UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

ANÁLISE COMPARATIVA DE COMPOSIÇÕES DE CUSTO PARA OBRAS DE MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

THALES RODRIGUES GONÇALVES

ORIENTADOR: FÁBIO ZANCHETTA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL
EM ENGENHARIA CIVIL

BRASÍLIA / DF: DEZEMBRO / 2020

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

ANÁLISE COMPARATIVA DE COMPOSIÇÕES DE CUSTOS PARA OBRAS DE MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

THALES RODRIGUES GONÇALVES

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADA POR:

_____

FÁBIO ZANCHETTA, DSc., (UnB)
(ORIENTADOR)

_____

RAFAEL CERQUEIRA SILVA, DSc., (UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)

_____

GISANDRA FARIA DE PAULA, MSc., (DER/DF)
(EXAMINADORA EXTERNA)

BRASÍLIA/DF, 08 de DEZEMBRO de 2020.

FICHA CATALOGRÁFICA

GONÇALVES, THALES RODRIGUES.
Análise comparativa de composições de custos para obras de manutenção de pavimentos. Brasília/DF, 2020.

x, 58 p., 210x297mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 1995).
Monografia de Projeto Final – Universidade de Brasília – Faculdade de Tecnologia – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1 – CCU
2 – Análise Comparativa
3 – M&R
4 – SINAPI
5 - SICRO

I – ENC/FT/UnB

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GONÇALVES, T, R. (2020). Análise comparativa de composições de custos para obras de manutenção de pavimentos. Monografia de Projeto Final. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 58 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: THALES RODRIGUES GONÇALVES
TÍTULO DA MONOGRAFIA: Análise comparativa de composições de custos para manutenção de pavimentos flexíveis.
GRAU: Bacharel em Engenharia Civil / 2020.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

THALES RODRIGUES GONÇALVES
Cond. RK Conj. Antares. Qd. S Cs. 17
73.252-200 – Sobradinho/DF – Brasil

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, sem Ele nada é possível.

Agradeço aos meus pais e à minha irmã, que me deram total apoio em toda minha caminhada, que foram minha companhia e fonte de força desde o cursinho pré-vestibular, que nunca me deixaram desanimar e me fizeram o homem que sou hoje.

À Fernanda, minha namorada, pelo amor, parceria e paciência. Minha inspiração de bondade e exemplo de coração puro e alegre. Te amo!

Agradeço aos meus amigos, aquele salve pros Manos da 50, que desde o ensino médio estão ao lado e sempre pra cima, sempre evoluindo, compartilhando sonhos e conquistas. Mais um pra conta!

Aos meus colegas de Engenharia Civil, turma 102, Engenheiros, que me acolheram quando cheguei de transferência, com quem convivi mais do que com minha própria família nos últimos anos. Estudamos, brincamos, sorrimos e choramos, e agora vencemos!

RESUMO

As vias pavimentadas deterioram-se com o passar do tempo, seja por ação das cargas do tráfego, seja por ação das intempéries. Num país, como o Brasil, em que o transporte rodoviário é predominante, pressupõe-se que os gastos com a manutenção de pavimentos sejam parte significativa do orçamento para obras de infraestrutura. Para execução dessas obras, a administração pública necessita de referenciais de preço para balizar a escolha de empresas que prestarão esses serviços com recursos provenientes da União e/ou dos Estados. O objetivo desse trabalho é analisar comparativamente, a partir de dois referenciais de custos distintos e uma mesma proposta de intervenção (atividade de Reconstrução de Pavimento, uma das propostas de Manutenção e Reabilitação – M&R), os índices da construção civil de cada uma dessas bases e avaliar seu impacto no custo final da atividade M&R escolhida. Serão utilizados para essa análise os sistemas SICRO, elaborado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, em parceria com a Fundação Getúlio Vargas – FGV, e o SINAPI, mantido pela Caixa Econômica Federal, quanto às definições técnicas de engenharia e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, no que diz respeito à pesquisa de preços. A análise comparativa apontou as principais convergências e divergências com relação às composições de custos de fresagem de capa, transporte de materiais de 1ª/2ª categoria, demolição de pavimento flexível, brita graduada simples, imprimação, pintura de ligação e camada de rolamento. O impacto final no custo unitário mostra o comportamento conservador quanto aos preços do SINAPI em comparação ao SICRO.

