



## 26° Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) 49ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPv)

### ADEQUAÇÕES À PRÁTICA LOCAL DO DAER/RS NAS COMPOSIÇÕES DE CONCRETO ASFÁLTICO DA METODOLOGIA SICRO.

*Mara Regina Bianchini<sup>1</sup>; Bibiana Cardoso Fogaça<sup>1</sup>.*

#### RESUMO

A partir de 2021 o Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul (DAER/RS) adotou a metodologia do sistema de custos referenciais de obras (SICRO) para a elaboração do orçamento referencial de obras em rodovias, a serem contratadas. O concreto asfáltico (CA) é o material/serviço mais utilizado nas camadas de revestimento da malha rodoviária estadual. Sendo assim, foi identificado a necessidade de ajustar algumas composições de preço unitárias (CPUs) para o adequado emprego da metodologia SICRO. A principal adequação realizada foi referente ao serviço de usinagem do concreto asfáltico, uma vez que, a composição considerada deve representar a realidade das obras e as práticas locais. O objetivo deste trabalho foi apresentar uma composição de usinagem, nos moldes do SICRO, mais adequada à realidade das obras do DAER/RS. A direção do DAER/RS solicitou às fiscalizações das obras e aos técnicos que atuam através do Contrato de Apoio Técnico (CAT) o fornecimento dos projetos de dosagem das misturas asfálticas das obras em andamento e de obras recentes realizadas pelo DAER/RS. A Superintendência de Pesquisas Rodoviárias (SPQ) do DAER/RS procedeu ensaios e análises visando subsidiar tecnicamente as alterações necessárias. Verificou-se que a composição da usinagem do concreto asfáltico (6416078) no SICRO previa a utilização de areia, materiais pétreos e cal hidratada em proporções significativamente diferentes daquelas utilizadas nas obras do DAER/RS. Após a análise de 28 projetos executivos de dosagem de misturas asfálticas foi possível adequar os materiais e suas respectivas porcentagens para a composição de usinagem nos moldes do SICRO.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concreto asfáltico; Metodologia SICRO; dosagem; granulometria.

#### ABSTRACT

From 2021 Rio Grande do Sul's State Road Department (DAER/RS) has adopted the Referential Cost System for Works (SICRO) methodology for the elaboration of the reference budget for contracted road works. Asphalt concrete (CA) is the most used material/service in the pavement layers of the state's highways network. Therefore, a need was identified to adjust some unit price compositions (CPUs) for the proper application of the SICRO methodology. The main adjustment made was regarding the asphalt mix production, as the composition considered should reflect the local reality of the works and practices. The objective of this work was to present a composition of asphalt mix production, in the SICRO model, more suitable to the reality of DAER's works. DAER's senior management requested its technicians and road building works supervisors developing its activities under the Technical Support Contract (CAT) to provide the asphalt mixture design from ongoing works and recent works carried out by DAER-RS. The Road Research Superintendence (SPQ) of DAER-RS conducted tests and analyses aiming at technically validate the necessary changes. It was found that the composition of asphalt mix production (6416078) in SICRO predicted the use of sand, aggregate materials, and hydrated lime in significantly different proportions from those used in DAER's works. After analysing 28 executive asphalt mixture design it was possible to adjust the materials and their respective percentages for the composition of asphalt mix production in accordance with SICRO.

**KEY WORDS:** Hot mix asphalt; Asphalt mixture design; SICRO methodology; milling composition

<sup>1</sup> Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem – DAER/RS, e-mail: marab@daer.rs.gov.br; bibiana@daer.rs.gov.br.



## INTRODUÇÃO

O Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem – DAER/RS é a autarquia responsável pela administração de mais de 10.000 km de rodovias no estado do Rio Grande do Sul. A malha rodoviária estadual pavimentada é superior a 7.000 km. (DAER, 2024)

Até o ano de 2020 o DAER/RS utilizava sistemas próprios na elaboração de orçamento referencial para as obras a serem contratadas, no entanto, a partir de 2021, através da publicação da IS 120/21 (DAER, 2021), o DAER/RS passou a utilizar a metodologia do sistema de custos referenciais de obras (SICRO) elaborada pelo DNIT. (DNIT, 2024)

Quando da implementação da metodologia SICRO, verificou-se que algumas composições de preço unitários (CPUs) utilizadas no âmbito do DNIT necessitavam ser adequadas visando retratar adequadamente as práticas locais e a realidade das obras no âmbito do DAER/RS.

