observações	7	3
Variância agrupada	1,537619	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	8	
Stat t	0,823622	
P(T<=t) uni-caudal	0,21701	
t crítico uni-caudal	1,859548	
P(T<=t) bi-caudal	0,434019	
t crítico bi-caudal	2,306004	

Fonte: Autora (2020).

Os dados da executora e do DAER foram analisados semana por semana. Foi feito primeiro o teste F e, quando não atendido, nem se seguia para o teste T e assim os dados do DAER e da executora foram analisados separadamente. Quando ambos os testes confirmaram as hipóteses (variabilidade e médias sem diferença significativa), os dados do DAER e da executora puderam ser analisados em conjunto.

4 ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa. Com base no banco de dados organizado, considerando lotes semanais, foram determinadas as variabilidades das características de qualidade: teor de ligante, grau de compactação, espessura e granulometria.

4.1 ANÁLISE DE VARIABILIDADE

4.1.1 Variabilidade de processo

4.1.1.1 Teor de ligante

Nas Tabelas 18 e 19 e na Figura 4 são apresentados os desvios padrões que identificam a variabilidade do processo para o teor de ligante das misturas asfálticas.

Tabela 18 – Desvios padrões das medidas do DAER dos teores de ligante

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	273	0,1624
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	0,1284
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	116	0,3084
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	54	0,1775
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	0,4364
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	188	0,1078
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	178	0,1889

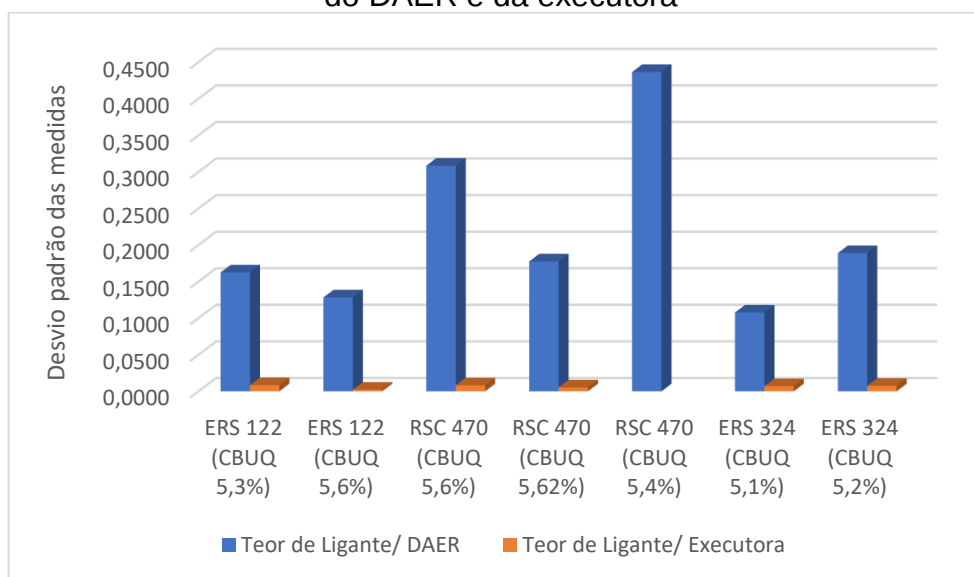
Fonte: Autora (2020).

Tabela 19 – Desvios padrões das medidas da executora dos teores de ligante

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	202	0,0084
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	0,0023
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	54	0,0081
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	304	0,0053
-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	66	0,0070
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	67	0,0075

Fonte: Autora (2020).

Figura 4 – Desvios padrões das medidas dos teores de ligante comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

4.1.1.2 Grau de compactação

Nas Tabelas 20 e 21 e na Figura 5 seguem os desvios padrões que identificam a variabilidade do processo para o grau de compactação.

Tabela 20 – Desvios padrões das medidas do DAER do grau de compactação

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	498	3,1446
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	8	7,2770
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	249	3,6825
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	64	4,3574
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	106	2,6240
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	170	2,9357
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	371	2,1581

Fonte: Autora (2020).

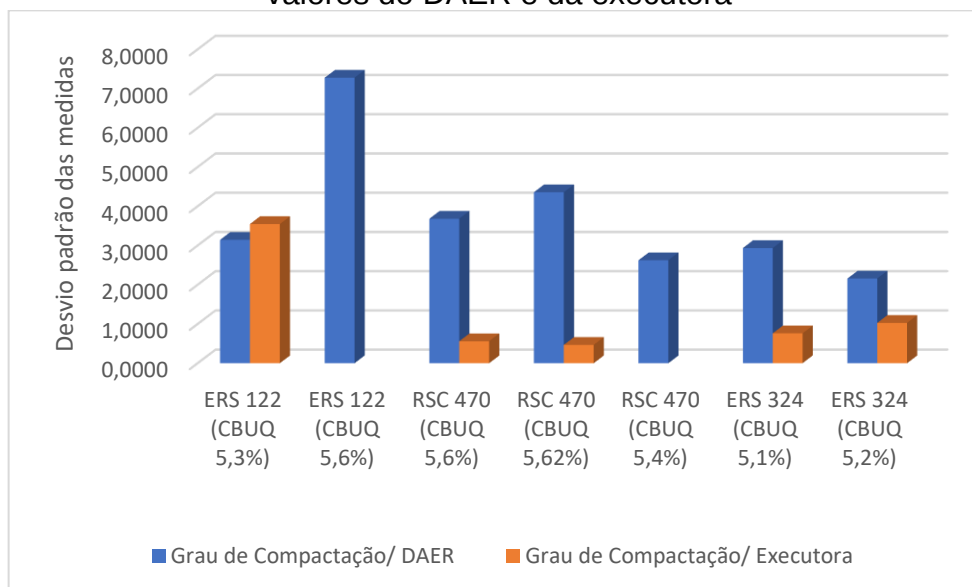
Tabela 21 – Desvios padrões das medidas da executora do grau de compactação

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	195	3,5470
-	-	-
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	39	0,5594
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	56	0,4661
-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	43	0,7626
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	129	1,0276

Fonte: Autora (2020).

Nas tabelas que são analisados os dados da executora, as rodovias que não tem análise é porque os dados já foram analisados junto com os do DAER, ou seja, foram aceitos pelos testes estatísticos, ou porque não há dados coletados pela executora.

Figura 5 – Desvios padrões das medidas do grau de compactação comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

4.1.1.3 Espessura

Nas Tabelas 22 até 29 e nas Figuras 6 até 9 seguem os desvios padrões que identificam a variabilidade do processo para a espessura.

Tabela 22 – Desvios padrões das medidas do DAER da espessura de 4,0cm

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	230	1,4695
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	222	0,5592
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	70	0,5430
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	106	0,7307
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	42	1,9973
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	191	0,9632

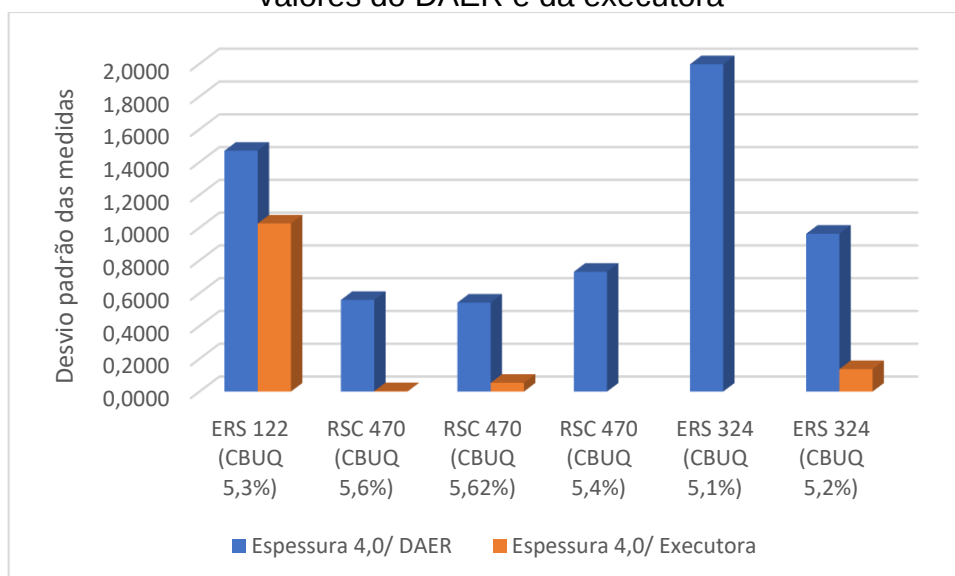
Fonte: Autora (2020).

Tabela 23 – Desvios padrões das medidas da executora da espessura de 4,0cm

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	84	1,0257
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	66	0,0026
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	50	0,0539
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	295	0,1371

Fonte: Autora (2020).

Figura 6 – Desvios padrões das medidas da espessura de 4,0cm comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

Tabela 24 – Desvios padrões das medidas do DAER da espessura de 5,0cm

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	94	0,6025
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	4	0,5587333

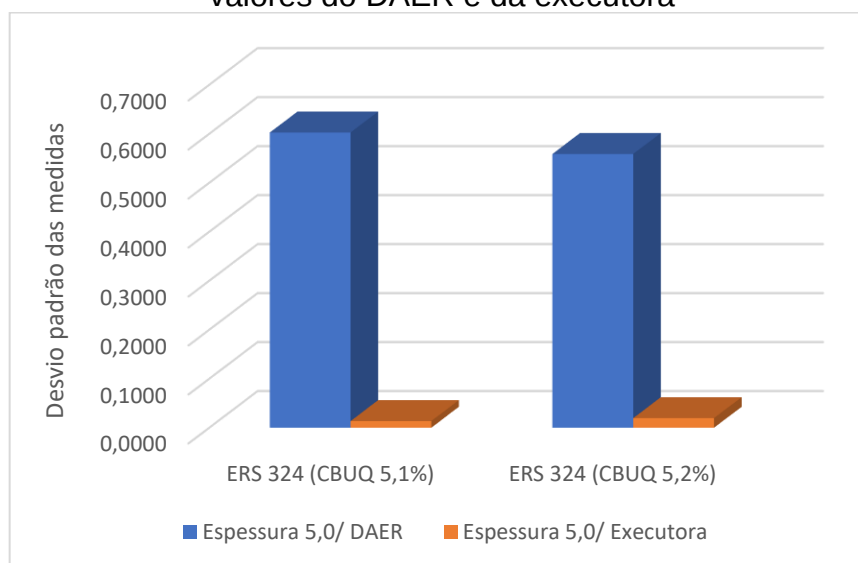
Fonte: Autora (2020).

Tabela 25 – Desvios padrões das medidas da executora da espessura de 5,0cm

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	5	0,0136
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	9	0,01959444

Fonte: Autora (2020).

Figura 7– Desvios padrões das medidas da espessura de 5,0cm comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

Tabela 26 – Desvios padrões das medidas do DAER da espessura de 6,0cm

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	48	0,5302
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	8	0,6510
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	72	0,8298

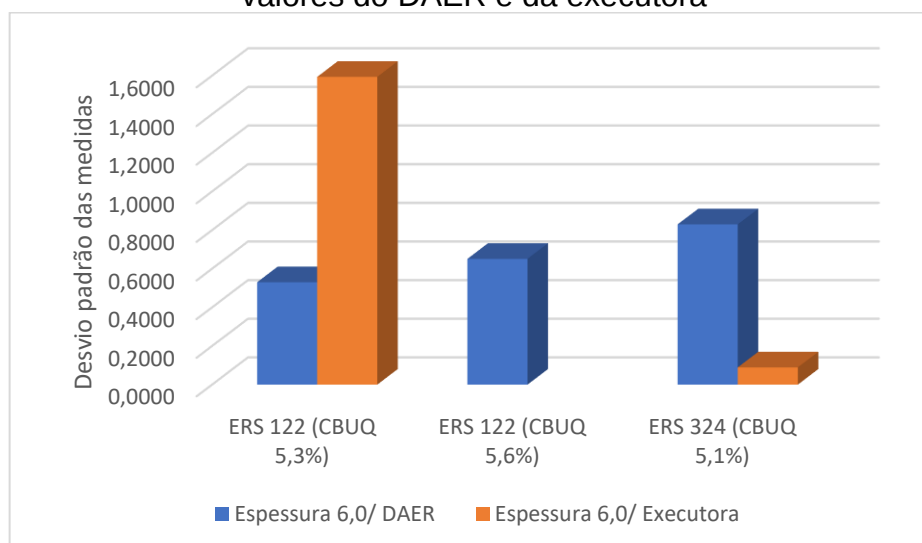
Fonte: Autora (2020).

Tabela 27 – Desvios padrões das medidas da executora da espessura de 6,0cm

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	12	1,5936
-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	27	0,0891

Fonte: Autora (2020).

Figura 8 – Desvios padrões das medidas da espessura de 6,0cm comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

Tabela 28 – Desvio padrão das medidas do DAER da espessura de 7,0cm

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	221	0,6102

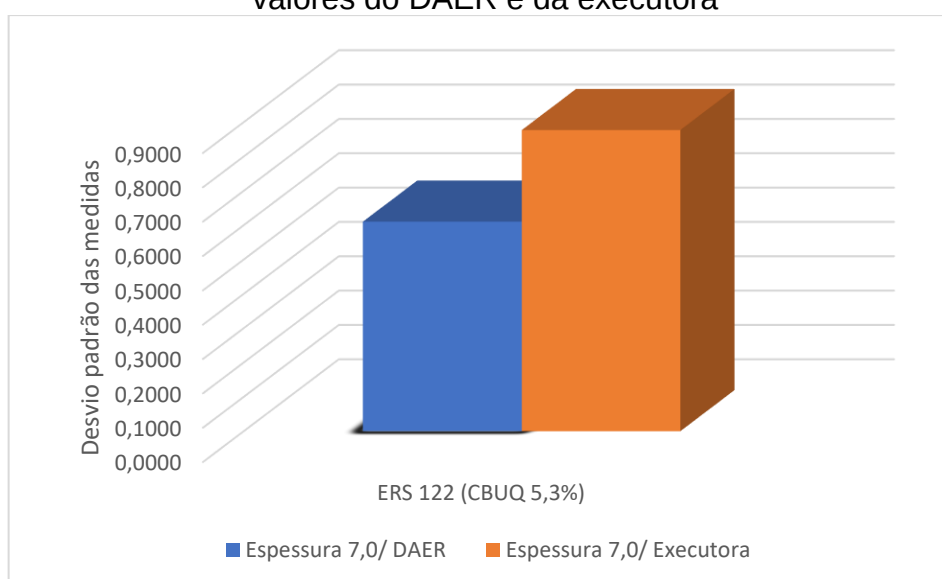
Fonte: Autora (2020).

Tabela 29 – Desvio padrão das medidas da executora da espessura de 7,0cm

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	99	0,8770

Fonte: Autora (2020).

Figura 9 – Desvios padrões das medidas da espessura de 7,0cm comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

4.1.1.4 Porcentagem passante na peneira # 3/4"

Quanto aos dados da porcentagem passante na peneira # 3/4", a variabilidade foi bastante pequena. Das rodovias ERS-122 e RST-470, a porcentagem de passante do projeto foi de 100% e da ERS-324 foi 97%. Na ERS-122 foram encontrados apenas quatro valores diferentes do estabelecido em projeto, de um total de 267, impossibilitando uma análise de variabilidade, por esta ser praticamente zero. Na RSC-470 também foram apenas quatro dados diferentes de 100%, dentre 225 dados. Na ERS-324 foi a que mais apresentou maior quantidade de valores diferentes de 100%, foram 15 medidas variando entre 97% e 99%, apenas um de 82,3%, causando um impacto pequeno na variabilidade de processo, devido a quantidade total de 335 dados analisados.

4.1.1.5 Porcentagem passante na peneira # 1/2"

Nas Tabelas 30 e 31 e na Figura 7 seguem os desvios padrões que identificam a variabilidade do processo para a porcentagem passante na peneira # 1/2".

Tabela 30 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # 1/2"

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	281	10,1384
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	6,8448

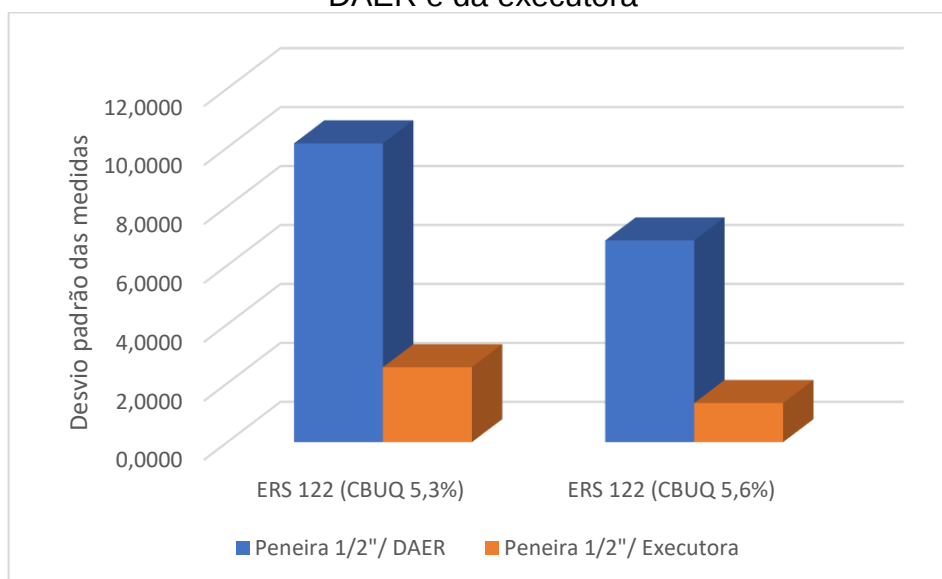
Fonte: Autora (2020).

Tabela 31 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # 1/2"

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	194	2,5414
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	1,3262

Fonte: Autora (2020).

Figura 10 – Desvios padrões das medidas da peneira # 1/2" comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

4.1.1.6 Porcentagem passante na peneira # 3/8"

Nas Tabelas 32 e 33 e na Figura 11 seguem os desvios padrões que identificam a variabilidade do processo para a porcentagem passante na peneira # 3/8".