Palavras-chave: Composições de Custo Unitário, Análise Comparativa, Manutenção de Pavimentos, SICRO, SINAPI.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
1.1 JUSTIFICATIVA 12
1.2 OBJETIVOS 13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 14
2.1 CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL 14
2.1.1 Classificação dos Custos 14
2.1.2 Orçamento dos Custos 15
2.2 INFORMAÇÕES DE ENTRADA DO PROCESSO ORÇAMENTÁRIO 16
2.2.1 Quantitativos de Projeto 17
2.2.2 Produtividade de Mão de Obra 18
2.2.3 Consumo de Materiais 19
2.2.4 Eficiência no uso dos Equipamentos 20
2.2.5 Preço dos Insumos 20
2.3 CUSTOS DE OBRAS DE MANUTENÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO 22
2.3.1 Atividades de Manutenção e Reabilitação 24
2.3.2 CCU das ações de M&R 25
2.4 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE CUSTO 26
2.4.1 SICRO 27
2.4.2 SINAPI 31
3 METODOLOGIA 33
3.1 ANÁLISE COMPARATIVA 34
4 ANÁLISE COMPARATIVA E RESULTADOS 36
4.1 COMPOSIÇÕES DE CUSTO UNITÁRIO - CCU ANALISADAS 36
4.2 COMPARATIVO DE COMPOSIÇÕES DE CUSTO UNITÁRIAS 38
4.2.1 Fresagem de Capa 38
4.2.2 Transporte 41
4.2.3 Demolição de Pavimento Asfáltico 42
4.2.4 Brita Graduada Simples 43
4.2.5 Imprimação 45
4.2.6 Pintura de ligação 47
4.2.7 Camada de Rolamento 49
4.3 COMPARATIVO DE CUSTOS 51
4.3.1 EAP e Quantitativos de Projeto 52
4.3.2 Custos dos serviços 52
4.4 ANÁLISE DE RESULTADOS 53

5 CONCLUSÕES 55

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Correlação de termos entre as referências citadas 25
Tabela 2.2 - Composições de Custo Unitário para M&R 26
Tabela 2.3 - Marcos Históricos de Evolução do SICRO (Fonte: DNIT, 2017) 28
Tabela 4.1 - Composições de Custo Unitárias e seus respectivos pares de análise (Fonte: Autor) 37
Tabela 4.2 - CCU para o serviço de fresagem de pavimento asfáltico – SINAPI 39
Tabela 4.3 - CCU para o serviço de fresagem de pavimento asfáltico – SICRO..... 40
Tabela 4.4 - CCU para o serviço de Transporte de Material De 1ª/2ª Cat. em Rodovia Pavimentada. Até 15km) – SINAPI (Fonte: modificado – SINAPI, 2020) 41
Tabela 4.5 - CCU para o serviço de Transporte de Material De 1ª/2ª Cat. em Rodovia Pavimentada. Até 15km) – SICRO (Fonte: modificado – SICRO, 2020) 41
Tabela 4.6 - CCU para o serviço de demolição de pavimento asfáltico – SINAPI (Fonte: modificado – SINAPI, 2020) 42
Tabela 4.7 - CCU para o serviço de demolição de pavimento asfáltico – SICRO (Fonte: modificado – SICRO, 2020)..... 43
Tabela 4.8 - CCU para o serviço de brita graduada simples – SINAPI 44
Tabela 4.9 - CCU para o serviço de brita graduada simples – SICRO 45
Tabela 4.10 - CCU analítica para o serviço de imprimação com asfalto diluído – SINAPI... 46
Tabela 4.11 - CCU analítica para o serviço de imprimação com asfalto diluído – SICRO.... 47
Tabela 4.12 - CCU analítica para o serviço de pintura de ligação – SINAPI 48
Tabela 4.13 - CCU analítica para o serviço de imprimação com asfalto diluído – SICRO..... 48
Tabela 4.14 – CCU analítica para o serviço de camada de rolamento – SINAPI 50
Tabela 4.15 - CCU analítica para o serviço de camada de rolamento – SICRO..... 51
Tabela 4.16 - EAP e Quantitativos de projeto para M&R de Reconstrução 52
Tabela 4.17 – Orçamentos de Reconstrução de Pavimento pelos sistemas SINAPI e SICRO.53
Tabela 4.18 - Compilação da diferença de valores de cada CCU e diferença total 54