O concreto asfáltico (CA) ou concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) é o material/serviço mais utilizado nas camadas de revestimento nas rodovias da malha rodoviária estadual pavimentada sob jurisdição do DAER/RS. Identificou-se que a principal necessidade de adequação da composição de preço unitário (CPU), apresentada na metodologia SICRO era referente ao serviço de usinagem do concreto asfáltico com aquisição de brita comercial. Na metodologia SICRO esta CPU é identificada como: usinagem de concreto asfáltico - faixa C - areia e brita comerciais (6416078).

O objetivo deste trabalho foi apresentar uma composição de usinagem adaptada, seguindo a padronização praticada na metodologia do SICRO, mais adequada à realidade das obras do DAER.

O escopo do presente trabalho está subdividido em três partes: a análise da composição da usinagem do concreto asfáltico, conforme SICRO (6416078); a análise da composição média da massa asfáltica utilizada nas obras recentes e em andamentos no âmbito do DAER e a confrontação entre os dados obtidos nas dosagens com as composições da metodologia SICRO quanto aos materiais e respectivos percentuais de utilização.

### **Análise da composição da usinagem do concreto asfáltico, conforme metodologia SICRO**

Na metodologia SICRO, (DNIT, 2024), identificou-se a Composição de Preço Unitária referente ao serviço: 6416078 Usinagem de concreto asfáltico - faixa C - areia e brita comerciais e avaliou-se quais os materiais compõe o referido serviço.

Na Figura 1 está apresentada a composição apresentada na metodologia SICRO.

Verifica-se que os materiais que fazem parte da composição de preço unitário da usinagem do concreto asfáltico na metodologia SICRO são: Areia média (M0028), Pedrisco (M1103), Brita 0 (M0005) e Brita 1 (M0191), além da Cal hidratada (M0344) e do CAP 50/70 (M1943).

Analisando esta CPU verificou-se que a quantidade de cada um dos materiais considerados para compor a mistura de concreto asfáltico é apresentada em volume ( $m^3$ ). Os projetos de dosagem de uma mistura asfáltica consideram os percentuais de cada um dos materiais de sua composição, em peso. Sendo assim, foi necessário realizar a conversão das quantidades dos materiais considerados em volume para o equivalente em peso, considerando-se a densidade referencial de  $1,5\text{ton}/m^3$  prevista no SICRO. Os percentuais destes materiais também foram apreciados.



CGCIT

DNIT

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO		Rio Grande do Sul		Produção da equipe		99,60 t		
Custo Unitário de Referência		Janeiro/2024				Valores em reais (R\$)		
6416078 Usinagem de concreto asfáltico - faixa C - areia e brita comerciais								
<b>A - EQUIPAMENTOS</b>		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total	
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo		
E9559	Aquecedor de fluido térmico - 12 kW	1,00000	1,00	0,00	89,7432	40,2051	89,7432	
E9584	Carregadeira de pneus com capacidade de 1,72 m³ - 113 kW	1,00000	0,80	0,20	188,3401	91,9475	167,4616	
E9021	Grupo gerador - 456 kVA	1,00000	1,00	0,00	383,2627	22,5328	383,2627	
E9558	Tanque de estocagem de asfalto com capacidade de 30.000 l	2,00000	1,00	0,00	54,6464	37,3275	109,2928	
E9889	Usina de asfalto a quente gravimétrica com capacidade de 100/140 t/h - 260 kW	1,00000	1,00	0,00	1.230,8156	650,5085	1.230,8156	
					Custo horário total de equipamentos		1.980,5759	
<b>B - MÃO DE OBRA</b>		Quantidade	Unidade	Custo Horário		Custo Horário Total		
P9824	Servente	4,00000	h	21,3907		85,5628		
					Custo horário total de mão de obra		85,5628	
					Custo horário total de execução		2.046,1387	
					Custo unitário de execução		20,5436	
					Custo do FIC		-	
					Custo do FIT		-	
<b>C - MATERIAL</b>		Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário		
M0028	Areia média	0,32475	m³	127,8375		41,5152		
M0005	Brita 0	0,06245	m³	130,8126		8,1692		
M0191	Brita 1	0,06245	m³	128,5792		8,0298		
M0344	Cal hidratada - a granel	56,20000	kg	0,3733		20,9795		
M1943	Cimento asfáltico de petróleo - CAP 50/70	0,06323	t	0,0000		0,0000		
M1941	Óleo tipo A1	8,00000	l	5,4726		43,7808		
M1103	Pedrisco	0,13739	m³	130,1029		17,8748		
					Custo unitário total de material		140,3493	
<b>D - ATIVIDADES AUXILIARES</b>		Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário		
					Custo total de atividades auxiliares			
					Subtotal		160,8929	
<b>E - TEMPO FIXO</b>		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário	
M0028	Areia média - Caminhão basculante 10 m³	5914647	0,48713	t	1,6500		0,8038	
M0005	Brita 0 - Caminhão basculante 10 m³	5914647	0,09368	t	1,6500		0,1546	
M0191	Brita 1 - Caminhão basculante 10 m³	5914647	0,09368	t	1,6500		0,1546	
M0344	Cal hidratada - a granel - Caminhão silo 30 m³	5914363	0,05620	t	16,7800		0,9430	
M1103	Pedrisco - Caminhão basculante 10 m³	5914647	0,20809	t	1,6500		0,3400	
					Custo unitário total de tempo fixo		2,3960	
<b>F - MOMENTO DE TRANSPORTE</b>		Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário	
				LN	RP	P		
M0028	Areia média - Caminhão basculante 10 m³	0,48713	tkm	5914359	5914374	5914389		
M0005	Brita 0 - Caminhão basculante 10 m³	0,09368	tkm	5914359	5914374	5914389		
M0191	Brita 1 - Caminhão basculante 10 m³	0,09368	tkm	5914359	5914374	5914389		
M0344	Cal hidratada - a granel - Caminhão silo 30 m³	0,05620	tkm	5914364	5914365	5914366		
M1103	Pedrisco - Caminhão basculante 10 m³	0,20809	tkm	5914359	5914374	5914389		
					Custo unitário total de transporte			
					Custo unitário direto total			163,29