Tabela 32 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # 3/8"

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	281	15,7053
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	9,6004
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	143	14,4087
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	54	13,9872
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	17,2587
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	183	28,4706
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	184	27,9744

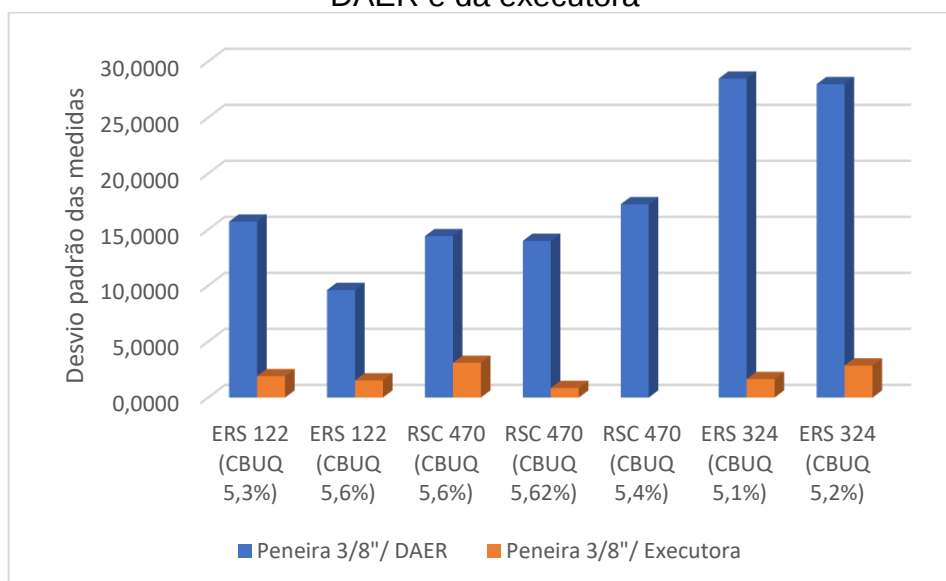
Fonte: Autora (2020).

Tabela 33 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # 3/8"

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	194	1,9074
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	1,5271
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	27	3,0943
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	304	0,8511
-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	71	1,6458
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	64	2,8550

Fonte: Autora (2020).

Figura 11 – Desvios padrões das medidas da peneira # 3/8" comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

4.1.1.7 Porcentagem passante na peneira # n4

Nas Tabelas 34 e 35 e na Figura 12 seguem os desvios padrões que identificam a variabilidade do processo para a porcentagem passante na peneira # n4.

Tabela 34 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # n4

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	265	26,5865
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	30,9001
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	143	21,5855
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	54	22,9267
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	27,1409
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	172	32,2532
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	172	28,3943

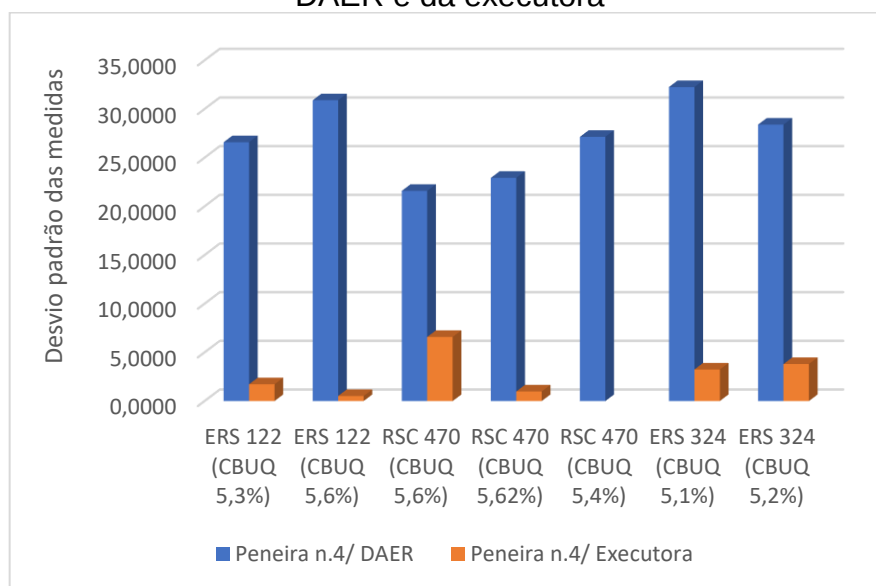
Fonte: Autora (2020).

Tabela 35 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # n4

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	210	1,7188
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	0,5157
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	27	6,5814
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	304	0,9832
-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	82	3,2358
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	75	3,8000

Fonte: Autora (2020).

Figura 12 – Desvios padrões das medidas da peneira # n4 comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

4.1.1.8 Porcentagem passante na peneira # n8

Nas Tabelas 36 e 37 e na Figura 13 seguem os desvios padrões que identificam a variabilidade do processo para a porcentagem passante na peneira # n8.

Tabela 36 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # n8

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	292	15,6121
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	19,7628
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	116	16,6983
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	54	15,6747
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	20,0071
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	198	46,7441
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	182	16,8912

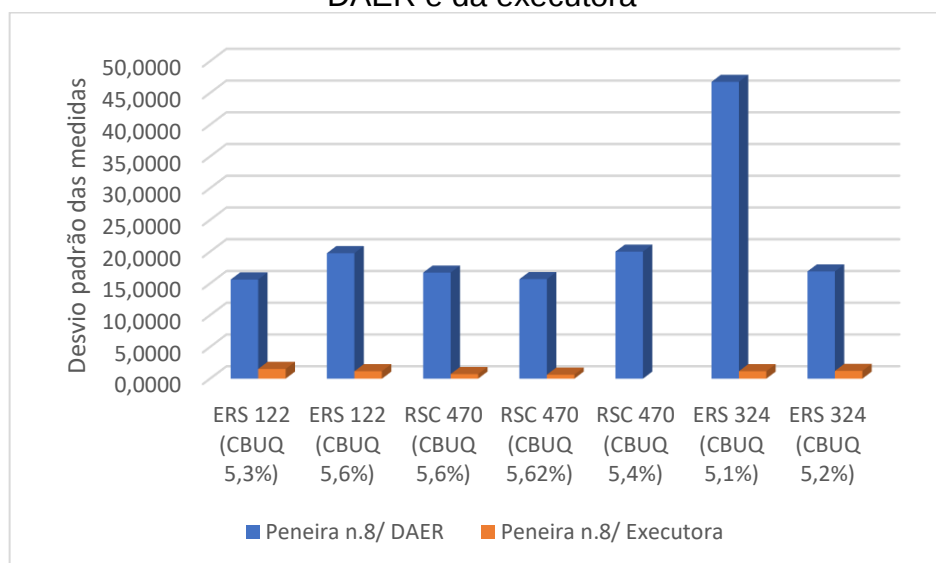
Fonte: Autora (2020).

Tabela 37 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # n8

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	183	1,5342
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	1,1773
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	54	0,7230
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	304	0,6308
-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	56	1,1731
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	66	1,2217

Fonte: Autora (2020).

Figura 13 – Desvios padrões das medidas da peneira # n8 comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

4.1.1.9 Porcentagem passante na peneira # n30

Nas Tabelas 38 e 39 e na Figura 14 seguem os desvios padrões que identificam a variabilidade do processo para a porcentagem passante na peneira # n30.

Tabela 38 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # n30

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	309	5,8350
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	1,9742
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	116	4,5234
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	83	5,8587
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	5,7566
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	210	3,3571
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	218	2,5985

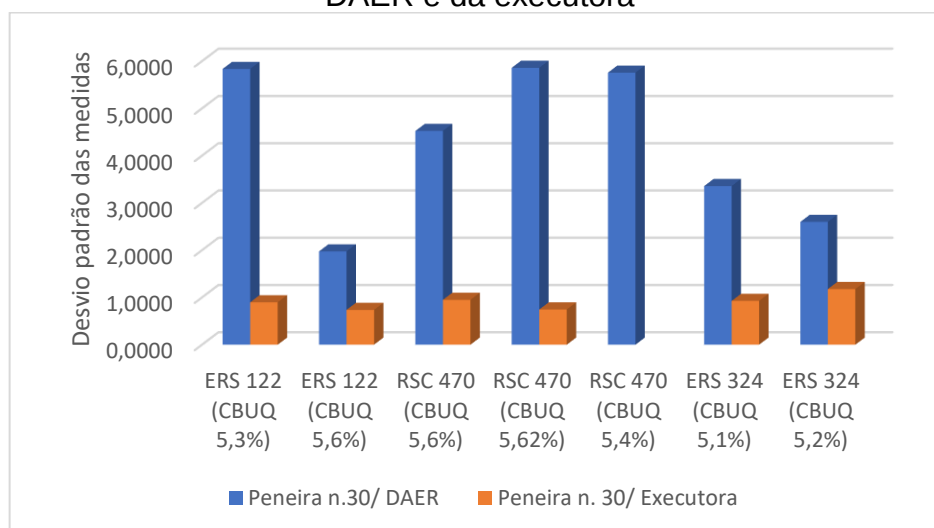
Fonte: Autora (2020).

Tabela 39 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # n30

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	166	0,8965
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	0,7361
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	54	0,9495
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	275	0,7455
-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	43	0,9274
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	30	1,1774

Fonte: Autora (2020).

Figura 14 – Desvios padrões das medidas da peneira # n30 comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

4.1.1.10 Porcentagem passante na peneira # n50

Nas Tabelas 40 e 41 e na Figura 15 seguem os desvios padrões que identificam a variabilidade do processo para a porcentagem passante na peneira # n50.

Tabela 40 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # n50

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	293	3,3521
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	1,2920
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	143	2,6685
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	87	8,4623
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	2,9934
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	192	2,6071
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	196	1,3633

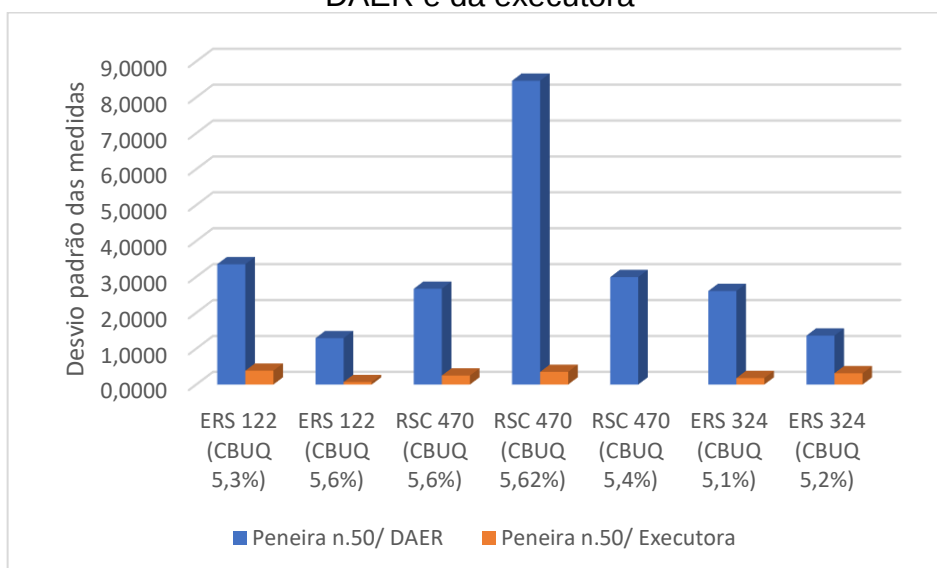
Fonte: Autora (2020).

Tabela 41 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # n50

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	182	0,3870
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	0,0690
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	27	0,2507
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	271	0,3541
-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	62	0,1805
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	52	0,3140

Fonte: Autora (2020).

Figura 15 – Desvios padrões das medidas da peneira # n50 comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

4.1.1.11 Porcentagem passante na peneira # n100

Nas Tabelas 42 e 43 e na Figura 16 seguem os desvios padrões que identificam a variabilidade do processo para a porcentagem passante na peneira # n100.

Tabela 42 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # n100

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	306	2,2348
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	1,8145
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	116	2,2818
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	54	2,9491
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	1,8673
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	189	1,8700
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	182	1,5101

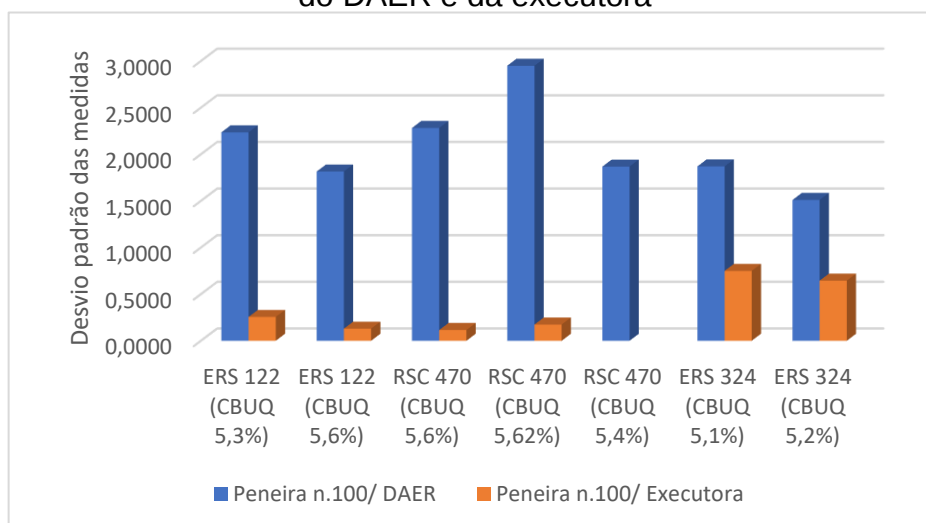
Fonte: Autora (2020).

Tabela 43 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # n100

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	169	0,2553
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	0,1294
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	54	0,1154
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	304	0,1742
-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	70	0,7492
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	66	0,6449

Fonte: Autora (2020).

Figura 16 – Desvios padrões das medidas da peneira # n100 comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

4.1.1.12 Porcentagem passante na peneira # n200

Nas Tabelas 44 e 45 e na Figura 17 seguem os desvios padrões que identificam a variabilidade do processo para a porcentagem passante na peneira # n200.

Tabela 44 – Desvios padrões das medidas do DAER da peneira # n200

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	269	1,3977
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	1,7010
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	116	1,5597
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	54	2,2864
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	1,0522
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	209	1,3503
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	182	1,1065

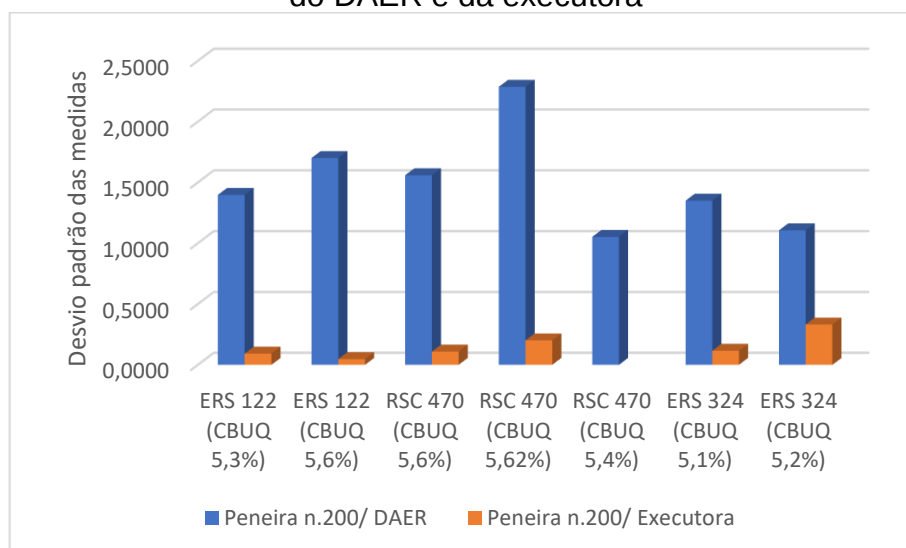
Fonte: Autora (2020).

Tabela 45 – Desvios padrões das medidas da executora da peneira # n200

Projeto	N_i	$S_{processo}$
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	206	0,0922
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	0,0471
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	54	0,1092
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	304	0,2014
-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	45	0,1157
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	66	0,3317

Fonte: Autora (2020).

Figura 17 – Desvios padrões das medidas da peneira # n200 comparando valores do DAER e da executora



Fonte: Autora (2020).

Com base na análise dos desvios padrões apresentados nas Tabelas e Figuras anteriores, nota-se que cada característica tem variabilidades distintas. Em quase todas percebe-se diferença significativa entre dados coletados pelo DAER e pela executora.

Analisando os dados do DAER, no teor de ligante o maior valor de variabilidade é 0,4364 (RSC-470/ CBUQ 5,4%) e o menor é 0,1078 (ERS-324/ CBUQ 5,1%). No grau de compactação o maior valor é 7,2770 (ERS-122/ CBUQ 5,6%) e o menor é 2,1581 (ERS-324/ CBUQ 5,2%). Nas espessuras o maior valor é 1,9973 (ERS-324/ CBUQ 5,1%) e o menor é 0,5302 (ERS-122/ CBUQ 5,3%). Na peneira # 1/2" temos apenas dois valores, sendo o menor de 6,8448 (ERS-122/ CBUQ 5,6%) e o maior de 10,1384 (ERS-122/ CBUQ 5,3%). Na peneira # 3/8" o maior valor é 28,4706 (ERS-324/ CBUQ 5,1%) e o menor é 9,6004 (ERS-122/ CBUQ 5,6%). Na peneira # n4 o maior valor é 32,2532 (ERS-324/ CBUQ 5,1%) e o menor é 21,5855 (RSC-470/ CBUQ 5,6%). Na peneira # n8 o maior valor é 46,7441 (ERS-324/ CBUQ 5,1%) e o menor é 15,6121 (ERS-122/ CBUQ 5,3%). Na peneira # n30 o maior valor é 5,8350 (ERS-122/ CBUQ 5,3%) e o menor é 1,9742 (ERS-122/ CBUQ 5,6%). Na peneira # n50 o maior valor é 8,4623 (RSC-470/ CBUQ 5,62%) e o menor é 1,2920 (ERS-122/ CBUQ 5,6%). Na peneira # n100 o maior valor é 2,9491 (RSC-470/ CBUQ 5,62%) e o menor é 1,5101 (ERS-324/ CBUQ 5,2%). Na peneira # n200 o maior valor é 2,2864 (RSC-470/ CBUQ 5,62%) e o menor é 1,0522 (RSC-470/ CBUQ 5,4%).

As variabilidades do processo para todas as características analisadas estão apresentadas nas Tabelas 46 (teor de ligante, grau de compactação e espessura) e 47 (granulometria).

Tabela 46 – Variabilidade do processo das características de qualidade

	Teor de ligante (%)	Grau de compactação (%)	Espessura (cm)			
			4,0	5,0	6,0	7,0
$S_{processo}$ (DAER)	0,2100	3,0696	1,0705	0,6025	0,7214	9,9971
$S_{processo}$ (Executora)	0,0069	2,3963	0,4352	0,0136	0,8721	0,8770

Fonte: Autora (2020).

Tabela 47 – Variabilidade do processo das características de qualidade

	# 1/2"	# 3,8"	# n4	# n8	# n30	# n50	# n100	# n200
$S_{processo}$ (DAER)	9,997	21,430	27,692	26,289	4,615	3,599	2,067	1,414
$S_{processo}$ (Executora)	2,500	1,689	2,374	1,069	0,851	0,341	0,361	0,182

Fonte: Autora (2020).

4.1.2 Variabilidade de precisão

4.1.2.1 Teor de ligante

Nas Tabelas 48 e 49 e na Figura 18 seguem as diferenças entre os valores médios medidos e os parâmetros de projeto dos teores de ligante.