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Definição do Preço Unitário 23
Figura 2.2 - Disposição de Informações da Planilha de Composições de Custo Unitária do SICRO 30
Figura 2.3 - Disposição de Informações da Planilha de Composições de Custo Unitária do SINAPI. (Fonte: SINAPI, 2020) 32
Figura 3.1 - Fluxograma de atividades da metodologia 33

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIAÇÕES

BQ	*Building Quantities*
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CCU	Composições de Custo Unitárias
CHI	Custo Horário Improdutivo do Equipamento
CHP	Custo Horário Produtivo do Equipamento
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
CUM	Indicador de Consumo Unitário de Materiais
DNER	Departamento Nacional de Estradas e Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
EFE	Eficiência do Equipamento
Hh	Homens-hora
M&R	Manutenção e Reabilitação
PCCU	Planilha de Composição de Custos Unitários
QMU	Quantidade de Material Utilizado
QS	Quantidade de Serviço
QTD	Quantidade
RUP	Razão Unitária da Produção
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
Δ	Diferença

1 INTRODUÇÃO

O transporte no Brasil é, atual e historicamente, dependente do modo rodoviário. Essa dependência excessiva fica evidente quando verificada a participação desse modo em outros países de dimensões continentais. Enquanto no Brasil o transporte rodoviário é responsável por cerca de 67% da matriz de transportes nacional, nos Estados Unidos, por exemplo, a participação das rodovias é de cerca de 31% (ILOS, 2014).

Dado esse contexto, o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes – DNIT –, em seu Manual de Gerência de Pavimentos (2011), ressalta a necessidade de que sejam realizadas análises periódicas nos pavimentos e recomenda-se que seja definido um período de análise, de acordo com a vida útil para qual o pavimento foi projetado. Segundo o DNIT, é preciso desenvolver um processo contínuo e integrado de ações que alcancem todos os setores da infraestrutura de transportes, com o objetivo de se obter a melhor aplicação possível para os recursos públicos.

Os investimentos em obras de manutenção e adequação de rodovias visam ampliar a capacidade de tráfego, ordenar o tráfego, restaurar e conservar o pavimento. No cenário nacional, cerca de 56% do orçamento destinado às obras rodoviárias são para obras de manutenção, conforme divulgado pelo Caderno de Transportes 2018.

Para que esses serviços possam ser executados, existem regras a serem seguidas pelas entidades da administração púbica, no que diz respeito à elaboração de orçamentos de referência de obras e serviços de engenharia, a serem contratados e executados com recursos advindos da União e/ou dos Estados.

O Decreto Federal Nº 7.983, de 8 de Abril de 2013, estabelece regras e critérios para elaboração dos orçamentos de referência de obras e serviços de engenharia a serem contratados e executados com recursos do orçamento da União. Dessa forma, o Decreto tem como finalidade fazer a padronização da metodologia para a elaboração de orçamentos de referência e estabelecer parâmetros para controle da aplicação de recursos advindos da administração pública.