Figura 1: Composição de Preço Unitária referente ao serviço: 6416078 Usinagem de concreto asfáltico - faixa C - areia e brita comerciais, conforme DNIT, 2024.

Foram selecionados os materiais apresentados e considerados nesta CPU para confecção de tabela onde o principal objetivo foi a obtenção da composição granulométrica correspondente. Assim, na Tabela 1 estão apresentados os materiais, as quantidades e suas respectivas unidades conforme previstos no serviço DNIT (6416078 Usinagem de concreto asfáltico - faixa C - areia e brita comerciais), bem como suas respectivas quantidades, unidades e percentuais de utilização, com e sem CAP, tanto em volume, quanto em peso.

Quanto à composição granulométrica, sem CAP, verifica-se que na composição da usinagem do concreto asfáltico (6416078) há a previsão de utilização de areia média na proporção de 52%. No âmbito das obras no estado do Rio Grande do Sul, verificou-se que, desde o início da utilização da metodologia SICRO pelo DAER/RS esta descrição de "Areia média" foi equivocadamente entendida como areia de origem fluvial e, na maioria das vezes foi assim precificada nos orçamentos referenciais.



Verifica-se ainda que o Pedrisco tem previsão de utilização na proporção de 22%, a Brita 0 e a Brita 1 na proporção de 10% e a cal hidratada na proporção de 6%, considerando-se a composição na granulometria seca, sem CAP.

DNIT (6416078) Usinagem de concreto asfáltico - faixa C - areia e brita comerciais)				Conversão para ton, considerando a densidade referencial de 1,5 ton/m <sup>3</sup> prevista no SICRO			
	Material	Unidade	Quantidade	Unidade	Quantidade	% (c/ CAP)	% (s/ CAP)
M0028	Areia média	m <sup>3</sup>	0,32475	t	0,487125	48,70%	52,0%
M0005	Brita 0	m <sup>3</sup>	0,06245	t	0,093675	9,40%	10,0%
M0191	Brita 1	m <sup>3</sup>	0,06245	t	0,093675	9,40%	10,0%
M0344	Cal hidratada	ton	0,0562	t	0,0562	5,62%	6,0%
M1943	CAP 50/70	ton	0,06323	t	0,06323	6,32%	
M1941	Óleo tipo A1	l	8,00000				
M1103	Pedrisco	m <sup>3</sup>	0,13739	t	0,206085	20,60%	22,0%

Tabela 1: Quantidades para CPU da usinagem do concreto asfáltico (6416078) fornecidas pelo SICRO em volume e convertidas para percentuais em peso.

### **Análise da composição média do concreto asfáltico utilizado nas obras no âmbito do DAER/RS**

Conforme referido anteriormente, foram recebidos e analisados 28 projetos executivos de mistura de concreto asfáltico. Destes, 24 representavam projetos completos e com faixa granulométrica compatível com a análise em questão. Com isso foi possível realizar a verificação de quais materiais pétreos estavam sendo utilizados nas dosagens, bem como os respectivos percentuais de utilização.