Tabela 48 – Diferenças entre os valores médios do teor de ligante medidos pelo DAER e o teor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	273	5,0623	-0,2377
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	5,3375	-0,2625
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	116	5,3022	-0,2978
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	54	5,2169	-0,4031
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	5,6370	0,2370
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	188	5,2751	0,1751
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	178	5,1053	-0,0947

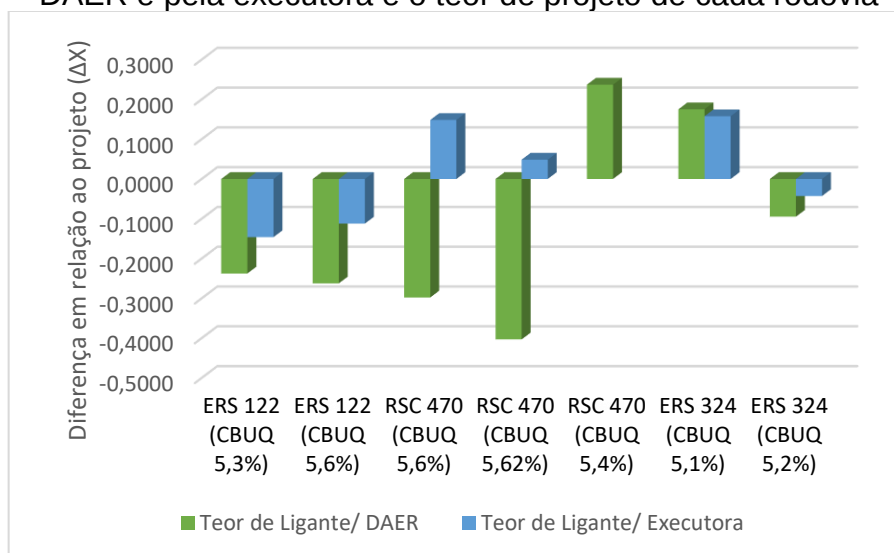
Fonte: Autora (2020).

Tabela 49 – Diferenças entre os valores médios do teor de ligante medidos pela executora e o teor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	202	5,1538	-0,1462
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	5,4880	-0,1120
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	54	5,7483	0,1483
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	304	5,6685	0,0485
-	-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	66	5,2577	0,1577
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	67	5,1572	-0,0428

Fonte: Autora (2020).

Figura 18 – Diferenças entre os valores médios do teor de ligante medidos pelo DAER e pela executora e o teor de projeto de cada rodovia



Fonte: Autora (2020).

4.1.2.2 Grau de compactação

Nas Tabelas 50 e 51 e na Figura 19 seguem as diferenças entre os valores médios medidos e os parâmetros de projeto do grau de compactação.

Tabela 50 – Diferenças entre os valores médios do grau de compactação medidos pelo DAER e o ideal de 100%

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	498	99,6361	-0,3639
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	8	99,8375	-0,1625
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	249	97,3253	-2,6747
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	64	96,7766	-3,2234
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	106	98,6358	-1,3642
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	170	98,3129	-1,6871
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	371	99,1119	-0,8881

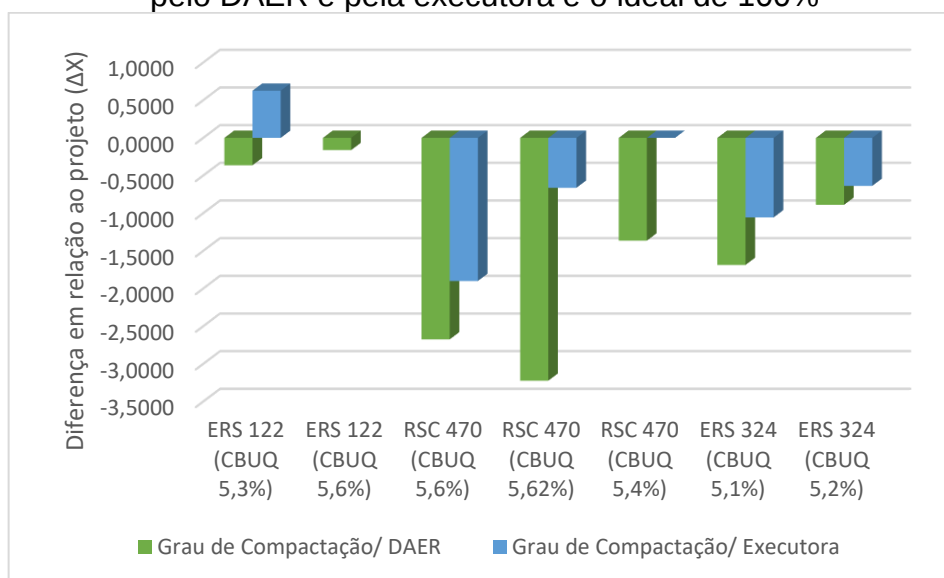
Fonte: Autora (2020).

Tabela 51 – Diferenças entre os valores médios do grau de compactação medidos pela executora e o valor ideal de 100%

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	195	100,6251	0,6251
-	-	-	-
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	39	98,1000	-1,9000
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	56	99,3375	-0,6625
-	-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	43	98,9442	-1,0558
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	129	99,3628	-0,6372

Fonte: Autora (2020).

Figura 19 – Diferenças entre os valores médios do grau de compactação medidos pelo DAER e pela executora e o ideal de 100%



Fonte: Autora (2020).

4.1.2.3 Espessura

Nas Tabelas 52 a 59 e nas Figuras 20 a 23 seguem as diferenças entre os valores médios medidos e os parâmetros de projeto da espessura.

Tabela 52 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e o valor de projeto de 4,0cm

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	230	4,9334	0,9334
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	222	4,9048	0,9048
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	70	4,8176	0,8176
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	106	5,0036	1,0036
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	42	4,9486	0,9486
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	191	5,3358	1,3358

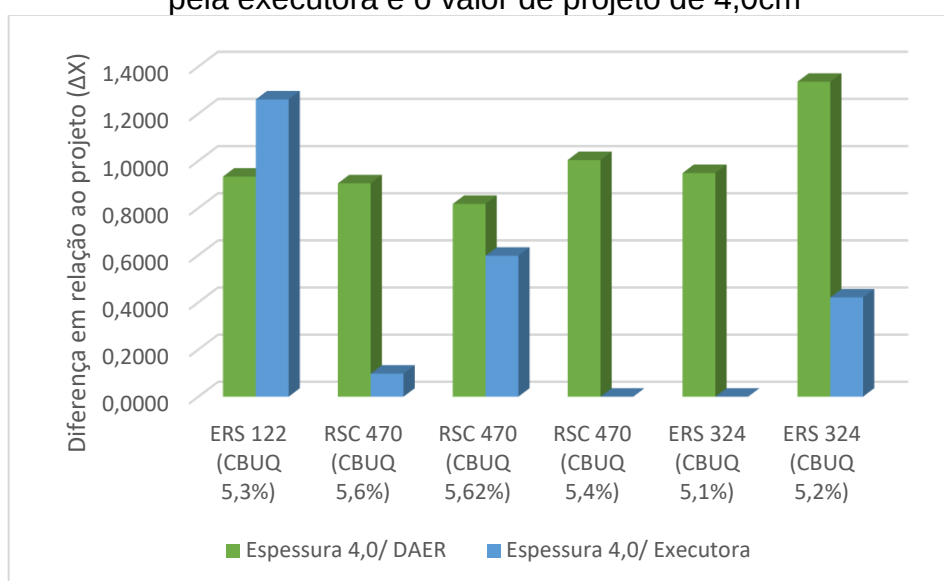
Fonte: Autora (2020).

Tabela 53 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pela executora e o valor de projeto de 4,0cm

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	84	5,2607	1,2607
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	66	4,0976	0,0976
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	50	4,5978	0,5978
-	-	-	-
-	-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	295	4,4207	0,4207

Fonte: Autora (2020).

Figura 20 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de 4,0cm



Fonte: Autora (2020).

Tabela 54 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e o valor de projeto de 5,0cm

Projeto	N	X	ΔX
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	94	5,1396	0,1396
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	4	6,42	1,4200

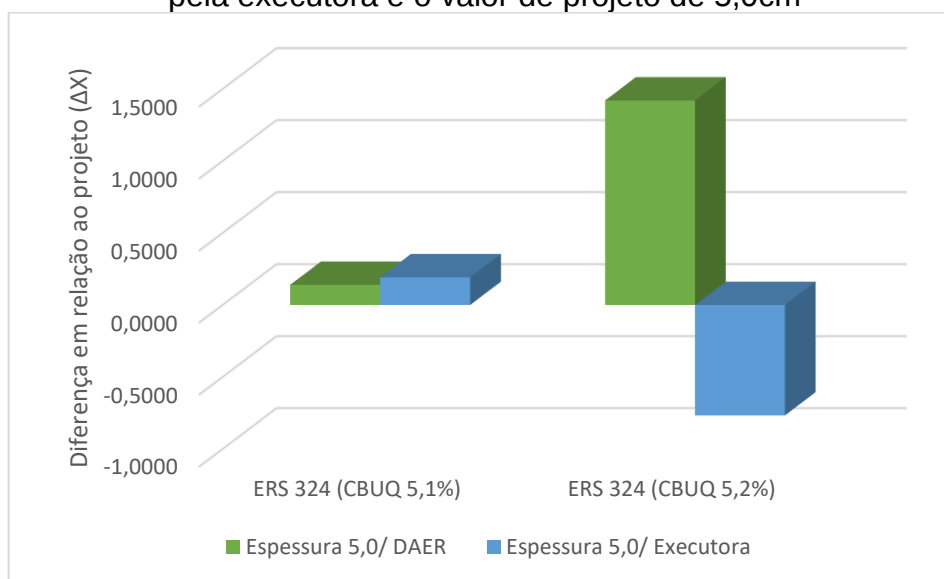
Fonte: Autora (2020).

Tabela 55 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pela executora e o valor de projeto de 5,0cm

Projeto	N	X	ΔX
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	5	5,1920	0,1920
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	9	4,23222	-0,7678

Fonte: Autora (2020).

Figura 21 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de 5,0cm



Fonte: Autora (2020).

Tabela 56 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e o valor de projeto de 6,0cm

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	48	6,1979	0,1979
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	8	5,7600	-0,2400
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	72	5,7786	-0,2214

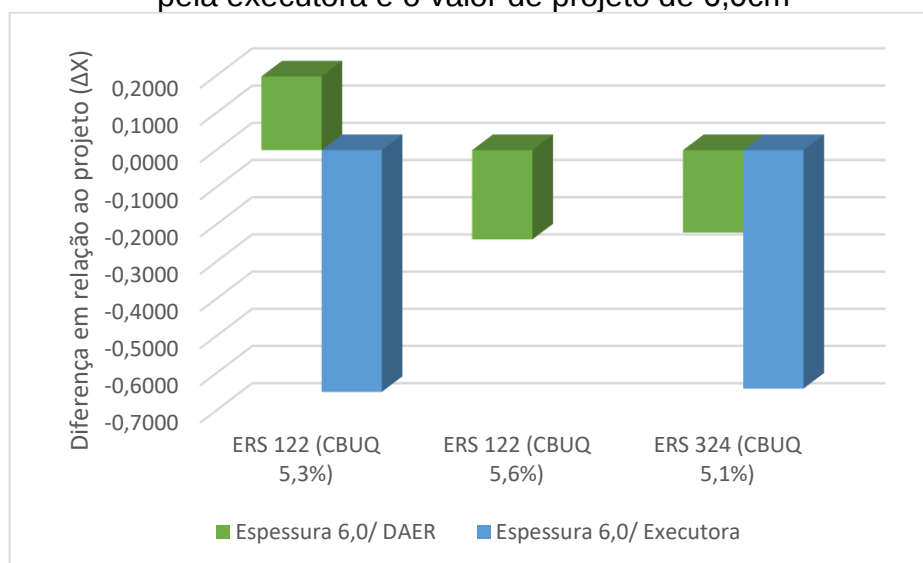
Fonte: Autora (2020).

Tabela 57 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pela executora e o valor de projeto de 6,0cm

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	12	5,3500	-0,6500
-	-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	27	5,3589	-0,6411

Fonte: Autora (2020).

Figura 22 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de 6,0cm



Fonte: Autora (2020).

Tabela 58 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e o valor de projeto de 7,0cm

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	221	6,2431	-0,7569

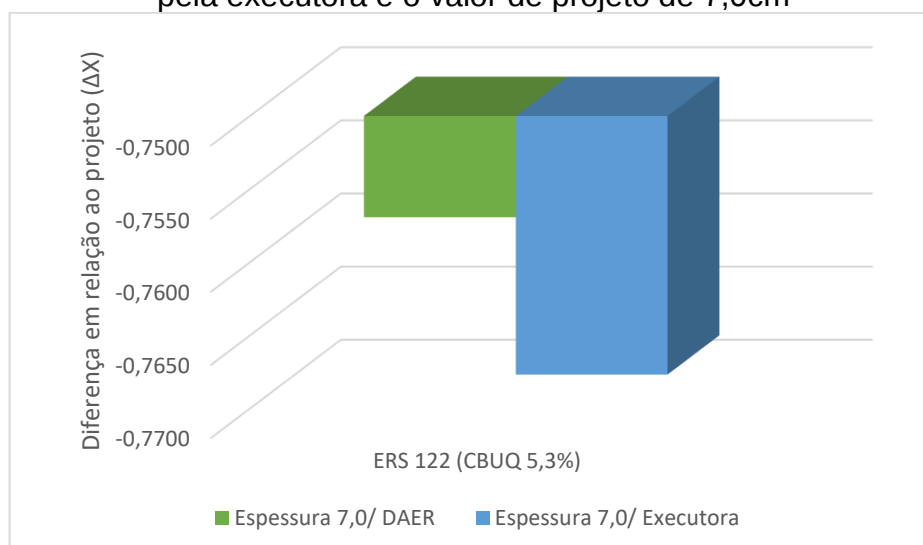
Fonte: Autora (2020).

Tabela 59 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pela executora e o valor de projeto de 7,0cm

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	99	6,2323	-0,7677

Fonte: Autora (2020).

Figura 23 – Diferenças entre os valores médios da espessura medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de 7,0cm



Fonte: Autora (2020).

4.1.2.4 Porcentagem passante na peneira # 3/4"

Da mesma forma como na variabilidade, devido à pouca variação das medidas, não foi calculada as médias para a peneira # 3/4".

4.1.2.5 Porcentagem passante na peneira # 1/2"

Nas Tabelas 60 e 61 e na Figura 24 seguem as diferenças entre os valores médios medidos e os parâmetros de projeto das porcentagens passantes na peneira # 1/2".

Tabela 60 – Diferenças entre os valores médios da peneira # 1/2" medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	281	93,0990	1,8990
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	90,5688	-0,5313

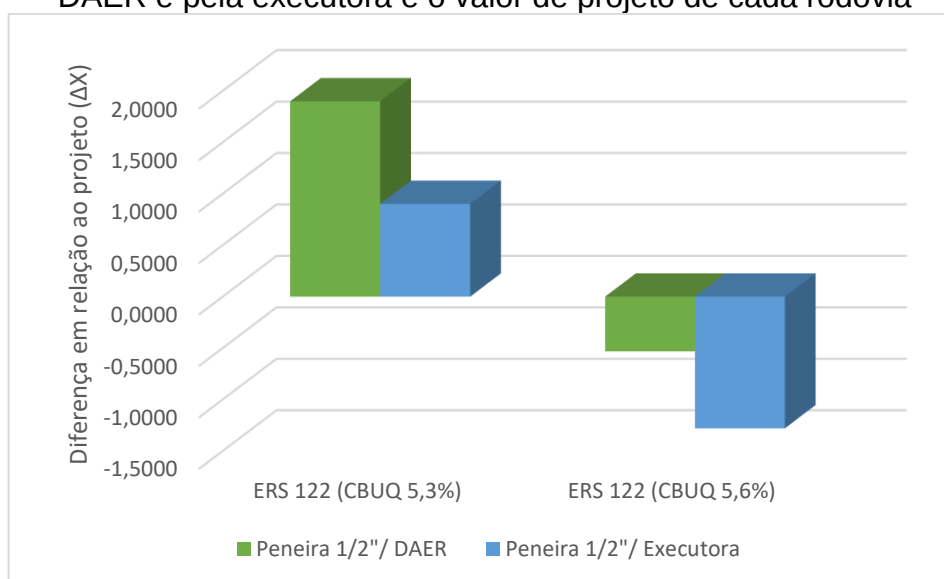
Fonte: Autora (2020).

Tabela 61 – Diferenças entre os valores médios da peneira # 1/2" medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	194	92,1021	0,9021
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	89,8200	-1,2800

Fonte: Autora (2020).

Figura 24 – Diferenças entre os valores médios da peneira # 1/2" medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia



Fonte: Autora (2020).

4.1.2.6 Porcentagem passante na peneira # 3/8"

Nas Tabelas 62 e 63 e na Figura 25 seguem as diferenças entre os valores médios medidos e os parâmetros de projeto das porcentagens passantes na peneira # 3/8".

Tabela 62 – Diferenças entre os valores médios da peneira # 3/8" medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	281	87,3256	3,7256
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	84,3188	-0,4812
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	143	85,8755	1,7755
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	54	82,9241	3,0241
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	83,9528	2,2528
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	183	77,1904	1,5404
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	184	77,4397	2,2397

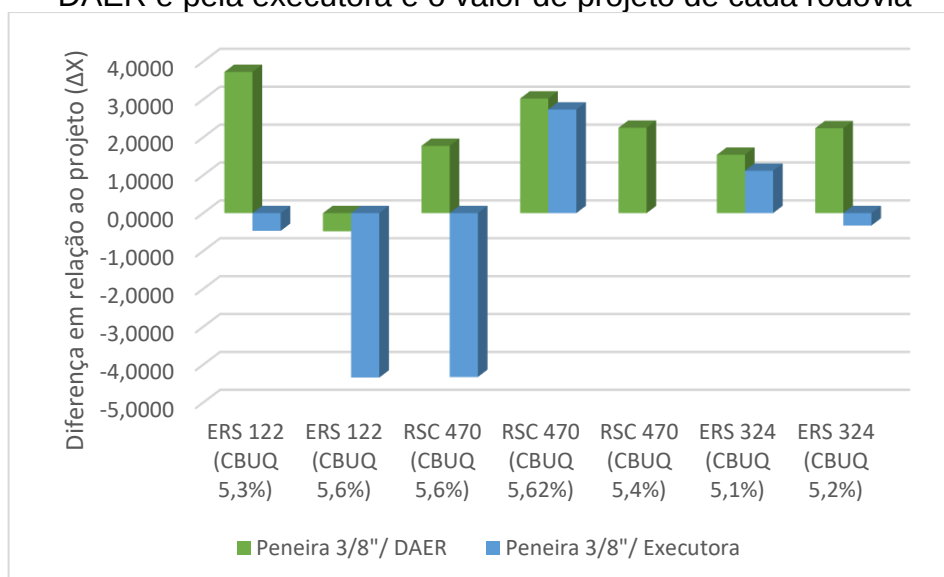
Fonte: Autora (2020).

Tabela 63 – Diferenças entre os valores médios da peneira # 3/8" medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	194	83,1320	-0,4680
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	80,4600	-4,3400
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	27	79,7741	-4,3259
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	304	82,6342	2,7342
-	-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	71	76,7676	1,1176
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	64	74,8719	-0,3281

Fonte: Autora (2020).