Este Decreto atrela o custo global de referência dos serviços e obras de infraestrutura de transportes aos referenciais de custos unitários previstos pelo Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO, mantido pelo DNIT. Contudo, acrescenta que órgãos e entidades da administração pública federal podem desenvolver também seus sistemas de referências de custos, desde que demonstrem suas necessidades por meio de justificativa técnica e submetam à aprovação.

Apesar de grande parte dos serviços de engenharia serem normatizados e terem seus procedimentos bem definidos, existem diferentes formas de executá-los e é possível que existam diferenças entre as Composições de Custo Unitárias (CCU) quando comparados bancos de dados elaborados por organizações distintas.

Portanto, o presente trabalho visa identificar correlações de serviços dentre as CCU previstas pelo SICRO e o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, apontar suas convergências e divergências, constatar especificidades em comparação aos dois sistemas e assinalar seus impactos no custo dos serviços, no caso hipotético de se poder escolher entre uma das duas metodologias para execução de serviços de manutenção de pavimentos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Na presença regulamentada de mais de uma possibilidade de sistema de orçamento de obras para manutenção de pavimentos é importante verificar o alinhamento entre o sistema de matriz federal (SICRO) do DNIT e SINAPI. Esses sistemas disponibilizam informações à administração pública de forma a auxiliá-la na tomada de decisão acerca, não só da viabilidade, mas da escolha do executor responsável pelas obras.

Como a concepção construtiva e a metodologia utilizada para execução de cada serviço pode variar entre as tabelas, a depender dos critérios adotados por seus autores, podem ocorrer diferenças na elaboração e valor das CCU e, consequentemente, diferenças no resultado final do orçamento. Para realizar essa análise, é necessário que sejam conhecidas as premissas de elaboração de cada tabela, a fim de que sejam utilizadas adequadamente e seu produto – orçamento final apresente resultados consistentes.

Realizar essas considerações, comparando SICRO e SINAPI, traz uma contribuição para o melhor uso dos bancos de dados, através do entendimento da metodologia e dos critérios adotados por cada um e suas semelhanças e diferenças.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é analisar a estrutura das composições de custos, em relação aos serviços de manutenção de pavimentos, e apresentar qualitativa e quantitativamente as constatações dessa análise. O foco deste trabalho é pesquisar, dentre os sistemas de composição SICRO e SINAPI e uma mesma proposta de atividade de Manutenção e Reabilitação de Pavimentos (M&R), composições de custos de mesma finalidade e execução similar que resultem em um mesmo produto e ponderar economicamente cada uma das similaridades encontradas.

Os objetivos específicos, portanto, são:

1. Identificar as CCU que representem a intervenção de M&R proposta em ambos os sistemas referenciais;
2. Analisar qualitativamente a metodologia de execução dos serviços adotados por cada um dos sistemas referenciais de custos;
3. Verificar as convergências ou divergências no custo unitários dos serviços propostos;
4. Mostrar o impacto no custo unitário final de uma proposta de M&R, visando identificar qual dos dois sistemas é mais conservador.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para mostrar um panorama sobre o tema principal desenvolvido neste trabalho, é necessário apresentar definições relativas aos custos da construção civil, mostrar as entradas do processo orçamentário, exibir os principais custos das obras de manutenção de pavimentação e expor a estruturação dos sistemas de custos adotados.

2.1 CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A fim de embasar a análise comparativa deste trabalho, neste capítulo serão apresentadas as classificações dos custos segundo a literatura nacional e estrangeira, seguido da forma de como eles são estimados mais usualmente e, por fim, os modelos de como eles são estruturados para montagem do produto orçamento.

2.1.1 Classificação dos Custos

Custo fixo – Para Carr (1989), custos fixos são aqueles que permanecem inalterados, mesmo que existam flutuações em volume ou quantidade. Essa definição corrobora com Marchiori (2009) que considera custos fixos como aqueles que permanecem constantes dentro de uma determinada capacidade instalada, independente do volume de produção. São exemplos de custos fixos: salários e encargos do engenheiro, aluguel de equipamentos, depreciação de máquinas.