Assim, verificou-se que quanto à utilização de areia média (de origem fluvial) somente 4 dosagens utilizaram tal material. Ainda, a areia, quando empregada, foi utilizada com percentual médio de 5%, o que é compatível com boas técnicas de dosagens. Assim, considerando-se o exposto, decidiu-se por não contemplar a areia de origem fluvial como material representativo e comumente utilizado nas misturas asfálticas no âmbito do DAER.

Quanto à utilização da cal hidratada, verifica-se que na composição da usinagem referencial do SICRO há a previsão de utilização de 6% de cal hidratada (na composição na granulometria seca).

Verificou-se que, dos 24 projetos de dosagem analisados, a cal estava presente em apenas 1 projeto de dosagem e em percentual de 2%. Assim, considerando-se o exposto, decidiu-se por não contemplar a cal hidratada como material representativo e comumente utilizado nas misturas asfálticas no âmbito das obras do DAER.

Por fim, verificou-se que 17 projetos de dosagem utilizaram 3 materiais pétreos para a composição da granulometria e 7 projetos de dosagem utilizaram 4 materiais pétreos para a composição da granulometria. Assim, visando a representação mais frequente da prática local, decidiu-se por contemplar a utilização de 3 materiais pétreos na composição referencial adequada à prática local.

Na Tabela 2 apresenta-se o resumo dos projetos de dosagens de concreto asfáltico utilizados, bem como a apresentação dos parâmetros supra referidos.



Ordem	Faixa	3/4" ou Brita 1 (%)	3/8" ou Brita 0 (%)	Pó de Pedra	Pó de Pedra fino	Total de Pó de pedra	Silos	Outro (qual)	%	Filler	%	Teor Ligante (%)	DENSIDADE (100%) (g/cm³)
CA01	B DAER	18	20	36	26	62	4		0		0	5,1	2,532
CA02	B DAER	15	15	70	0	70	3		0		0	5	2,571
CA03	C DNIT	20	28	52	0	52	3		0		0	5,1	2,533
CA04	B DAER	21	27	52	0	52	3		0		0	5,8	2,225
CA05	B DAER	17	30	53	0	53	3		0		0	5,7	2,233
CA06	B DAER	21	21	58	0	58	3		0		0	5,8	2,194
CA07	C DNIT	21	23	56	0	56	3		0		0	5,4	2,34
CA08	B DAER	20	60	20	0	20	3		0		0	5	2,514
CA09	B DAER	20	19	59	0	59	3		0	Cal hidrat.	2	5,1	2,327
CA11	C DNIT	18	28	0	54	54	3		0		0	4,6	2,578
CA12	C DNIT	18	28	54	0	54	3		0		0	5,6	2,23
CA13	C DNIT	19	25	55	0	55	3		0	Não inf.	1	5,5	2,225
CA15	B DAER	18	20	36	26	62	4		0		0	5,1	2,532
CA16	B DAER	20	23	50	7	57	4		0		0	5,4	2,576
CA17	B DAER	18	22	60	0	60	3		0		0	5,4	2,565
CA19	B DAER	15	22	54	0	54	4	Areia	9		0	5,1	2,454
CA20	B DAER	15	25	60	0	60	3		0		0	5,3	2,434
CA21	B DAER	15	26	59	0	59	3		0		0	5,1	2,435
CA22	B DAER	13	27	60	0	60	3		0		0	5	2,515
CA23	B DAER	16	28	56	0	56	3		0		0	5,8	2,24
CA24	B DAER	13	30	52	0	52	4	Areia	5		0	5,6	2,35
CA25	B DAER	17	23	55	0	55	4	Areia	5		0	5,3	2,3
CA26	B DAER	20	24	51	0	51	4	Areia	5		0	5,3	2,516
CA28	B DAER	15	20	65	0	65	3		0		0	5,5	2,298
Média		18	26			56							

Tabela 2: Resumo dos projetos analisados.

Quanto ao percentual de CAP utilizado, apesar de se ter obtido o percentual médio de utilização a partir da análise dos mesmos projetos de dosagens referidos anteriormente, optou-se por não fazer tal alteração, visto que a precificação deste material nos orçamentos referenciais tem por objetivo prever o valor para indenização por regras específicas, conforme o real percentual de utilização em cada obra.