Figura 25 – Diferenças entre os valores médios da peneira # 3/8" medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia



Fonte: Autora (2020).

4.1.2.7 Porcentagem passante na peneira # n4

Nas Tabelas 64 e 65 e na Figura 26 seguem as diferenças entre os valores médios medidos e os parâmetros de projeto das porcentagens passantes na peneira # n4.

Tabela 64 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n4 medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	265	67,1075	8,4075
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	61,6063	6,4563
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	143	67,7224	3,7224
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	54	65,2796	3,4796
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	65,4358	4,4358
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	172	63,8977	5,2977
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	172	61,4506	4,8506

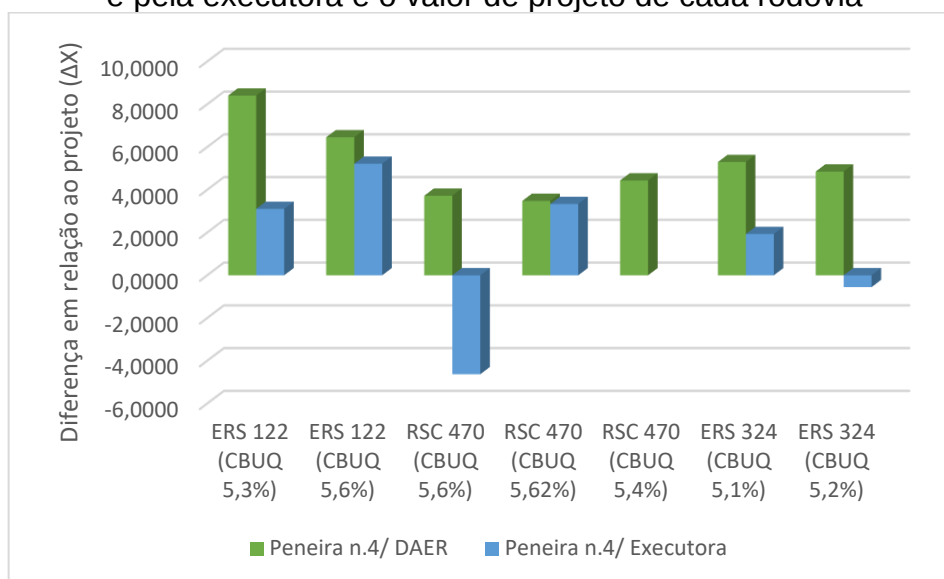
Fonte: Autora (2020).

Tabela 65 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n4 medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	210	61,8052	3,1052
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	60,3700	5,2200
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	27	59,3704	-4,6296
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	304	65,1349	3,3349
-	-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	82	60,5311	1,9311
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	75	56,0467	-0,5533

Fonte: Autora (2020).

Figura 26 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n4 medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia



Fonte: Autora (2020).

4.1.2.8 Porcentagem passante na peneira # n8

Nas Tabelas 66 e 67 e na Figura 27 seguem as diferenças entre os valores médios medidos e os parâmetros de projeto das porcentagens passantes na peneira # n8.

Tabela 66 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n8 medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	292	45,3072	2,7072
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	42,6375	4,3875
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	116	50,7819	4,5819
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	54	49,4204	6,1204
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	48,7604	6,6604
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	198	44,3010	1,1010
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	182	43,3559	2,1559

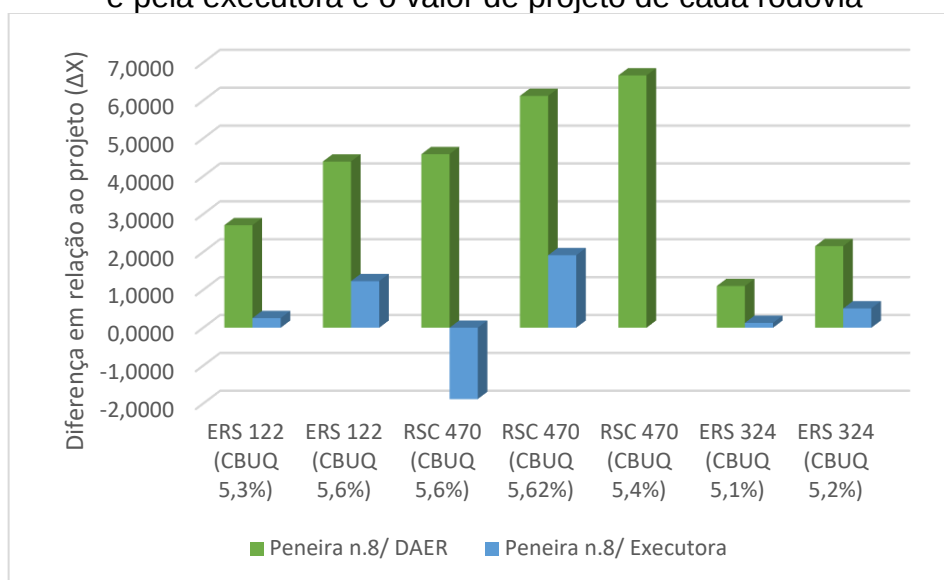
Fonte: Autora (2020).

Tabela 67 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n8 medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	183	42,8546	0,2546
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	39,4800	1,2300
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	54	44,3167	-1,8833
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	304	45,2148	1,9148
-	-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	56	43,3286	0,1286
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	66	41,7106	0,5106

Fonte: Autora (2020).

Figura 27 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n8 medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia



Fonte: Autora (2020).

4.1.2.9 Porcentagem passante na peneira # n30

Nas Tabelas 68 e 69 e na Figura 28 seguem as diferenças entre os valores médios medidos e os parâmetros de projeto das porcentagens passantes na peneira # n30.

Tabela 68 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n30 medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	309	21,2609	-0,5391
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	20,2750	-0,1750
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	116	22,7422	0,4422
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	83	21,4072	-0,2928
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	21,1717	-0,1783
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	210	20,3966	-1,1534
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	218	19,9069	-1,8931

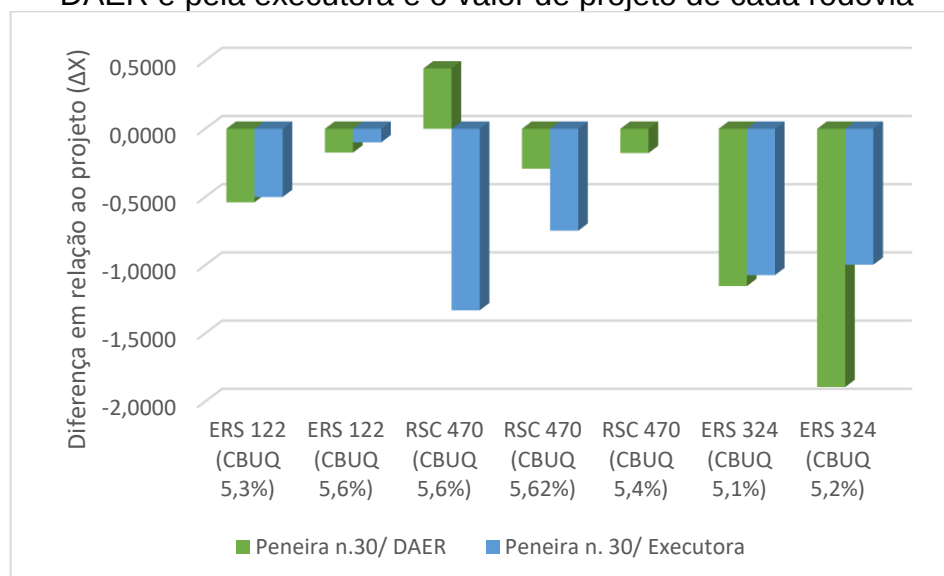
Fonte: Autora (2020).

Tabela 69 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n30 medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	166	21,2994	-0,5006
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	20,3500	-0,1000
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	54	20,9685	-1,3315
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	275	20,9524	-0,7476
-	-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	43	20,4767	-1,0733
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	30	20,8033	-0,9967

Fonte: Autora (2020).

Figura 28 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n30 medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia



Fonte: Autora (2020).

4.1.2.10 Porcentagem passante na peneira # n50

Nas Tabelas 70 e 71 e na Figura 29 seguem as diferenças entre os valores médios medidos e os parâmetros de projeto das porcentagens passantes na peneira # n50.

Tabela 70 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n50 medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	293	13,9745	-1,9755
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	13,5750	-2,0750
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	143	14,5772	-1,0228
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	87	14,1920	-2,3580
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	12,7472	-1,8028
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	192	13,9453	-1,5047
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	196	13,6252	-2,0248

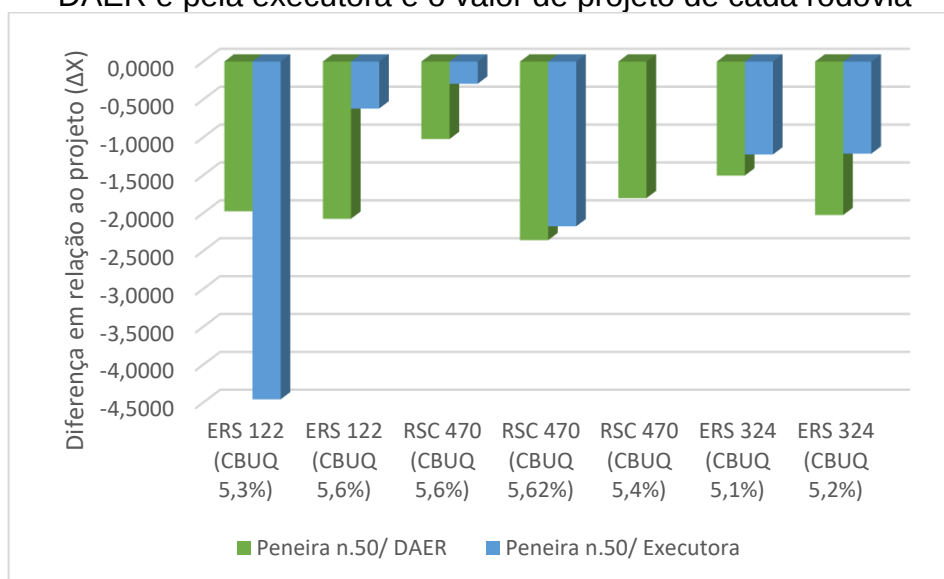
Fonte: Autora (2020).

Tabela 71 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n50 medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	182	11,4920	-4,4580
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	15,0300	-0,6200
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	27	15,3074	-0,2926
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	271	14,3756	-2,1744
-	-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	62	14,2242	-1,2258
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	52	14,4346	-1,2154

Fonte: Autora (2020).

Figura 29 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n50 medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia



Fonte: Autora (2020).

4.1.2.11 Porcentagem passante na peneira # n100

Nas Tabelas 72 e 73 e na Figura 30 seguem as diferenças entre os valores médios medidos e os parâmetros de projeto das porcentagens passantes na peneira # n100.

Tabela 72 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n100 medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	306	8,9879	-1,6621
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	8,5625	-2,2375
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	116	9,1569	-1,2431
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	54	7,9944	-2,8056
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	7,4830	-1,8170
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	189	9,2508	-1,1492
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	182	8,3484	-1,6516

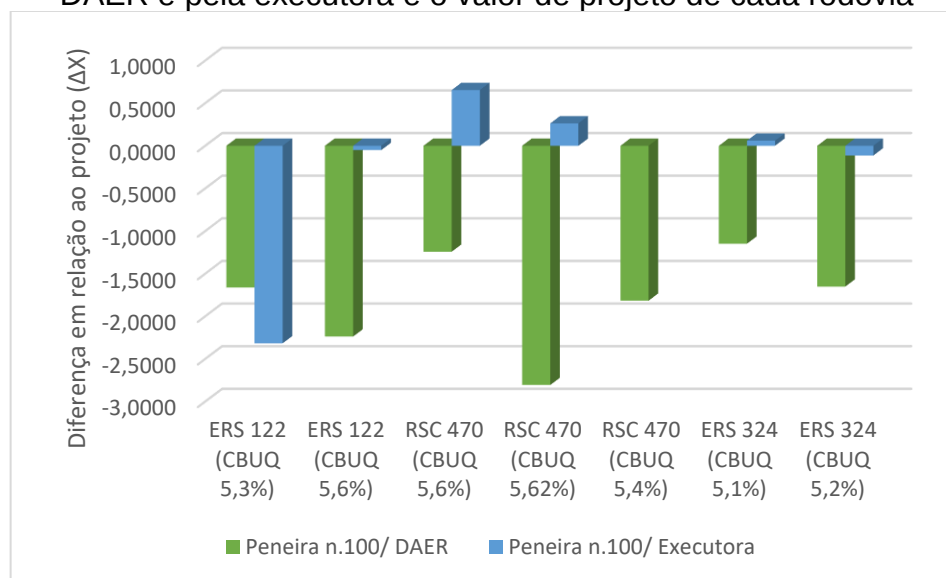
Fonte: Autora (2020).

Tabela 73 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n100 medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	169	8,3328	-2,3172
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	10,7500	-0,0500
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	54	11,0537	0,6537
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	304	11,0628	0,2628
-	-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	70	10,4596	0,0596
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	66	9,8864	-0,1136

Fonte: Autora (2020).

Figura 30– Diferenças entre os valores médios da peneira # n100 medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia



Fonte: Autora (2020).

4.1.2.12 Porcentagem passante na peneira # n200

Nas Tabelas 74 e 75 e na Figura 31 seguem as diferenças entre os valores médios medidos e os parâmetros de projeto das porcentagens passantes na peneira # n200.

Tabela 74 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n200 medidos pelo DAER e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	269	4,9485	-1,4515
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	16	4,7313	-1,2188
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	116	4,7629	-1,2371
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	54	4,5500	-2,1500
RSC-470 (CBUQ 5,4%)	53	4,0604	-1,3896
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	209	5,3124	0,2124
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	182	4,5077	-0,9923

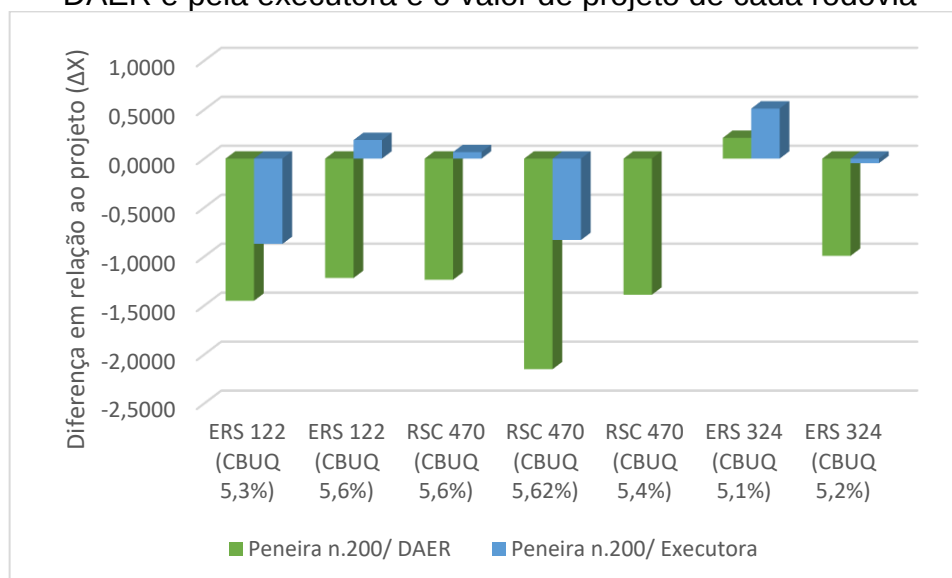
Fonte: Autora (2020).

Tabela 75 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n200 medidos pela executora e o valor de projeto de cada rodovia

Projeto	N	X	ΔX
ERS-122 (CBUQ 5,3%)	206	5,5296	-0,8704
ERS-122 (CBUQ 5,6%)	10	6,1400	0,1900
RSC-470 (CBUQ 5,6%)	54	6,0667	0,0667
RSC-470 (CBUQ 5,62%)	304	5,8691	-0,8309
-	-	-	-
ERS-324 (CBUQ 5,1%)	45	5,6111	0,5111
ERS-324 (CBUQ 5,2%)	66	5,4530	-0,0470

Fonte: Autora (2020).

Figura 31 – Diferenças entre os valores médios da peneira # n200 medidos pelo DAER e pela executora e o valor de projeto de cada rodovia



Fonte: Autora (2020).

As diferenças entre os valores médios das características de qualidade e os valores de projeto do teor de betume varia entre -0,4031 (RSC-470/ CBUQ 5,62%) e 0,2370 (RSC-470/ CBUQ 5,4%). No grau de compactação varia entre -3,2234 (RSC-

470/ CBUQ 5,62%) e -0,1625 (ERS-122/ CBUQ 5,6%). Nas espessuras fica entre - 0,7569 (ERS-122/ CBUQ 5,3%) e 1,42 (ERS-324/ CBUQ 5,2%). Na peneira # 1/2" varia entre -0,5313 (ERS-122/ CBUQ 5,6%) e 1,8990 (ERS-122/ CBUQ 5,3%). Na peneira # 3/8" varia entre -0,4812 (ERS-122/ CBUQ 5,6%) e 3,7256 (ERS-122/ CBUQ 5,3%). Na peneira # n4 varia entre 3,4796 (RSC-470/ CBUQ 5,62%) e 8,4075 (ERS-122/ CBUQ 5,3%). Na peneira # n8 varia entre 1,1010 (ERS-324/ CBUQ 5,1%) e 6,6604 (RSC-470/ CBUQ 5,4%). Na peneira # n30 varia entre -1,8931 (ERS-324/ CBUQ 5,2%) e 0,4422 (RSC-470/ CBUQ 5,6%). Na peneira # n50 varia entre - 2,3580 (RSC-470/ CBUQ 5,62%) e -1,0228 (RSC-470/ CBUQ 5,6%). Na peneira # n100 varia entre -2,8056 (RSC-470/ CBUQ 5,62%) e -1,1492 (ERS-324/ CBUQ 5,1%). Na peneira # n200 varia entre -2,1500 (RSC-470/ CBUQ 5,62%) e 0,2124 (ERS-324/ CBUQ 5,1%).

As variabilidades de precisão para todas as características analisadas estão apresentadas nas Tabelas 76 (teor de ligante, grau de compactação e espessura) e 77 (granulometria).

Tabela 76 – Variabilidade de precisão das características de qualidade

	Teor de ligante (%)	Grau de compactação (%)	Espessura (cm)			
			4,0	5,0	6,0	7,0
$S_{precisão}$ (DAER)	0,2452	1,1442	0,1798	0,9054	0,2476	0,1466
$S_{precisão}$ (Executora)	0,1300	0,9117	0,4902	0,6787	0,0063	0,1295

Fonte: Autora (2020).