Custo Variável – São os custos que mudam proporcionalmente à variação em volume e quantidade de serviços. São aqueles que crescem à medida que o volume de atividades da empresa aumenta e a alocação de produtos também aumenta de forma direta (MARCHIORI, 2009). São exemplos: matérias primas, mão de obra ligada à produção.

Custo Direto – De acordo com Kern et. al. (2004), custos diretos são aqueles estimados pelas composições de custos relativas às atividades de execução da obra. Eles são quantificados através dos coeficientes de consumo para cada insumo da atividade considerada no orçamento. Para Carr (1989), esse tipo de custo é aquele que é fisicamente mensurável, despendidos com materiais, equipamentos e mão de obra.

Custo Indireto – Para Kern et. al. (2004), custos indiretos são aqueles estimados através de uma taxa percentual sobre o custo direto da obra. Segundo Carr (1989), os indiretos são custos de negócios e não se tratam dos custos da construção propriamente dita. Esses custos são aqueles contados/mensurados mesmo se a atividade a que ele corresponde não for executada.

Sabidos estes conceitos, falar-se-á expressamente da análise comparativa objeto desse trabalho, de custos diretos de obra. Serão comparados custos de atividades fisicamente medidas, expressos nas composições de custos para execução de obras de engenharia.

2.1.2 Orçamento dos Custos

Para Montes et. al. (2016) existem dois tipos de modelos de orçamento de obras, com base no cálculo do custo esperado para execução do empreendimento, o modelo de pré-dimensionamento e os modelos detalhados.

O modelo de pré-dimensionamento estima o custo do serviço nos estados preliminares do ciclo de vida da construção, já os modelos detalhados estimam os custos de cada um dos processos da construção em detalhes (MONTES et. al., 2016). Neste trabalho, serão referenciados apenas os modelos detalhados.

Marchiori (2009) distingue os orçamentos detalhados em dois tipos: descritivo e operacional. No Brasil, o orçamento descritivo também é citado como orçamento tradicional ou convencional e consiste na associação de quantidades de serviços a um custo unitário de execução. Já o orçamento operacional é um orçamento executado com maior nível de detalhamento, com base no diagrama de redes dos serviços e em algumas informações qualitativas sobre os serviços.

A preparação do orçamento não deve requerer informações de entrada que sejam difíceis ou caras de coletar. O orçamento deve ser baseado em dados facilmente obtidos e que são coletados regularmente. O método de preparação deve ser fácil o suficiente para permitir a integração entre sistemas de custo (TEICHOLZ, 1993). É desejável que um orçamento seja:

- Preciso – se aproxime do custo final da obra;
- Imparcial – não tendendo a subestimar o custo;

- Oportuno – fornecer informações suficientes para o acompanhamento financeiro da obra;
- Estável – não deve variar significativamente no período de execução da obra.

O objetivo deste trabalho é utilizar o orçamento como fonte de consolidação da análise comparativa dos custos. Conforme citado por Marchiori (2009) e Montes (2016), a importância do orçamento não é levantar friamente o valor dos serviços, mas mensurar a eficiência econômica para o setor construtivo.

2.2 INFORMAÇÕES DE ENTRADA DO PROCESSO ORÇAMENTÁRIO

Segundo Mattos (2006), o orçamento é determinando pela soma dos custos diretos, representado pelos operários, materiais e equipamentos, e os custos indiretos, que são as equipes de supervisão e apoio, despesas gerais de canteiro de obras, tarifas e taxas, etc. Para chegar a um valor final de venda, são acrescentados os impostos e o lucro aos custos anteriormente citados. A elaboração do orçamento normalmente se desenvolve em três macro etapas, são elas:

- Estudos das condicionantes;
- Composição dos custos;
- Fechamento do preço de venda.