## Adequações entre a composição do concreto asfáltico conforme metodologia SICRO com a composição média identificada nas obras no âmbito do DAER/RS

Conforme referido anteriormente, identificou-se então os três materiais pétreos comumente utilizados nas obras contratadas pelo DAER, cujos projetos estão em andamento ou foram utilizados em obras recentes. Identificou-se como representativos: Pó de pedra (M1135), Brita 0 (M0005) e Brita 1 (M0191). Os percentuais de utilização obtidos anteriormente a partir da análise dos projetos de dosagem foram utilizados na adequação da composição. Para tanto realizou-se a conversão das quantidades em peso, para o equivalente em volume, considerando-se a densidade referencial de  $1,5 \text{ ton/m}^3$  prevista no SICRO, já utilizada anteriormente.

Na Tabela 3 estão apresentados os materiais identificados como representativos na adequação DAER ao serviço: 6416078 Usinagem de concreto asfáltico - faixa C - areia e brita comerciais, bem como seus respectivos percentuais de utilização, tanto em volume, quanto em peso. Assim, as quantidades em volume, conforme previsto na metodologia SICRO foram utilizadas na elaboração da composição de preço unitária adequada à realidade do DAER.

Adequação CPU DAER (Usinagem de concreto asfáltico - brita comercial) Conversão para $\text{m}^3$ – referência SICRO: $1,5 \text{ ton/m}^3$				Composição média, obras âmbito DAER: Sem areia, sem Cal, 3 materiais pétreos % de CAP: não alterado			
	Material	Unidade	Quantidade	Unidade	Quantidade	% (c/ CAP)	% (s/ CAP)
M1135	Pó de pedra	$\text{m}^3$	0,34973	ton	0,524591	52,5%	56,0%
M0005	Brita 0	$\text{m}^3$	0,11241	ton	0,168619	16,9%	18,0%
M0191	Brita 1	$\text{m}^3$	0,16237	ton	0,243560	24,4%	26,0%
M0344	Cal hidratada	ton	-	ton	-	0%	0%
M1943	CAP 50/70	ton	0,06323	ton	0,06323	6,32%	-
M1941	Óleo tipo A1	l	8,00000				
M1103	Pedrisco	$\text{m}^3$	-	ton	-	0%	0%

Tabela 3: Composição de Usinagem de concreto asfáltico adequada às obras no âmbito do DAER/RS.

Na adequação verifica-se então o que foi referido anteriormente, ou seja, a adequação da nomenclatura dos materiais finos necessários para uma adequada mistura de concreto asfáltico usualmente denominada “pó de pedra” e a supressão da “areia média”, conforme já abordado anteriormente. Também foi suprimida a utilização da cal hidratada.

Desta forma, na adequação tem-se a presença de 3 materiais pétreos: o Pó de pedra e as Brita 0 e Brita 1, já utilizadas anteriormente no referencial do SICRO, mas cujos percentuais de utilização foram adequados à prática local.



## RESULTADOS E ANÁLISES

Após a análise da composição da usinagem do concreto asfáltico, conforme apresentada na metodologia SICRO e a análise da composição média do concreto asfáltico utilizada nas obras recentes e em andamentos no âmbito do DAER, foi possível propor uma CPU adequada à realidade do DAER/RS, retratando os reais materiais e seus respectivos percentuais de utilização.

O objetivo deste trabalho foi apresentar uma composição de usinagem adaptada, seguindo a padronização praticada na metodologia do SICRO, mais adequada à realidade das obras do DAER. Assim, as principais alterações consistem na adequação da nomenclatura dos materiais finos necessários para uma adequada mistura de concreto asfáltico usualmente denominada “pó de pedra” e a supressão da “areia média”, conforme já abordado anteriormente. Também foi suprimida a utilização da cal hidratada como material representativo e comumente utilizado nas misturas asfálticas no âmbito das obras do DAER. Por fim, a adequação prevê a utilização de 3 materiais pétreos na composição referencial em percentuais adequados à prática local.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM (DAER/RS). IS-120 / 21 INSTRUÇÃO DE SERVIÇO PARA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO DE OBRAS RODOVIÁRIAS CONFORME A METODOLOGIA DO SICRO – DNIT. Disponível em 27144121-2023-02-daer-instrucoes-servico-projeto-rev02.pdf. Publicado em fev 2023. Acesso em: 30 abr. 2024.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM (DAER/RS). Composição da Malha Rodoviária. Disponível em: <<https://www.daer.rs.gov.br/composicao-da-malha>>. Acesso em: 30 abr. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Relatório Analítico de Composição de Custos. Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro\\_antiga/sul/parana/2024/janeiro/janeiro-2024](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro_antiga/sul/parana/2024/janeiro/janeiro-2024)>. Acesso em: 30 abr. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). MANUAL DE CUSTOS RODOVIÁRIOS. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/sicro2/manual-de-custos-rodoviaros>>. Acesso em: 30 abr. 2024.