Tabela 77 – Variabilidade de precisão das características de qualidade (% passante)

	# 1/2"	# 3,8"	# n4	# n8	# n30	# n50	# n100	# n200
$S_{precisão}$ (DAER)	1,718	2,063	1,094	2,063	0,763	0,439	0,574	0,711
$S_{precisão}$ (Executora)	1,543	3,513	3,513	1,288	0,442	1,512	1,050	0,564

Fonte: Autora (2020).

4.1.3 Variabilidades das características de qualidade

Com as variabilidades do processo e da precisão, determinou-se então as variabilidades totais das características de qualidade, conforme as Tabelas 78 (teor de ligante, grau de compactação e espessura) e 79 (granulometria).

Tabela 78 – Variabilidade das características de qualidade

	Teor de ligante (%)	Grau de compactação (%)	Espessura (cm)			
			4,0	5,0	6,0	7,0
S_{CQ} (DAER)	0,3229	3,2759	1,0855	1,0876	0,7628	9,9982
S_{CQ} (Executora)	0,1302	2,5638	0,6555	0,6788	0,8722	0,8865

Fonte: Autora (2020).

Tabela 79 – Variabilidade das características de qualidade (% passante)

	# 1/2"	# 3,8"	# n4	# n8	# n30	# n50	# n100	# n200
S_{CQ} (DAER)	10,144	21,529	27,713	26,370	4,678	3,626	2,145	1,582
S_{CQ} (Executora)	2,938	3,898	4,240	1,674	0,959	1,550	1,110	0,593

Fonte: Autora (2020).

Conhecendo a variabilidade total das características de qualidade, consegue-se avaliar o nível de qualidade na qual foram produzidas.

Para análise dos valores apresentados, considera-se que 90% de suas medidas estejam em conformidade com os limites de tolerância. O valor de 90% é arbitrado, mas frequentemente adotado para estabelecer os limites de controle ou de aceitação em especificações rodoviárias. Dizer que 90% de uma população está dentro dos limites significa que o afastamento em relação à média é de $\pm zS_{CQ}$, onde z é a variável normal padrão e para 90% é igual a 1,645 (Nogueira, 2011). Multiplicando os desvios padrões das variabilidades totais das características analisadas por 1,645, tem-se os limites de controle conforme a Tabela 80.

Tabela 80 – Limites de controle para as características de qualidade com dados do DAER

Características	Limites (%)
Teor de ligante	±0,53
Grau de Compactação	±5,39
Espessura 4,0cm	±1,79
Espessura 5,0cm	±1,79
Espessura 6,0cm	±1,25
Espessura 7,0cm	±16,45
Peneira 1/2"	±16,69
Peneira 3/8"	±35,41
Peneira n. 4	±45,59
Peneira n. 8	±43,38
Peneira n. 30	±7,70
Peneira n. 50	±5,96
Peneira n. 100	±3,53
Peneira n. 200	±2,60

Fonte: Autora (2020).

Comparando com os parâmetros estabelecidos pelo DAER, apenas as espessuras 4,0cm, 5,0cm e 6,0cm estão dentro da tolerância estabelecida, que neste caso seria de $\pm 10\%$. O restante está com o nível de qualidade inferior ao determinado, pois o intervalo de tolerância identificado na Tabela 80 é maior que o intervalo de tolerância estabelecido em norma para cada característica. Na Tabela 81, tem-se a mesma análise anterior, porém considerando os dados coletados pela executora.

Tabela 81 – Limites de controle para as características de qualidade com dados da executora

Características	Limites (%)
Teor de betume	±0,21
Grau de Compactação	±4,22
Espessura 4,0cm	±1,08
Espessura 5,0cm	±1,12
Espessura 6,0cm	±1,43
Espessura 7,0cm	±1,46
Peneira 1/2"	±4,83
Peneira 3/8"	±6,41
Peneira n. 4	±6,97
Peneira n. 8	±2,75
Peneira n. 30	±1,58
Peneira n. 50	±2,55
Peneira n. 100	±1,83
Peneira n. 200	±0,98

Fonte: Autora (2020).

Ao contrário da anterior, pelos dados da executora, a maioria atende as tolerâncias estabelecidas, apenas as peneiras # 3/8" e # n4 e o grau de compactação estão fora das tolerâncias estabelecidas nas normativas.

Os resultados das Tabelas 80 e 81 podem ser comprados com os da Tabela 82, que são as tolerâncias estabelecidas pelas Especificações do DAER.

Tabela 82 – Tolerâncias especificadas nas Especificações do DAER

Características	Limites do DAER
Teor de betume	± 0,3
Grau de Compactação %	-3% e +1%
Espessura	± 10%
Peneira 3/4"	± 6%
Peneira 1/2"	± 6%
Peneira 3/8"	± 6%
Peneira n. 4	± 6%
Peneira n. 8	± 4%
Peneira n. 30	± 4%
Peneira n. 50	± 4%
Peneira n. 100	± 3%
Peneira n. 200	± 2%

Fonte: Adaptado pela autora das Especificações dos DAER (2020).

4.2 ANALISE GLOBAL DOS RESULTADOS

Como se percebe, há uma grande discrepância entre dados coletados pelo DAER e pela executora. Esta diferença pode ser devido aos locais de coleta de cada um, visto que na maioria dos casos eram de quilômetros diferentes da rodovia. Analisando os dados do DAER, as peneiras # 3/8", # n4 e # n8 são as que estão com valores mais distantes das tolerâncias estipuladas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, estão apresentadas as principais conclusões deste trabalho. O objetivo principal era analisar o controle de qualidade da produção de misturas asfálticas, identificando procedimentos adotados e variabilidades no controle de qualidade.

A partir dos objetivos estabelecidos, conclui-se que:

- a) os níveis de qualidade das características analisadas neste trabalho foram medidos por meio da determinação da variabilidade total da produção. Pelos dados coletados pelo DAER, apenas as espessuras 4,0cm, 5,0cm e 6,0cm ficaram dentro dos limites das tolerâncias especificadas;
- b) dos dados analisados que foram coletados pela executora, ao contrário dos do DAER, a maioria está dentro das tolerâncias, apenas as peneiras # 3/8" e # n4 e o grau de compactação não estão;
- c) o banco de dados é fundamental para manter o controle das produções, falhas nas coletas destes dados podem influenciar negativamente no controle de qualidade;
- d) os dados analisados coletados pela executora possuem uma variabilidade menor e, a maioria, fica dentro das tolerâncias estabelecidas pelas especificações do DAER.

As sugestões feitas para o controle de qualidade das misturas asfálticas são:

- a) maior cuidado para que os bancos de dados sejam alimentados com maior precisão em relação às datas de colhimento das amostras, pois muitos não eram datados;
- b) é interessante que os dados sejam coletados com maior frequência para permitir análises mais precisas;
- c) a realização de análises como a descrita neste trabalho, durante a execução de projetos, para que se possa estimar com maior precisão o desempenho dos revestimentos asfálticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro, 2008.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. CNT. **Acidentes Rodoviários e a Infraestrutura**. Brasília: CNT, 2018.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias**. Brasília: CNT: SEST SENAT, 2019.
- DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM. DAER RS: **Especificações Gerais**. Porto Alegre: 1998.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER-ES 385/99: **Pavimentação – concreto asfáltico com asfalto polímero**. Rio de Janeiro: IPR, 1999.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 011/2004-PRO: **Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento**. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT: **Manual de Pavimentação**. Rio de Janeiro: IPR, 2006a.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 031/2006-ES: **Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico – Especificação de Serviço**. Rio de Janeiro: IPR, 2006b.
- FORTES, Rita Moura; MERIGHI, João Virgílio. **Controle Tecnológico e Controle de Qualidade – Um Alerta sobre sua Importância**. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2004, Brasília. Anais... Brasília: Anais do Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2004.
- NOGUEIRA, Matheus Lemos. **Avaliação do controle de qualidade de misturas asfálticas e análise do reflexo do nível de qualidade no desempenho dos revestimentos asfálticos**. 2011. 86f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 2011.
- SILVA, Paulo Fernando A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos**. 2. Ed. São Paulo: Pini, 2008.

APÊNDICE A – VARIABILIDADE DA ERS 122 (CBUQ 5,3%)

Teor de Betume/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	22	0,0675	0,0957
fev/16	28	0,1090	0,3211
mar/16	35	0,1672	0,9505
abr/16	35	0,3195	3,4707
mai/16	43	0,0963	0,3893
jun/16	37	0,1468	0,7758
jul/16	51	0,0967	0,4675
ago/16	22	0,1577	0,5221
8	273		6,9926

Teor de Betume/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	32	0,0058	0,0010
fev/16	37	0,0110	0,0044
mar/16	40	0,0122	0,0058
abr/16	30	0,0070	0,0014
mai/16	24	0,0036	0,0003
jun/16	39	0,0053	0,0011
-	-	-	-
-	-	-	-
6	202		0,0140

Grau de Compactação/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	39	1,4235	77,0039
fev/16	94	1,8790	328,3613
mar/16	136	1,5989	345,1266
abr/16	61	5,8176	2030,6769
mai/16	45	4,3425	829,7026
jun/16	44	2,7176	317,5744
jul/16	52	2,4353	302,4742
ago/16	27	4,8619	614,5994
8	498		4845,5193

Grau de Compactação/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
fev/16	16	0,9200	12,6949
mar/16	48	1,4857	103,7493
abr/16	131	4,2054	2299,1014
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
3	195		2415,5455

Espessura 4,0/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	11	6,4751	419,2741
mar/16	18	0,6500	7,1833
abr/16	33	0,8399	22,5730
mai/16	45	0,3371	4,9999
jun/16	44	0,3145	4,2525
jul/16	52	0,3081	4,8418
ago/16	27	0,8420	18,4328
7	230		481,5575

Espessura 4,0/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	7	1,3395	10,7659
-	-	-	-
abr/16	77	0,9967	75,5013
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
2	84		86,2673

Espessura 6,0/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	9	0,2020	0,3263
mar/16	29	0,6250	10,9384
abr/16	10	0,3920	1,3833
3	48		12,6480

Espessura 7,0/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
fev/16	94	0,5240	25,5391
mar/16	90	0,7500	50,0615
abr/16	37	0,3932	5,5666
3	221		81,1672

Peneira 1/2"/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	24	9,0643	1889,7053
fev/16	28	12,0035	3890,2821
mar/16	31	5,2060	813,0777
abr/16	49	10,7621	5559,4520
mai/16	39	9,3320	3309,2687
jun/16	37	13,9893	7045,2499
jul/16	51	9,5221	4533,5079
ago/16	22	6,9699	1020,1644
8	281		28060,7079

Peneira 3/8"/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	28	5,3135	762,2978
fev/16	28	27,5944	20559,1058
mar/16	31	10,8008	3499,7384
abr/16	43	14,9269	9358,1697
mai/16	41	15,5496	9671,6369
jun/16	37	16,7475	10097,1964
jul/16	51	14,7875	10933,5013
ago/16	22	10,8139	2455,7657
8	281		67337,4121

Espessura 6,0/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	12	1,5936	27,9364
-	-	-	-
-	-	-	-
1	12		27,9364

Espessura 7,0/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
fev/16	16	1,1372	19,3972
mar/16	49	0,9517	43,4754
abr/16	34	0,5765	10,9684
3	99		73,8411

Peneira 1/2"/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	30	2,1759	137,3042
fev/16	37	1,3144	62,1980
mar/16	44	1,1178	53,7320
abr/16	16	7,1383	764,3224
mai/16	28	2,2681	138,8932
jun/16	39	1,2335	57,8191
-	-	-	-
-	-	-	-
6	194		1214,2688

Peneira 3/8"/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	26	3,5465	314,4434
fev/16	37	1,1475	47,4011
mar/16	44	1,3853	82,5227
abr/16	22	2,2601	107,2652
mai/16	26	2,1831	119,1437
jun/16	39	0,5893	13,1961
-	-	-	-
-	-	-	-
6	194		683,9721

Peneira n.4/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	24	8,5855	1695,3584
fev/16	28	38,9154	40889,0947
mar/16	31	19,3728	11259,1084
abr/16	33	14,9688	7170,0432
mai/16	39	36,4924	50604,5149
jun/16	37	28,7773	29812,8779
jul/16	51	24,3084	29544,9966
ago/16	22	22,5541	10682,3979
8	265	181658,3919	

Peneira n.4/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	30	1,6924	83,0656
fev/16	37	1,7773	113,7105
mar/16	44	1,4195	86,6433
abr/16	32	2,0368	128,5993
mai/16	28	0,9967	26,8231
jun/16	39	2,0763	163,8242
-	-	-	-
-	-	-	-
6	210	602,6661	

Peneira n.8/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	33	7,4369	1769,8377
fev/16	28	19,7526	10534,4261
mar/16	31	20,3919	12474,8785
abr/16	49	10,4057	5197,3868
mai/16	41	19,6747	15483,7802
jun/16	37	17,5369	11071,5580
jul/16	51	14,1680	10036,6519
ago/16	22	11,2397	2652,9339
8	292	69221,4531	

Peneira n.8/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	21	3,1025	192,5130
fev/16	37	1,0373	38,7370
mar/16	44	0,5089	11,1357
abr/16	16	1,9387	56,3809
mai/16	26	1,8219	82,9847
jun/16	39	0,9582	34,8893
-	-	-	-
-	-	-	-
6	183	416,6405	

Peneira n.30/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	52	1,5957	129,8662
fev/16	28	3,3432	301,7844
mar/16	39	8,8919	3004,5001
abr/16	39	6,8236	1769,3377
mai/16	41	5,8619	1374,4919
jun/16	37	6,4017	1475,3465
jul/16	51	6,4437	2076,0788
ago/16	22	2,3587	116,8371
8	309	10248,2427	

Peneira n. 30/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	2	8,4050	70,6440
fev/16	37	0,6935	17,3162
mar/16	36	0,7767	21,1122
abr/16	26	0,5477	7,4989
mai/16	26	0,5180	6,7088
jun/16	39	0,3741	5,3179
-	-	-	-
-	-	-	-
6	166	128,5980	

Peneira n.50/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	36	1,1353	45,1130
fev/16	28	2,0745	116,1998
mar/16	39	3,2262	395,5175
abr/16	39	3,0123	344,8180
mai/16	41	3,6953	546,1962
jun/16	37	5,1309	947,7513
jul/16	51	3,8542	742,7522
ago/16	22	1,7459	64,0088
8	293		3202,3568

Peneira n.50/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	18	0,6830	7,9299
fev/16	37	0,4860	8,5046
mar/16	36	0,3921	5,3805
abr/16	26	0,2950	2,1751
mai/16	26	0,2770	1,9176
jun/16	39	0,1098	0,4582
-	-	-	-
-	-	-	-
6	182		26,3658

Peneira n.100/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	29	0,9271	24,0642
fev/16	38	1,0186	38,3874
mar/16	31	1,8889	107,0330
abr/16	55	1,4299	110,4016
mai/16	43	2,8063	330,7672
jun/16	37	3,4443	427,0782
jul/16	51	2,8982	419,9923
ago/16	22	1,2068	30,5853
8	306		1488,3091

Peneira n.100/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	25	0,4401	4,6495
fev/16	27	0,2456	1,5681
mar/16	44	0,1623	1,1330
abr/16	10	0,4149	1,5489
mai/16	24	0,2349	1,2687
jun/16	39	0,1094	0,4552
-	-	-	-
-	-	-	-
6	169		10,6235

Peneira n.200/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	22	0,9299	18,1593
fev/16	28	0,8265	18,4456
mar/16	31	1,1277	38,1543
abr/16	35	0,6260	13,3247
mai/16	43	1,4768	91,5999
jun/16	37	2,2163	176,8331
jul/16	51	1,6255	132,1166
ago/16	22	1,0058	21,2462
8	269		509,8798

Peneira n.200/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jan/16	32	0,1723	0,9202
fev/16	37	0,1249	0,5616
mar/16	44	0,0380	0,0620
abr/16	30	0,0704	0,1436
mai/16	24	0,0215	0,0106
jun/16	39	0,0046	0,0008
-	-	-	-
-	-	-	-
6	206		1,6988

APÊNDICE B – VARIABILIDADE DA ERS 122 (CBUQ 5,6%)

Teor de Betume/ DAER			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	6	0,1817	0,1650
2	10	0,0854	0,0657
2	16	0	0,2307

Grau de Compactação/ DAER			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	8	7,2770	370,6795
1	8	0	370,6795

Espessura/ DAER			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	8	0,6510	2,9669
1	8	0	2,9669

Peneira 1/2"/ DAER			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	6	7,4320	276,1731
2	10	6,4957	379,7432
2	16	0	655,916

Peneira 3/8"/ DAER			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	6	12,7280	810,0099
2	10	7,3054	480,3257
2	16	0	1290,336

Peneira n. 4/ DAER			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	6	49,6667	12333,8889
2	10	10,7161	1033,5153
2	16	0	13367,404

Teor de Betume/ Executora			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	10	0,0023	0,0000
-	-	-	-
1	10	0	0,0000

Grau de Compactação/ Executora			
Semana	n	s	(n-1)s ²
-	-	-	-
0	0	0	-

Espessura/ Executora			
Semana	n	s	(n-1)s ²
-	-	-	-
0	0	0	0,0000

Peneira 1/2"/ Executora			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	10	1,3262	15,8298
-	-	-	-
1	10	0	15,8298

Peneira 3/8"/ Executora			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	10	1,5271	20,9886
-	-	-	-
1	10	0	20,9886

Peneira n. 4/ Executora			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	10	0,5157	2,3932
-	-	-	-
1	10	0	2,3932

Peneira n. 8/ DAER			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	6	31,0067	4807,0669
2	10	8,5693	660,9013
2	16	0	5467,968

Peneira n. 30/ DAER			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	6	2,3920	28,6083
2	10	1,6982	25,9556
2	16	0	54,564

Peneira n. 50/ DAER			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	6	1,6750	14,0281
2	10	1,0188	9,3412
2	16	0	23,369

Peneira n. 100/ DAER			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	6	2,6280	34,5319
2	10	1,1333	11,5600
2	16	0	46,092

Peneira n. 200/ DAER			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	6	2,2590	25,5154
2	10	1,2907	14,9924
2	16	0	40,508

Peneira n. 8/ Executora			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	10	1,1773	12,4750
-	-	-	-
1	10	0	12,4750

Peneira n. 30/ Executora			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	10	0,7361	4,8767
-	-	-	-
1	10	0	4,8767

Peneira n. 50/ Executora			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	10	0,069	0,0428
-	-	-	-
1	10	0	0,0428

Peneira n. 100/ Executora			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	10	0,1294	0,1508
-	-	-	-
1	10	0	0,1508

Peneira n. 200/ Executora			
Semana	n	s	(n-1)s ²
1	10	0,0471	0,0200
-	-	-	-
1	10	0	0,0200

APÊNDICE C – VARIABILIDADE DA RSC 470 (CBUQ 5,6%)

Teor de Betume/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
set/14	2	0,0200	0,0004
out/14	10	0,0318	0,0091
nov/14	2	0,0450	0,0020
set/16	40	0,3419	4,5578
out/16	49	0,3038	4,4314
nov/16	13	0,3490	1,4615
6	116	10,4623	