Neste trabalho, o foco de estudo está na segunda macroetapa supracitada, a Composição dos custos. Ainda segundo Mattos (2006), essa etapa é a que corresponde à montagem do orçamento propriamente dito.

As composições de custo são índices, calculados a partir de um grande banco de dados sobre uma variável fixa (ZHANG et. al., 2019). Na construção civil, uma composição de custo – do inglês *Construction Cost Index* (CCI) – é um índice de preços agregado, ponderado para quantidades de força de trabalho e consumo de materiais e equipamentos necessários para o desempenho de uma atividade (HASSANEIN e KHALIL, 2006).

As entradas do processo orçamentário são constituídas pelos seguintes elementos:

- quantitativos levantados;
- indicadores de consumo (produtividade de mão de obra, consumo de materiais e produtividade de equipamentos);
- preço unitário dos insumos.

Para o Tribunal de Contas da União (TCU), faz parte também das informações do processo orçamentário a análise da amostra de dados que se tem em mãos, a fim de realizar a identificação dos itens de maior impacto ou importância e que merecerão atenção diferenciada (BRASIL, 2012). Ainda sob a ótica do TCU, a análise do orçamento deve recair sobre aqueles itens mais significativos em relação à totalidade do serviço avaliado.

A seguir, serão mostrados como os quantitativos de projetos, a produtividade de mão de obra, o consumo de materiais e os preços dos insumos são estudados pela literatura e como serão avaliados neste trabalho, pois esses subsidiam a análise comparativa proposta.

2.2.1 Quantitativos de Projeto

No contexto da construção civil, os quantitativos de projeto são a forma de informação capaz de mensurar a magnitude de um projeto (SHAMSULHADI et. al, 2014). Eles são derivados dos desenhos de projetos, cadernos de encargos e especificações de projetos, a fim de apresentar a informação num formato que facilite o contratante analisar os dados que lhe são propostos (EMMIT E YEOMANS, 2001).

Segundo Shamsulhadi *et-al* (2014), a norma e a prática moderna de licitação exigem que os contratantes forneçam os quantitativos de projeto – do inglês *Building Quantities* (BQ) – aos concorrentes. Porém, o desenvolvimento dessa prática ao longo dos anos foi na contramão dessa afirmação. Historicamente, os quantitativos de projeto foram fornecidos pelos construtores que competiam pelo trabalho e o desenvolvimento da prática de produzir os BQ ficou centrado na mão dos construtores.

Para Shamsulhadi *et-al* (2014), isto é prejudicial, pois os serviços são executados sem que existam considerações econômicas e comerciais, sem qualquer intervenção dos proprietários do empreendimento.

Conceder ao dono do empreendimento o controle sobre os BQ traz a sensação de controle sobre o aspecto financeiro de seu próprio projeto e reduz os problemas de reclamações excessivas inerentes da prática anterior (SEELEY e WINFIELD, 1999).

No Brasil, de modo geral, os levantamentos de quantitativos são elaborados pelos orçamentistas ou pelo próprio projetista que elabora o projeto e que, frequentemente, entrega ao cliente um relatório gerado automaticamente pelo software de elaboração do projeto, sem que seja feita uma análise mais elaborada dos números (MARCHIORI, 2009).

A falta de uniformidade de técnicas no levantamento dos quantitativos em projeto, conforme apresentado, pode ser apontada como uma fonte de imprecisão no custo final do orçamento. Portanto, para a análise comparativa desse projeto, as composições de serviços serão analisadas do ponto de vista unitário, evitando assim, possíveis distorções ocasionadas por essa falta de padronização.

2.2.2 Produtividade de Mão de Obra

O processo produtivo da Industria da Construção Civil se dá dentro do canteiro de obras, local onde os recursos como trabalhadores, equipamentos e insumos são combinados a fim de se obter um produto final (REIS et. al., 2017). Mensura-se produtividade de Mão de Obra como sendo a capacidade de se produzir mais, alocando a mesma quantidade de recursos.