Grau de Compactação/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
set/14	3	0,7600	1,1552
out/14	25	2,7523	181,7981
nov/14	32	0,8319	21,4535
set/16	71	5,4349	2067,6694
out/16	98	3,1083	937,1533
nov/16	20	2,1280	86,0423
6	249	3295,2717	

Espessura 4,0/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
set/14	3	0,2290	0,1049
out/14	25	0,3657	3,2096
nov/14	5	0,3849	0,5927
set/16	71	0,6964	33,9442
out/16	98	0,4951	23,7812
nov/16	20	0,5575	5,9062
6	222	67,5388	

Teor de Betume/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
out/14	27	0,0082	0,0017
nov/14	27	0,0081	0,0017
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
2	54	0,0034	

Grau de Compactação/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
out/14	39	0,5594	11,8927
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
1	39	11,8927	

Espessura 4,0/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
out/14	39	0,0026	0,0003
nov/14	27	0,0026	0,0002
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
2	66	0,0004	

Peneira 3/8"/ DAER

Peneira 3/8"/ Executora

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
set/14	2	16,2450	263,9000
out/14	10	19,1397	3296,9560
nov/14	29	1,8640	97,2849
set/16	40	18,6046	13499,0998
out/16	49	13,9589	9352,7865
nov/16	13	12,6908	1932,6844
6	143		28442,7117

Peneira n.4/ DAER

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
set/14	2	0,9800	0,9604
out/14	10	17,7091	2822,5221
nov/14	29	7,2285	1463,0429
set/16	40	27,1897	28832,0072
out/16	49	24,3086	28363,5485
nov/16	13	13,9972	2351,0483
6	143		63833,1295

Peneira n.8/ DAER

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
set/14	2	2,4200	5,8564
out/14	10	15,7453	2231,2169
nov/14	2	6,1250	37,5156
set/16	40	17,7734	12319,8942
out/16	49	16,6474	13302,5036
nov/16	13	15,2057	2774,5526
6	116		30671,5393

Peneira n.30/ DAER

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
set/14	2	2,0000	4,0000
out/14	10	4,2701	164,1072
nov/14	2	1,1250	1,2656
set/16	40	5,5228	1189,5401
out/16	49	3,9879	763,3472
nov/16	13	3,2724	128,5038
6	116		2250,7639

Peneira n.50/ DAER

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
out/14	27	3,0943	248,9423
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
1	27		248,9423

Peneira n.4/ Executora

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
out/14	27	6,5814	1126,1841
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
1	27		1126,1841

Peneira n.8/ Executora

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
out/14	27	0,0185	0,0089
nov/14	27	1,0223	27,1729
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
2	54		27,1818

Peneira n. 30/ Executora

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
out/14	27	0,1311	0,4466
nov/14	27	1,3364	46,4358
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
2	54		46,8824

Peneira n.50/ Executora

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
set/14	2	0,2450	0,0600
out/14	37	1,0056	36,4072
nov/14	2	0,0000	0,0000
set/16	40	4,0091	626,8387
out/16	49	2,0485	201,4194
nov/16	13	3,0389	110,8199
6	143		975,5452

Peneira n.100/ DAER

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
set/14	2	0,0050	0,0000
out/14	10	1,4354	18,5436
nov/14	2	0,0050	0,0000
set/16	40	3,3911	448,4782
out/16	49	1,2599	76,1889
nov/16	13	1,5678	29,4962
6	116		572,7069

Peneira n.200/ DAER

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
set/14	2	0,1250	0,0156
out/14	10	1,8340	30,2723
nov/14	2	0,0450	0,0020
set/16	40	2,0779	168,3904
out/16	49	1,0909	57,1269
nov/16	13	0,9908	11,7804
6	116		267,5877

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
-	-	-	-
nov/14	27	0,2507	1,6343
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
1	27		1,6343

Peneira n.100/ Executora

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
out/14	27	0,0864	0,1939
nov/14	27	0,1385	0,4985
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
2	54		0,6923

Peneira n.200/ Executora

Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
out/14	27	0,0752	0,1469
nov/14	27	0,1349	0,4732
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
2	54		0,6200

APÊNDICE D – VARIABILIDADE DA RSC 470 (CBUQ 5,62%)

Teor de Betume/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	20	0,1221	0,28
jul/16	10	0,3081	0,85
ago/16	24	0,1429	0,47
3	54	1,61	

Grau de Compactação/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	24	6,3841	937,40
jul/16	12	1,5844	27,61
ago/16	28	2,6750	193,21
3	64	1158,22	

Espessura 4,0/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	30	0,5572	9,00
jul/16	12	0,6114	4,11
ago/16	28	0,4959	6,64
3	70	19,76	

Peneira 3/8"/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	20	9,7380	1801,73
jul/16	10	7,1708	462,78
ago/16	24	18,3128	7713,25
3	54	9977,77	

Peneira n.4/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	20	14,2525	3859,55
jul/16	10	12,2642	1353,69
ago/16	24	30,6410	21594,09
3	54	26807,33	

Teor de Betume/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	124	0,0081	0,01
jul/16	47	0,0010	0,00
ago/16	133	0,0017	0,00
3	304	0,01	

Grau de Compactação/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	56	0,4661	11,95
-	-	-	-
-	-	-	-
1	56	11,95	

Espessura 4,0/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	50	0,0539	0,14
-	-	-	-
-	-	-	-
1	50	0,14	

Peneira 3/8"/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	124	1,3064	209,92
jul/16	47	0,3138	4,53
ago/16	133	0,1646	3,58
3	304	218,02	

Peneira n.4/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	124	1,4988	276,31
jul/16	47	0,0897	0,37
ago/16	133	0,3290	14,29
3	304	290,97	

Peneira n.8/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	20	16,3875	5102,42
jul/16	10	13,2403	1577,75
ago/16	24	15,9487	5850,33
3	54	12530,50	

Peneira n.30/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	49	6,7677	2198,48
jul/16	10	5,4835	270,62
ago/16	24	3,4697	276,89
3	83	2745,99	

Peneira n.50/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	53	10,5183	5752,97
jul/16	10	3,1504	89,33
ago/16	24	2,7427	173,02
3	87	6015,32	

Peneira n.100/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	20	3,8614	283,30
jul/16	10	1,2801	14,75
ago/16	24	2,5151	145,49
3	54	443,54	

Peneira n.200/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	20	3,0337	174,87
jul/16	10	1,1214	11,32
ago/16	24	1,8700	80,43
3	54	266,62	

Peneira n.8/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	124	0,8786	94,95
jul/16	47	0,1592	1,17
ago/16	133	0,4235	23,67
3	304	119,79	

Peneira n. 30/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	95	1,2050	136,48
jul/16	47	0,0954	0,42
ago/16	133	0,3290	14,29
3	275	151,19	

Peneira n.50/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	91	0,3822	13,14
jul/16	47	0,0905	0,38
ago/16	133	0,3900	20,07
3	271	33,60	

Peneira n.100/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	124	0,2028	5,06
jul/16	47	0,0888	0,36
ago/16	133	0,1676	3,71
3	304	9,13	

Peneira n.200/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/16	124	0,2517	7,79
jul/16	47	0,0905	0,38
ago/16	133	0,1748	4,03
3	304	12,20	

APÊNDICE E – VARIABILIDADE DA RSC 470 (CBUQ 5,4%)

Teor de Betume/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
nov/16	21	0,12	0,28
dez/16	32	0,55	9,43
2	53		9,71

Grau de Compactação/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
nov/16	43	2,91	356,12
dez/16	63	2,41	359,93
2	106		716,05

Espessura 4,0/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
nov/16	43	0,57	13,77
dez/16	63	0,82	41,76
2	106		55,53

Peneira 3/8"/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
nov/16	21	12,93	3341,48
dez/16	32	19,55	11849,60
2	53		15191,08

Peneira n.4/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
nov/16	21	20,85	8696,02
dez/16	32	30,52	28872,10
2	53		37568,11

Peneira n.8/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
nov/16	21	16,54	5474,45
dez/16	32	21,95	14939,98
2	53		20414,44

Peneira n.30/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
nov/16	21	6,52	849,62
dez/16	32	5,21	840,44
2	53	1690,06	

Peneira n.50/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
nov/16	21	3,38	228,52
dez/16	32	2,71	228,46
2	53	456,98	

Peneira n.100/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
nov/16	21	1,69	56,97
dez/16	32	1,97	120,85
2	53	177,82	

Peneira n.200/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
nov/16	21	0,71	9,94
dez/16	32	1,23	46,52
2	53	56,47	

APÊNDICE F – VARIABILIDADE DA ERS 324 (CBUQ 5,1%)

Teor de Betume/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	25	0,0312	0,0234
jul/15	11	0,0461	0,0212
jan/16	11	0,1009	0,1018
fev/16	32	0,1585	0,7792
mar/16	48	0,1036	0,5044
abr/16	31	0,0807	0,1954
mai/16	30	0,1282	0,4765
7	188		2,1021

Grau de Compactação/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	12	3,6072	143,1311
jul/15	4	2,2092	14,6413
jan/16	11	2,7629	76,3367
fev/16	34	2,7530	250,1075
mar/16	45	2,0455	184,1054
abr/16	33	3,2614	340,3747
mai/16	31	3,6336	396,0975
7	170		1404,7942

Espessura 4,0/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
fev/16	5	2,0371	16,5988
mar/16	37	1,9928	142,9627
2	42		159,5615

Espessura 5,0/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
fev/16	22	0,9342	18,3273
mar/16	8	0,7886	4,3531
abr/16	33	0,3622	4,1980
mai/16	31	0,4395	5,7939
4	94		32,6723

Teor de Betume/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	6	0,0045	0,0001
jul/15	3	0,0010	0,0000
jan/16	4	0,0027	0,0000
fev/16	17	0,0057	0,0005
mar/16	13	0,0030	0,0001
abr/16	9	0,0042	0,0001
mai/16	14	0,0123	0,0020
7	66		0,0029

Grau de Compactação/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	9	0,3389	0,9186
jul/15	4	1,1633	4,0600
jan/16	14	0,8381	9,1308
fev/16	11	0,8487	7,2034
-	-	-	-
abr/16	5	0,4430	0,7850
-	-	-	-
5	43		22,0979

Espessura 4,0/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
-	-	-	-
0	0		0,0000

Espessura 5,0/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
-	-	-	-
abr/16	5	0,0136	0,0007
-	-	-	-
1	5		0,0007

Espessura 6,0/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	19	0,0666	0,0799
jul/15	8	0,0379	0,0101
jan/16	11	0,7860	6,1776
fev/16	34	1,1085	40,5499
4	72		46,8174

Peneira 3/8"/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	23	11,2171	2768,1299
jul/15	11	18,1370	3289,5246
jan/16	11	7,3669	542,7135
fev/16	32	40,2732	50279,8335
mar/16	45	22,9694	23214,0271
abr/16	31	21,7301	14165,9095
mai/16	30	40,8536	48401,4444
7	183		142661,5825

Peneira n.4/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	19	19,6479	6948,7379
jul/15	8	21,1600	3134,2079
jan/16	11	14,3700	2064,9690
fev/16	32	45,2232	63399,3094
mar/16	45	20,9816	19369,9532
abr/16	27	26,3404	18039,2163
mai/16	30	44,9859	58688,1651
7	172		171644,5587

Espessura 6,0/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	2	0,0018	0,0000
-	-	-	-
jan/16	14	0,0309	0,0124
fev/16	11	0,1335	0,1782
3	27		0,1906

Peneira 3/8"/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	8	3,5480	88,1194
jul/15	3	0,2800	0,1568
jan/16	4	3,8825	45,2214
fev/16	17	1,0162	16,5235
mar/16	16	0,8306	10,3495
abr/16	9	0,6828	3,7299
mai/16	14	0,8442	9,2640
7	71		173,3645

Peneira n.4/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	12	8,1128	723,9884
jul/15	6	1,8516	17,1425
jan/16	4	2,2158	14,7298
fev/16	17	0,4492	3,2279
mar/16	16	0,8821	11,6719
abr/16	13	1,0458	13,1246
mai/16	14	0,3302	1,4177
7	82		785,3027

Peneira n.8/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	31	8,3710	2102,2280
jul/15	11	9,1097	829,8675
jan/16	11	9,3609	876,2662
fev/16	32	109,3450	370646,0674
mar/16	48	15,5060	11300,5340
abr/16	35	18,3869	11494,6547
mai/16	30	26,3190	20087,9689
7	198		417337,5867

Peneira n.30/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	22	0,8929	16,7434
jul/15	11	1,6995	28,8846
jan/16	11	2,9309	85,9023
fev/16	36	3,4476	416,0103
mar/16	61	2,3102	320,2159
abr/16	35	3,9864	540,3041
mai/16	34	5,1633	879,7765
7	210		2287,8370

Peneira n.50/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	23	0,5455	6,5475
jul/15	11	0,6149	3,7805
jan/16	11	1,2036	14,4874
fev/16	32	2,1153	138,7141
mar/16	54	3,0434	490,9103
abr/16	31	3,0954	287,4406
mai/16	30	3,2986	315,5423
7	192		1257,4228

Peneira n.8/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
jun/15	3	0,0133	0,0004
jan/16	4	1,6433	8,1016
fev/16	17	1,5050	36,2424
mar/16	13	0,9995	11,9881
abr/16	5	0,8530	2,9104
mai/16	14	0,8580	9,5695
6	56		68,8125

Peneira n. 30/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	8	0,7688	4,1370
jul/15	3	3,4033	23,1654
jan/16	4	0,1158	0,0403
fev/16	13	0,1829	0,4016
-	-	-	-
abr/16	5	0,3470	0,4816
mai/16	10	0,6323	3,5981
6	43		31,8240

Peneira n.50/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	8	0,2233	0,3490
jul/15	3	0,1633	0,0534
jan/16	4	0,1333	0,0533
fev/16	17	0,0499	0,0398
mar/16	7	0,2120	0,2697
abr/16	9	0,1952	0,3049
mai/16	14	0,2356	0,7218
7	62		1,7917

Peneira n.100/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	21	3,0000	179,9957
jul/15	8	1,1207	8,7919
jan/16	11	1,0182	10,3669
fev/16	36	1,5733	86,6340
mar/16	52	1,3914	98,7360
abr/16	31	1,6864	85,3231
mai/16	30	2,3968	166,5897
7	189		636,4374

Peneira n.200/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	27	1,5563	62,9776
jul/15	11	1,1099	12,3196
jan/16	15	0,7012	6,8843
fev/16	36	1,3485	63,6442
mar/16	54	1,4125	105,7479
abr/16	36	0,9599	32,2520
mai/16	30	1,7071	84,5073
7	209		368,3329

Peneira n.100/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	10	0,7086	4,5185
jul/15	6	0,2072	0,2147
jan/16	4	0,0600	0,0108
fev/16	13	0,2771	0,9216
mar/16	9	0,1619	0,2096
abr/16	14	1,5008	29,2819
mai/16	14	0,1262	0,2069
7	70		35,3641

Peneira n.200/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jun/15	4	0,0700	0,0147
jul/15	3	0,0933	0,0174
-	-	-	-
fev/16	13	0,1388	0,2313
mar/16	7	0,0869	0,0453
abr/16	4	0,2200	0,1452
mai/16	14	0,0725	0,0683
6	45		0,5222

APÊNDICE G – VARIABILIDADE DA ERS 324 (CBUQ 5,2%)

Teor de Betume/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	6	0,0217	0,0024
jun/15	21	0,0886	0,1571
jul/15	19	0,0244	0,0107
ago/15	46	0,2985	4,0084
set/15	13	0,0108	0,0014
out/15	7	0,0672	0,0271
nov/15	22	0,1991	0,8324
dez/15	22	0,1795	0,6763
jan/16	22	0,1226	0,3159
9	178		6,0317

Teor de Betume/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
jun/15	12	0,0039	0,0002
jul/15	13	0,0067	0,0005
ago/15	34	0,0089	0,0026
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	8	0,0050	0,0002
4	67		0,0035

Grau de Compactação/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	32	1,6022	79,5787
jun/15	14	4,4495	257,3790
jul/15	77	1,4565	161,2264
ago/15	135	1,5300	313,6764
set/15	23	1,7189	65,0041
out/15	18	1,1502	22,4921
nov/15	24	2,7033	168,0766
dez/15	24	4,6120	489,2304
jan/16	24	2,3712	129,3243
9	371		1685,9880

Grau de Compactação/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
jun/15	35	1,0947	40,7459
-	-	-	-
ago/15	12	2,1255	49,6931
-	-	-	-
-	-	-	-
nov/15	29	0,8011	17,9703
dez/15	23	0,8627	16,3731
jan/16	30	0,4606	6,1538
5	129		130,9362

Espessura 4,0/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	12	1,0931	13,1425
jun/15	34	0,6955	15,9608
jul/15	17	1,2793	26,1852
ago/15	44	1,2355	65,6330
set/15	7	0,2182	0,2857
out/15	9	0,4072	1,3267
nov/15	24	0,8802	17,8195
dez/15	20	0,6494	8,0129
jan/16	24	0,9437	20,4842
9	191		168,8505

Espessura 4,0/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	20	0,2993	1,7021
jun/15	16	0,3272	1,6060
jul/15	45	0,0188	0,0156
ago/15	103	0,0391	0,1556
set/15	16	0,0105	0,0017
out/15	9	0,0656	0,0345
nov/15	29	0,0360	0,0363
dez/15	27	0,1934	0,9724
jan/16	30	0,1716	0,8541
9	295		5,3781

Espessura 5,0/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jul/15	4	0,5587	0,9365
1	4	0,9365	

Peneira 3/8"/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	3	7,0933	100,6308
jun/15	21	11,5368	2661,9465
jul/15	21	10,5825	2239,7954
ago/15	54	14,8186	11638,3744
set/15	8	11,5641	936,1000
out/15	7	12,5007	937,6064
nov/15	22	30,2101	19165,6668
dez/15	22	58,3870	71589,8429
jan/16	26	33,2742	27679,3859
9	184	136949,3491	

Peneira n.4/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	6	10,7737	580,3595
jun/15	21	12,4481	3099,1003
jul/15	21	8,6127	1483,5629
ago/15	43	15,0984	9574,3419
set/15	8	9,5514	638,6085
out/15	7	15,3464	1413,0759
nov/15	22	23,2845	11385,4884
dez/15	22	50,8101	54215,0795
jan/16	22	48,3178	49026,7830
9	172	131416,3998	

Espessura 5,0/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
jul/15	9	0,0196	0,0031
1	9	0,0031	

Peneira 3/8"/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	3	0,1200	0,0288
jun/15	13	2,9877	107,1193
jul/15	13	1,8624	41,6231
ago/15	26	3,3904	287,3772
set/15	5	1,2000	5,7600
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	4	3,2067	30,8481
6	64	472,7566	

Peneira n.4/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
jun/15	13	6,0499	439,2098
jul/15	13	4,2773	219,5418
ago/15	36	2,7223	259,3892
set/15	5	4,5980	84,5664
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	8	1,0741	8,0765
5	75	1010,7837	

Peneira n.8/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	3	29,4933	1739,7134
jun/15	27	9,4668	2330,1388
jul/15	21	4,7047	442,6834
ago/15	50	12,1160	7193,0990
set/15	8	10,1013	714,2468
out/15	7	15,5734	1455,1894
nov/15	22	12,0573	3052,9652
dez/15	22	22,9474	11058,2128
jan/16	22	31,9022	21372,7603
9	182		49359,0091

16,8912

Peneira n.8/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	3	0,5633	0,6347
jun/15	7	0,5414	1,7589
jul/15	13	1,2571	18,9622
ago/15	30	1,3774	55,0217
set/15	5	0,2000	0,1600
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	8	1,3637	13,0170
6	66		89,5545

1,2217

Peneira n.30/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	6	1,2507	7,8208
jun/15	27	3,6871	353,4609
jul/15	34	1,5668	81,0137
ago/15	61	1,0101	61,2213
set/15	13	0,4036	1,9546
out/15	7	1,7373	18,1098
nov/15	22	2,9769	186,1056
dez/15	22	2,9444	182,0654
jan/16	26	4,5585	519,5091
9	218		1411,2613

Peneira n. 30/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
jun/15	7	1,4262	12,2041
-	-	-	-
ago/15	19	1,1836	25,2178
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	4	0,0433	0,0056
3	30		37,4276

Peneira n.50/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	6	0,6750	2,2781
jun/15	25	0,8917	19,0821
jul/15	34	0,5260	9,1311
ago/15	46	0,7113	22,7683
set/15	8	0,0821	0,0472
out/15	7	2,6461	42,0104
nov/15	22	1,1194	26,3143
dez/15	22	1,9541	80,1924
jan/16	26	2,4142	145,7086
9	196		347,5326

Peneira n.50/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
-	-	-	-
jun/15	9	0,3432	0,9422
-	-	-	-
ago/15	34	0,2860	2,6999
set/15	5	0,4920	0,9683
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	4	0,2025	0,1230
4	52		4,7334

Peneira n.100/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	3	5,2500	55,1250
jun/15	26	0,6767	11,4471
jul/15	24	1,6685	64,0277
ago/15	44	1,3909	83,1830
set/15	8	1,0279	7,3954
out/15	7	1,5660	14,7148
nov/15	22	1,0396	22,6952
dez/15	22	1,8406	71,1461
jan/16	26	1,6099	64,7956
9	182		394,5300

Peneira n.200/ DAER			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	3	1,8100	6,5522
jun/15	25	1,3895	46,3338
jul/15	21	1,1511	26,4998
ago/15	44	0,7191	22,2343
set/15	8	0,4421	1,3684
out/15	7	0,4964	1,4785
nov/15	22	1,0464	22,9950
dez/15	22	1,5884	52,9817
jan/16	30	1,0398	31,3534
9	182		211,7972

Peneira n.100/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	3	0,1033	0,0214
jun/15	8	0,8409	4,9501
jul/15	10	0,1712	0,2639
ago/15	36	0,7376	19,0412
set/15	5	0,3800	0,5776
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	4	0,1800	0,0972
6	66		24,9514

Peneira n.200/ Executora			
Mês	N	S processo	(N-1)S ² processo
mai/15	3	0,4433	0,3931
jun/15	9	0,2899	0,6724
jul/15	13	0,1158	0,1608
ago/15	36	0,3862	5,2206
set/15	5	0,2570	0,2642
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
5	66		6,7111

APÊNDICE H – MÉDIAS DA ERS 122 (CBUQ 5,3%)

Teor de Betume/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jan/16	22	5,3136	116,9000
fev/16	28	5,2143	146,0000
mar/16	35	4,0874	143,0600
abr/16	35	5,0794	177,7800
mai/16	43	5,2484	225,6800
jun/16	37	5,2243	193,3000
jul/16	51	5,1961	265,0000
ago/16	22	5,1955	114,3000
	273		1382,02

Teor de Betume/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jan/16	32	5,3313	170,60
fev/16	37	5,3643	198,48
mar/16	40	4,0660	162,64
abr/16	30	5,4673	164,02
mai/16	24	5,4525	130,86
jun/16	39	5,4992	214,47
-	-	-	-
-	-	-	-
	202		1041,07

Grau de Compactação/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jan/16	39	99,3692	3875,40
fev/16	94	99,3255	9336,60
mar/16	136	99,2647	13500,00
abr/16	61	99,8557	6091,20
mai/16	45	100,7444	4533,50
jun/16	44	100,8955	4439,40
jul/16	52	99,1538	5156,00
ago/16	27	99,5074	2686,70
	498		49618,80

Grau de Compactação/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
fev/16	16	98,5438	1576,70
mar/16	48	99,1563	4759,50
abr/16	131	101,4176	13285,70
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
	195		19621,90

99,6361446

100,625128

Espessura 4,0/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jan/16	11	5,7127	62,84
mar/16	18	5,2761	94,97
abr/16	33	4,7636	157,20
mai/16	45	4,7062	211,78
jun/16	44	5,2477	230,90
jul/16	52	4,8521	252,31
ago/16	27	4,6178	124,68
	230		1134,6800

Espessura 4,0/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jan/16	7	5,9571	41,70
-	-	-	-
abr/16	77	5,1974	400,20
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
	84		441,8960

Espessura 6,0/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jan/16	9	5,3500	48,15
mar/16	29	6,3752	184,88
abr/16	10	6,4470	64,47
	48	297,5000	

Espessura 7,0/ DAER			
Mês	N	X	N.X
fev/16	94	6,2405	586,61
mar/16	90	6,3283	569,55
abr/16	37	6,0422	223,56
	221	1379,7200	

Peneira 1/2"/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jan/16	24	90,7542	2178,10
fev/16	28	91,0929	2550,60
mar/16	31	94,3774	2925,70
abr/16	49	93,2573	4569,61
mai/16	39	94,1282	3671,00
jun/16	37	93,2919	3451,80
jul/16	51	93,5392	4770,50
ago/16	22	92,8864	2043,50
	281	26160,81	

Peneira 3/8"/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jan/16	28	84,2643	2359,40
fev/16	28	84,7500	2373,00
mar/16	31	88,8258	2753,60
abr/16	43	86,7628	3730,80
mai/16	41	89,6024	3673,70
jun/16	37	87,7649	3247,30
jul/16	51	87,9569	4485,80
ago/16	22	87,0409	1914,90
	281	24538,50	

Espessura 6,0/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jan/16	12	5,3500	64,20
-	-	-	-
-	-	-	-
	12	64,2000	

Espessura 7,0/ Executora			
Mês	N	X	N.X
fev/16	16	6,0625	97,00
mar/16	49	6,2286	305,20
abr/16	34	6,3176	214,80
	99	617,0000	

Peneira 1/2"/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jan/16	30	93,9300	2817,90
fev/16	37	91,8135	3397,10
mar/16	44	91,5500	4028,20
abr/16	16	92,1625	1474,60
mai/16	28	92,0643	2577,80
jun/16	39	91,5949	3572,20
-	-	-	-
-	-	-	-
	194	17867,80	

Peneira 3/8"/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jan/16	26	87,2615	2268,80
fev/16	37	84,7108	3134,30
mar/16	44	83,1455	3658,40
abr/16	22	80,9000	1779,80
mai/16	26	81,9846	2131,60
jun/16	39	80,8897	3154,70
-	-	-	-
-	-	-	-
	194	16127,60	

Peneira n.4/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jan/16	24	59,8750	1437,00
fev/16	28	62,6714	1754,80
mar/16	31	70,9161	2198,40
abr/16	33	67,8030	2237,50
mai/16	39	71,5923	2792,10
jun/16	37	68,0865	2519,20
jul/16	51	66,3353	3383,10
ago/16	22	66,4273	1461,40
	265		17783,50

Peneira n.8/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jan/16	33	41,6273	1373,70
fev/16	28	43,4107	1215,50
mar/16	31	45,9774	1425,30
abr/16	49	43,5184	2132,40
mai/16	41	47,3561	1941,60
jun/16	37	47,6676	1763,70
jul/16	51	46,9353	2393,70
ago/16	22	44,7182	983,80
	292		13229,70

Peneira n.30/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jan/16	52	20,2442	1052,70
fev/16	28	21,0143	588,40
mar/16	39	21,2128	827,30
abr/16	39	20,7260	808,31
mai/16	41	21,6659	888,30
jun/16	37	22,4784	831,70
jul/16	51	21,9020	1117,00
ago/16	22	20,7227	455,90
	309		6569,6143

Peneira n.50/ DAER			
--------------------	--	--	--

Peneira n.4/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jan/16	30	62,5933	1877,80
fev/16	37	65,9054	2438,50
mar/16	44	61,5455	2708,00
abr/16	32	59,8094	1913,90
mai/16	28	60,1143	1683,20
jun/16	39	60,4538	2357,70
-	-	-	-
-	-	-	-
	210		12979,10

Peneira n.8/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jan/16	21	43,1000	905,10
fev/16	37	43,6405	1614,70
mar/16	44	44,0273	1937,20
abr/16	16	41,8250	669,20
mai/16	26	42,3769	1101,80
jun/16	39	41,3949	1614,40
-	-	-	-
-	-	-	-
	183		7842,40

Peneira n. 30/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jan/16	2	21,5500	43,10
fev/16	37	21,1730	783,40
mar/16	36	21,8361	786,10
abr/16	26	20,9538	544,80
mai/16	26	21,2077	551,40
jun/16	39	21,2026	826,90
-	-	-	-
-	-	-	-
	166		3535,70

Peneira n.50/ Executora			
-------------------------	--	--	--

Mês	N	X	N.X
jan/16	36	13,7806	496,10
fev/16	28	14,3214	401,00
mar/16	39	14,2154	554,40
abr/16	39	14,0521	548,03
mai/16	41	14,0195	574,80
jun/16	37	14,8541	549,60
jul/16	51	13,5451	690,80
ago/16	22	12,7182	279,80
	293		4094,533

Peneira n.100/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jan/16	29	8,7931	255,00
fev/16	38	9,2526	351,60
mar/16	31	9,2677	287,30
abr/16	55	10,2873	565,80
mai/16	43	8,8698	381,40
jun/16	37	8,8595	327,80
jul/16	51	8,1137	413,80
ago/16	22	7,6182	167,60
	306		2750,300

Peneira n.200/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jan/16	22	4,6205	101,65
fev/16	28	5,3500	149,80
mar/16	31	5,7516	178,30
abr/16	35	6,2229	217,80
mai/16	43	4,6814	201,30
jun/16	37	4,8703	180,20
jul/16	51	4,2431	216,40
ago/16	22	3,8955	85,70
	269		1331,150

Mês	N	X	N.X
jan/16	18	14,4444	260,00
fev/16	37	14,5351	537,80
mar/16	36	14,8889	536,00
abr/16	26	14,3308	372,60
mai/16	26	14,8538	386,20
jun/16	39	14,8872	-1,0628
-	-	-	-
-	-	-	-
	182		2091,54

Peneira n.100/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jan/16	25	10,0480	251,20
fev/16	27	10,0481	271,30
mar/16	44	11,4659	504,50
abr/16	10	10,8200	108,20
mai/16	24	11,3458	272,30
jun/16	39	11,3923	0,7423
-	-	-	-
-	-	-	-
	169		1408,24

Peneira n.200/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jan/16	32	5,6875	182,00
fev/16	37	5,4243	200,70
mar/16	44	5,5750	245,30
abr/16	30	5,3367	160,10
mai/16	24	5,5167	132,40
jun/16	39	5,6051	218,60
-	-	-	-
-	-	-	-
	206		1139,10

APÊNDICE I – MÉDIAS DA ERS 122 (CBUQ 5,6%)

Teor de Betume/ DAER			
Semana	n	x	x.n
1	6	5,3833	32,300
2	10	5,31	53,100
Σ	16		85,400

Grau de Compactação/ DAER			
Semana	n	x	x.n
1	8	99,838	798,700
-	-	-	-
Σ	8		798,700

Espessura/ DAER			
Semana	n	x	x.n
1	8	5,760	46,080
Σ	8		46,080

Peneira 1/2"/ DAER			
Semana	n	x	x.n
1	6	90,8000	544,800
2	10	90,43	904,300
Σ	16	0	1449,100

Peneira 3/8"/ DAER			
Semana	n	x	x.n
1	6	84,5000	507,000
2	10	84,21	842,100
Σ	16		1349,100

Peneira n. 4/ DAER			
Semana	n	x	x.n
1	6	64,8667	389,200
2	10	59,65	596,500
Σ	16		985,700

Teor de Betume/ Executora			
Semana	n	x	x.n
1	10	5,4880	54,880
-	-	-	-
Σ	10		54,880

Grau de Compactação/ Executora			
Semana	n	x	x.n
-	-	-	-
-	-	-	-
Σ	0		0,000

Espessura/ Executora			
Semana	n	x	x.n
-	-	-	-
Σ	0		0,000

Peneira 1/2"/ Executora			
Semana	n	x	x.n
1	10	89,8200	898,200
-	-	-	-
Σ	10		898,200

Peneira 3/8"/ Executora			
Semana	n	x	x.n
1	10	80,4600	804,600
-	-	-	-
Σ	10		804,600

Peneira n. 4/ Executora			
Semana	n	x	x.n
1	10	60,3700	603,700
-	-	-	-
Σ	10		603,700

Peneira n. 8/ DAER			
Semana	n	x	x.n
1	6	44,9333	269,600
2	10	41,26	412,600
Σ	16		682,200

Peneira n. 30/ DAER			
Semana	n	x	x.n
1	6	20,8000	124,800
2	10	19,96	199,600
Σ	16		324,400

Peneira n. 50/ DAER			
Semana	n	x	x.n
1	6	13,8500	83,100
2	10	13,41	134,100
Σ	16		217,200

Peneira n. 100/ DAER			
Semana	n	x	x.n
1	6	8,5000	51,000
2	10	8,6	86,000
Σ	16		137,000

Peneira n. 200/ DAER			
Semana	n	x	x.n
1	6	4,2500	25,500
2	10	5,02	50,200
Σ	16	0	75,700

Peneira n. 8/ Executora			
Semana	n	x	x.n
1	10	39,4800	394,800
-	-	-	-
Σ	10		394,800

Peneira n. 30/ Executora			
Semana	n	x	x.n
1	10	20,3500	203,500
-	-	-	-
Σ	10		203,500

Peneira n. 50/ Executora			
Semana	n	x	x.n
1	10	15,0300	150,300
-	-	-	-
Σ	10		150,300

Peneira n. 100/ Executora			
Semana	n	x	x.n
1	10	10,7500	107,500
-	-	-	-
Σ	10		107,500

Peneira n. 200/ Executora			
Semana	n	x	x.n
1	10	6,1400	61,400
-	-	-	-
Σ	10	0	61,400

APÊNDICE J – MÉDIAS DA RSC 470 (CBUQ 5,6%)

Teor de Betume/ DAER			
Mês	N	X	N.X
set/14	2	5,5000	11,00
out/14	10	5,4700	54,70
nov/14	2	5,3500	10,70
set/16	40	5,1740	206,96
out/16	49	5,4004	264,62
nov/16	13	5,1592	67,07
	116		615,0500

Grau de Compactação/ DAER			
Mês	N	X	N.X
set/14	3	101,3000	303,90
out/14	25	83,7643	2094,11
nov/14	32	98,3688	3147,80
set/16	71	98,6479	7004,00
out/16	98	99,3214	9733,50
nov/16	20	97,5350	1950,70
	249		24234,0063

Espessura 4,0/ DAER			
Mês	N	X	N.X
set/14	3	4,4567	13,37
out/14	25	4,3325	108,31
nov/14	5	5,0180	25,09
set/16	71	5,0058	355,41
out/16	98	5,0000	490,00
nov/16	20	4,8340	96,68
	222		1088,8619

Peneira 3/8"/ DAER			
Mês	N	X	N.X
set/14	2	82,8500	165,70
out/14	10	84,0200	840,20
nov/14	29	81,5552	2365,10
set/16	40	87,6050	3504,20
out/16	49	87,7939	4301,90
nov/16	13	84,8538	1103,10
	143		12280,2000

Teor de Betume/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
out/14	27	5,7593	155,50
nov/14	27	5,7374	154,91
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
	54		310,4100

Grau de Compactação/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
out/14	39	98,1000	3825,90
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
	39		3825,9000

Espessura 4,0/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
out/14	39	4,1044	160,07
nov/14	27	4,0878	110,37
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
	66		270,4400

Peneira 3/8"/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
out/14	27	79,7741	2153,90
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
	27		2153,9000

Peneira n.4/ DAER			
Mês	N	X	N.X
set/14	2	65,1000	130,20
out/14	10	63,4100	634,10
nov/14	29	60,9069	1766,30
set/16	40	70,6625	2826,50
out/16	49	70,6796	3463,30
nov/16	13	66,4538	863,90
	143		9684,3000

Peneira n.8/ DAER			
Mês	N	X	N.X
set/14	2	49,6000	99,20
out/14	10	45,7700	457,70
nov/14	2	41,7500	83,50
set/16	40	52,7275	2109,10
out/16	49	51,2959	2513,50
nov/16	13	48,2846	627,70
	116		5890,7000

Peneira n.30/ DAER			
Mês	N	X	N.X
set/14	2	22,0000	44,00
out/14	10	20,9100	209,10
nov/14	2	18,5500	37,10
set/16	40	23,5175	940,70
out/16	49	23,3224	1142,80
nov/16	13	20,3385	264,40
	116		2638,1000

Peneira n.50/ DAER			
Mês	N	X	N.X
set/14	2	13,5500	27,10
out/14	37	14,6173	540,84
nov/14	2	12,1000	24,20
set/16	40	14,5975	583,90
out/16	49	15,1592	742,80
nov/16	13	12,7462	165,70
	143		2084,5400

Peneira n.4/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
out/14	27	59,3704	1603,00
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
	27		1603,0000

Peneira n.8/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
out/14	27	44,2000	1193,40
nov/14	27	44,4333	1199,70
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
	54		2393,1000

Peneira n. 30/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
out/14	27	20,6481	557,50
nov/14	27	21,2889	574,80
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
	54		1132,3000

Peneira n.50/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
-	-	-	-
nov/14	27	15,3074	413,30
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
	27		413,3000

Peneira n.100/ DAER			
Mês	N	X	N.X
set/14	2	8,6500	17,30
out/14	10	8,6600	86,60
nov/14	2	7,8500	15,70
set/16	40	9,0375	361,50
out/16	49	9,8367	482,00
nov/16	13	7,6231	99,10
	116	1062,2000	

Peneira n.200/ DAER			
Mês	N	X	N.X
set/14	2	4,6500	9,30
out/14	10	5,2200	q
nov/14	2	4,5500	9,10
set/16	40	4,9375	197,50
out/16	49	5,7531	281,90
nov/16	13	4,2077	54,70
	116	552,5000	

Peneira n.100/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
out/14	27	10,6407	287,30
nov/14	27	11,4667	309,60
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
	54	596,9000	

Peneira n.200/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
out/14	27	5,7852	156,20
nov/14	27	6,3481	171,40
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
	54	327,6000	

APÊNDICE K – MÉDIAS DA RSC 470 (CBUQ 5,62%)

Teor de Betume/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/16	20	5,3900	107,80
jul/16	10	4,9080	49,08
ago/16	24	5,2013	124,83
3	54		281,71

Grau de Compactação/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/16	24	96,1708	2308,10
jul/16	12	99,6500	1195,80
ago/16	28	96,0643	2689,80
3	64		6193,70

Espessura 4,0/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/16	30	4,8677	146,03
jul/16	12	4,4258	53,11
ago/16	28	4,9318	138,09
3	70		337,23

Peneira 3/8"/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/16	20	82,6500	1653,00
jul/16	10	80,9900	809,90
ago/16	24	83,9583	2015,00
3	54		4477,90

Peneira n.4/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/16	20	64,6500	1293,00
jul/16	10	62,6800	626,80
ago/16	24	66,8875	1605,30
3	54		3525,10

Teor de Betume/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/16	124	5,6185	696,69
jul/16	47	5,6126	263,79
ago/16	133	5,7349	762,74
	304		1723,22

Grau de Compactação/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/16	56	99,3375	5562,90
-			0,00
-			0,00
1	56		5562,90

Espessura 4,0/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/16	50	4,5978	229,89
-			0,00
-			0,00
	50		229,89

Peneira 3/8"/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/16	124	83,3315	10333,10
jul/16	47	82,9255	3897,50
ago/16	133	81,8812	10890,20
3	304		25120,80

Peneira n.4/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/16	124	65,1944	8084,10
jul/16	47	64,8106	3046,10
ago/16	133	65,1940	8670,80
3	304		19801,00

Peneira n.8/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/16	20	49,9050	998,10
jul/16	10	46,7500	467,50
ago/16	24	50,1292	1203,10
3	54		2668,70

Peneira n.30/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/16	49	21,5735	1057,10
jul/16	10	20,7000	207,00
ago/16	24	21,3625	512,70
3	83		1776,80

Peneira n.50/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/16	53	15,0321	796,70
jul/16	10	12,7400	127,40
ago/16	24	12,9417	310,60
3	87		1234,70

Peneira n.100/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/16	20	8,3600	167,20
jul/16	10	7,5600	75,60
ago/16	24	7,8708	188,90
3	54		431,70

Peneira n.200/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/16	20	4,7000	94,00
jul/16	10	4,2500	42,50
ago/16	24	4,5500	109,20
3	54		245,70

Peneira n.8/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/16	124	45,5573	5649,10
jul/16	47	44,1489	2075,00
ago/16	133	45,2722	6021,20
3	304		13745,30

Peneira n. 30/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/16	95	20,9684	1992,00
jul/16	47	20,5191	964,40
ago/16	133	21,0940	2805,50
3	275		5761,90

Peneira n.50/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/16	91	14,4582	1315,70
jul/16	47	14,3936	676,50
ago/16	133	14,3128	1903,60
3	271		3895,80

Peneira n.100/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/16	124	10,8073	1340,10
jul/16	47	10,8979	512,20
ago/16	133	11,3594	1510,80
3	304		3363,10

Peneira n.200/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/16	124	5,7637	714,70
jul/16	47	5,9936	281,70
ago/16	133	5,9233	787,80
3	304		1784,20

APÊNDICE L – MÉDIAS DA RSC 470 (CBUQ 5,4%)

Teor de Betume/ DAER			
Mês	N	X	N.X
nov/16	21	5,38	112,99
dez/16	32	5,81	185,77
2	53		298,76

Grau de Compactação/ DAER			
Mês	N	X	N.X
nov/16	43	98,14	4220,00
dez/16	63	98,97	6235,40
2	106		10455,40

Espessura 4,0/ DAER			
Mês	N	X	N.X
nov/16	43	5,20	223,68
dez/16	63	4,87	306,70
2	106		530,38

Peneira 3/8"/ DAER			
Mês	N	X	N.X
nov/16	21	84,24	1769,00
dez/16	32	83,77	2680,50
2	53		4449,50

83,95283

Peneira n.4/ DAER			
Mês	N	X	N.X
nov/16	21	65,41	1373,60
dez/16	32	65,45	2094,50
2	53		3468,10

Peneira n.8/ DAER			
Mês	N	X	N.X
nov/16	21	48,03	1008,70
dez/16	32	49,24	1575,60
2	53		2584,30

Peneira n.30/ DAER			
Mês	N	X	N.X
nov/16	21	19,76	414,90
dez/16	32	22,10	707,20
2	53	1122,10	

Peneira n.50/ DAER			
Mês	N	X	N.X
nov/16	21	11,23	235,90
dez/16	32	13,74	439,70
2	53	675,60	

Peneira n.100/ DAER			
Mês	N	X	N.X
nov/16	21	6,02	126,50
dez/16	32	8,44	270,10
2	53	396,60	

Peneira n.200/ DAER			
Mês	N	X	N.X
nov/16	21	2,93	61,50
dez/16	32	4,80	153,70
2	53	215,20	

APÊNDICE M – MÉDIAS DA ERS 324 (CBUQ 5,1%)

Teor de Betume/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/15	25	5,2396	130,99
jul/15	11	5,1445	56,59
jan/16	11	5,2909	58,20
fev/16	32	5,4531	174,50
mar/16	48	5,2904	253,94
abr/16	31	5,1613	160,00
mai/16	30	5,2500	157,50
7	188	991,7200	

Teor de Betume/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/15	6	5,1900	31,14
jul/15	3	5,2433	15,73
jan/16	4	5,2650	21,06
fev/16	17	5,2900	89,93
mar/16	13	5,2362	68,07
abr/16	9	5,2333	47,10
mai/16	14	5,2843	73,98
7	66	347,0100	

Grau de Compactação/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/15	12	100,7167	1208,60
jul/15	4	100,9750	403,90
jan/16	11	99,3909	1093,30
fev/16	34	99,8676	3395,50
mar/16	45	97,1689	4372,60
abr/16	33	98,0818	3236,70
mai/16	31	96,8581	3002,60
7	170	16713,2000	

Grau de Compactação/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/15	9	98,7667	888,90
jul/15	4	98,4500	393,80
jan/16	14	99,1500	1388,10
fev/16	11	99,0545	1089,60
-	-	-	-
abr/16	5	98,8400	494,20
-	-	-	-
5	43	4254,6000	

Espessura 4,0/ DAER			
Mês	N	X	N.X
fev/16	5	5,6860	28,43
mar/16	37	4,8489	179,41
2	42	207,8400	

Espessura 4,0/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
-	-	-	-
0	0	0,0000	

Espessura 5,0/ DAER			
Mês	N	X	N.X
fev/16	22	5,0668	111,47
mar/16	8	4,6713	37,37
abr/16	33	5,1052	168,47
mai/16	31	5,3487	165,81
4	94	483,1200	

Espessura 5,0/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
-	-	-	-
abr/16	5	5,1920	25,96
-	-	-	-
1	5	25,9600	

Espessura 6,0/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/15	19	6,2442	118,64
jul/15	8	6,2700	50,16
jan/16	11	6,0082	66,09
fev/16	34	5,3285	181,17
4	72	416,0600	

Peneira 3/8"/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/15	23	78,2913	1800,70
jul/15	11	78,2091	860,30
jan/16	11	79,5091	874,60
fev/16	32	79,4156	2541,30
mar/16	45	76,6811	3450,65
abr/16	31	75,5484	2342,00
mai/16	30	75,2100	2256,30
7	183	14125,8500	

Peneira n.4/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/15	19	62,8211	1193,60
jul/15	8	62,1625	497,30
jan/16	11	64,9000	713,90
fev/16	32	65,3063	2089,80
mar/16	45	64,9689	2923,60
abr/16	27	63,4148	1712,20
mai/16	30	62,0000	1860,00
7	172	10990,4000	

Peneira n.8/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/15	31	42,7968	1326,70
jul/15	11	41,8818	460,70
jan/16	11	45,3909	499,30
fev/16	32	44,8781	1436,10
mar/16	48	45,5271	2185,30
abr/16	35	44,5629	1559,70
mai/16	30	43,4600	1303,80
7	198	8771,6000	

Espessura 6,0/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/15	2	6,5100	13,02
-	-	-	-
jan/16	14	5,1886	72,64
fev/16	11	5,3664	59,03
3	27	144,6900	

Peneira 3/8"/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/15	8	74,6375	597,10
jul/15	3	74,6000	223,80
jan/16	4	74,4250	297,70
fev/16	17	77,5000	1317,50
mar/16	16	76,7188	1227,50
abr/16	9	77,1778	694,60
mai/16	14	78,0214	1092,30
7	71	5450,5000	

Peneira n.4/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/15	12	55,7042	668,45
jul/15	6	54,8000	328,80
jan/16	4	59,5750	238,30
fev/16	17	61,8588	1051,60
mar/16	16	61,5063	984,10
abr/16	13	62,4538	811,90
mai/16	14	62,8857	880,40
7	82	4963,5500	

Peneira n.8/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
jul/15	3	41,9333	125,80
jan/16	4	40,7500	163,00
fev/16	17	43,9471	747,10
mar/16	13	42,4923	552,40
abr/16	5	43,9600	219,80
mai/16	14	44,1643	618,30
6	56	2426,4000	

Peneira n.30/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/15	22	19,6673	432,68
jul/15	11	19,6182	215,80
jan/16	11	19,9909	219,90
fev/16	36	21,0306	757,10
mar/16	61	20,7098	1263,30
abr/16	35	20,6086	721,30
mai/16	34	19,8000	673,20
7	210	4283,2800	

Peneira n.50/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/15	23	13,6348	313,60
jul/15	11	13,2909	146,20
jan/16	11	12,8818	141,70
fev/16	32	14,7969	473,50
mar/16	54	14,2389	768,90
abr/16	31	14,0871	436,70
mai/16	30	13,2300	396,90
7	192	2677,5000	

Peneira n.100/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/15	21	8,6333	181,30
jul/15	8	7,1625	57,30
jan/16	11	8,3273	91,60
fev/16	36	10,1806	366,50
mar/16	52	9,7596	507,50
abr/16	31	9,3323	289,30
mai/16	30	8,4967	254,90
7	189	1748,4000	

Peneira n. 30/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/15	8	21,3375	170,70
jul/15	3	20,9667	62,90
jan/16	4	19,4750	77,90
fev/16	13	20,4000	265,20
-	-		-
abr/16	5	20,1200	100,60
mai/16	10	20,3200	203,20
6	43	880,5000	

Peneira n.50/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/15	8	14,3375	114,70
jul/15	3	14,4333	43,30
jan/16	4	13,6000	54,40
fev/16	17	14,5824	247,90
mar/16	7	13,9857	97,90
abr/16	9	14,1333	127,20
mai/16	14	14,0357	196,50
7	62	881,9000	

Peneira n.100/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/15	10	9,9900	99,90
jul/15	6	9,9333	59,60
jan/16	4	10,0000	40,00
fev/16	13	11,0385	143,50
mar/16	9	10,7111	96,40
abr/16	14	10,2054	142,88
mai/16	14	10,7071	149,90
7	70	732,1750	

Peneira n.200/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jun/15	27	5,1926	140,20
jul/15	11	4,2182	46,40
jan/16	15	4,7533	71,30
fev/16	36	6,0556	218,00
mar/16	54	5,6759	306,50
abr/16	36	5,1167	184,20
mai/16	30	4,7900	143,70
7	209		1110,3000

Peneira n.200/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jun/15	4	5,5500	22,20
jul/15	3	5,0333	15,10
-	-	-	-
fev/16	13	5,6692	73,70
mar/16	7	5,6571	39,60
abr/16	4	5,7000	22,80
mai/16	14	5,6500	79,10
6	45		252,5000

APÊNDICE N – MÉDIAS DA ERS 324 (CBUQ 5,2%)

Teor de Betume/ DAER			
Mês	N	X	N.X
mai/15	6	5,1650	30,99
jun/15	21	5,2362	109,96
jul/15	19	5,0395	95,75
ago/15	46	5,0224	231,03
set/15	13	5,1554	67,02
out/15	7	5,0857	35,60
nov/15	22	4,9405	108,69
dez/15	22	5,2409	115,30
jan/16	22	5,2000	114,40
	178		908,7400

Grau de Compactação/ DAER			
Mês	N	X	N.X
mai/15	32	98,4375	3150,00
jun/15	14	98,9143	1384,80
jul/15	77	98,1429	7557,00
ago/15	135	98,9126	13353,20
set/15	23	98,7565	2271,40
out/15	18	100,6667	1812,00
nov/15	24	100,9500	2422,80
dez/15	24	100,4125	2409,90
jan/16	24	100,3917	2409,40
9	371		36770,5000

Espessura 4,0/ DAER			
Mês	N	X	N.X
mai/15	12	4,7567	57,08
jun/15	34	4,5015	153,05
jul/15	17	6,1424	104,42
ago/15	44	5,9545	262,00
set/15	7	5,2100	36,47
out/15	9	5,6811	51,13
nov/15	24	5,4342	130,42
dez/15	20	3,3690	67,38
jan/16	24	6,5492	157,18
9	191		1019,1300

Teor de Betume/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
jun/15	12	5,1708	62,05
jul/15	13	5,1123	66,46
ago/15	34	5,1538	175,23
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	8	5,2238	41,79
	67		345,5300

Grau de Compactação/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
jun/15	35	98,3943	3443,80
-	-	-	-
ago/15	12	99,3000	1191,60
-	-	-	-
-	-	-	-
nov/15	29	99,7103	2891,60
dez/15	23	100,0565	2301,30
jan/16	30	99,6500	2989,50
5	129		12817,8000

Espessura 4,0/ Executora			
Mês	N	X	N.X
mai/15	20	4,5195	90,39
jun/15	16	4,4425	71,08
jul/15	45	4,2976	193,39
ago/15	103	4,2961	442,50
set/15	16	4,1606	66,57
out/15	9	4,4889	40,40
nov/15	29	4,2638	123,65
dez/15	27	4,5400	122,58
jan/16	30	5,1183	153,55
9	295		1304,1100

Espessura 5,0/ DAER			
Mês	N	X	N.X
jul/15	4	6,4200	25,68
1	4	25,6800	

Peneira 3/8"/ DAER			
Mês	N	X	N.X
mai/15	3	75,3333	226,00
jun/15	21	78,8381	1655,60
jul/15	21	78,7190	1653,10
ago/15	54	77,6944	4195,50
set/15	8	75,4875	603,90
out/15	7	76,4714	535,30
nov/15	22	77,2545	1699,60
dez/15	22	76,3045	1678,70
jan/16	26	76,9692	2001,20
9	184	14248,9000	

Peneira n.4/ DAER			
Mês	N	X	N.X
mai/15	6	57,2833	343,70
jun/15	21	61,8476	1298,80
jul/15	21	62,5000	1312,50
ago/15	43	60,4233	2598,20
set/15	8	58,8000	470,40
out/15	7	59,1000	413,70
nov/15	22	60,7000	1335,40
dez/15	22	62,3227	1371,10
jan/16	22	64,8045	1425,70
9	172	10569,5000	

Espessura 5,0/ Executora			
Mês	N	X	N.X
jul/15	9	4,2322	38,09
1	9	38,0900	

Peneira 3/8"/ Executora			
Mês	N	X	N.X
mai/15	3	75,8000	227,40
jun/15	13	74,9462	974,30
jul/15	13	74,8462	973,00
ago/15	26	74,5038	1937,10
set/15	5	74,8000	374,00
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	4	76,5000	306,00
6	64	4791,8000	

Peneira n.4/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
jun/15	13	55,6923	724,00
jul/15	13	55,4615	721,00
ago/15	36	55,4389	1995,80
set/15	5	54,8600	274,30
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	8	61,0500	488,40
5	75	4203,5000	

Peneira n.8/ DAER			
Mês	N	X	N.X
mai/15	3	41,3333	124,00
jun/15	27	42,7407	1154,00
jul/15	21	44,2571	929,40
ago/15	50	41,7896	2089,48
set/15	8	41,4875	331,90
out/15	7	41,0571	287,40
nov/15	22	43,4864	956,70
dez/15	22	44,7818	985,20
jan/16	22	46,9409	1032,70
9	182	7890,7818	

Peneira n.30/ DAER			
Mês	N	X	N.X
mai/15	6	20,4333	122,60
jun/15	27	20,2037	545,50
jul/15	34	20,3324	691,30
ago/15	61	19,6803	1200,50
set/15	13	20,4769	266,20
out/15	7	19,0429	133,30
nov/15	22	19,5682	430,50
dez/15	22	18,9545	417,00
jan/16	26	20,4923	532,80
9	218	4339,7000	

Peneira n.50/ DAER			
Mês	N	X	N.X
mai/15	6	14,0500	84,30
jun/15	25	14,0440	351,10
jul/15	34	13,9941	475,80
ago/15	46	13,3543	614,30
set/15	8	13,9250	111,40
out/15	7	12,4286	87,00
nov/15	22	13,2955	292,50
dez/15	22	13,1606	289,53
jan/16	26	14,0231	364,60
9	196	2670,5333	

Peneira n.8/ Executora			
Mês	N	X	N.X
mai/15	3	41,4333	124,30
jun/15	7	41,5857	291,10
jul/15	13	41,7077	542,20
ago/15	30	41,7767	1253,30
set/15	5	41,2000	206,00
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	8	42,0000	336,00
6	66	2752,9000	

Peneira n. 30/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
jun/15	7	21,0429	147,30
-	-	-	-
ago/15	19	20,9158	397,40
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	4	19,8500	79,40
3	30	624,1000	

Peneira n.50/ Executora			
Mês	N	X	N.X
-	-	-	-
jun/15	9	14,6000	131,40
-	-	-	-
ago/15	34	14,4559	491,50
set/15	5	14,1200	70,60
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	4	14,2750	57,10
4	52	750,6000	

Peneira n.100/ DAER			
Mês	N	X	N.X
mai/15	3	7,0000	21,00
jun/15	26	9,0154	234,40
jul/15	24	8,6750	208,20
ago/15	44	7,0818	311,60
set/15	8	7,4250	59,40
out/15	7	6,4286	45,00
nov/15	22	9,0182	198,40
dez/15	22	9,0136	198,30
jan/16	26	9,3500	243,10
9	182	1519,4000	

Peneira n.200/ DAER			
Mês	N	X	N.X
mai/15	3	2,8000	8,40
jun/15	25	5,1520	128,80
jul/15	21	4,8667	102,20
ago/15	44	3,5705	157,10
set/15	8	3,7250	29,80
out/15	7	3,0714	21,50
nov/15	22	5,0364	110,80
dez/15	22	5,0182	110,40
jan/16	30	5,0467	151,40
9	182	820,4000	

Peneira n.100/ Executora			
Mês	N	X	N.X
mai/15	3	9,4333	28,30
jun/15	8	10,4875	83,90
jul/15	10	9,9300	99,30
ago/15	36	9,7333	350,40
set/15	5	9,8000	49,00
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
jan/16	4	10,4000	41,60
6	66	652,5000	

Peneira n.200/ Executora			
Mês	N	X	N.X
mai/15	3	5,3667	16,10
jun/15	9	5,3667	48,30
jul/15	13	5,3000	68,90
ago/15	36	5,5417	199,50
set/15	5	5,4200	27,10
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
5	66	359,9000	