Não existe uma padronização sobre a mensuração da produtividade da mão de obra. Souza (1996) estabeleceu um indicador chamado Razão Unitária da Produção (RUP). RUP é um indicador que representa produtividade como sendo a razão do esforço humano empenhado, mensurado em Homens-hora (Hh) pela quantidade de recursos consumidos na execução de um serviço, mensurada em metros-quadrados, metros-cúbicos, quilômetros, ou qualquer outra unidade que o expresse bem, conforme a Equação 1.

$$RUP = {}^{Hh}/_{Quantidade\ de\ serviço} \qquad \text{(Equação 1)}$$

Por essa definição, um valor alto de RUP expressa um baixo valor de produtividade. Nesse cálculo, Souza (1996) indica que, uma vez que se pretenda padronizar a RUP, é necessário que se padronizem três aspectos:

- Quantificação de Homens-hora;
- Quantificação dos serviços executados;
- A definição do período de tempo de aferição dos serviços.

Por meio da RUP, é possível analisar comparativamente as estimativas de produtividades de homens ou de equipes para execução de um serviço de engenharia.

2.2.3 Consumo de Materiais

O conceito de consumo de materiais é análogo ao conceito de produtividade de mão de obra. Porém, nesse momento aplicável à eficiência de se transformar o recurso físico – material – em produto da construção civil. Além do indicador de consumo de materiais, outro conceito amplamente aplicado e que também é um indicativo de produtividade é o de perdas de materiais na construção.

Para Marchiori (2009), é importante conceituar primeiramente esses conceitos para somente depois estabelecer uma discussão sobre eles. O *Indicador de Perdas* é aquele utilizado em casos onde é simples estabelecer o consumo teoricamente necessário (como consumo de cimento para um traço de concreto). O *Indicador de Consumo* é aquele utilizado onde o referencial é mais discutível (como o caso de argamassa para assentamento de alvenarias).

Em se tratando da análise proposta por esse trabalho, os indicadores obtidos das tabelas de referenciais de preço alvo da análise comparativa são os *Indicadores de Consumo,* devido à abrangência geral das tabelas e o grau de complexidade dos serviços nelas contidos (MARCHIORI, 2009).

A análise do indicador de consumo de materiais, portanto, será avaliada pela relação entre a quantidade de material utilizada e quantidade de produto/serviço realizado. Os indicadores de consumo serão analisados como Consumo Unitário de Materiais (CUM) e a relação é dada pela Equação 2.

$$CUM = \frac{QMU}{QS} \qquad \text{(Equação 2)}$$

Onde:
CUM = indicador de consumo unitário de materiais;

QMU = quantidade de material utilizado;
QS = quantidade de serviço executado.

2.2.4 Eficiência no uso dos Equipamentos

Os equipamentos utilizados para serviços de manutenção de pavimentação são de diferentes naturezas, cabendo a eles classificações variadas e diferente coeficientes de uso nas composições de preço unitárias.

Segundo Marchiori (2009), são calculados três custos dos equipamentos para se chegar ao "preço" horário de sua operação, são eles: custo de propriedade, custo de operação e custo de manutenção.

Como não é objeto deste trabalho fazer a avaliação de como esses preços são calculados, mas sim de compará-los dentre as duas bases de dados citadas, utilizar-se-á uma modalidade de comparação semelhante à utilizada para calcular a produtividade de mão de obra e o consumo dos materiais. Será denominada Eficiência do Equipamento (EFE), calculada conforme a equação 3:

$$\boldsymbol{EFE = \frac{CHI+CHP}{Quantidade\ de\ Serviços}} \qquad \text{(Equação 3)}$$

Onde:
EFE = Eficiência do Equipamento;
CHI = Custo Horário Improdutivo do Equipamento;
CHP = Custo Horário Produtivo do Equipamento;
Quantidade dos serviços = serviço executado em sua respectiva unidade de medida.

2.2.5 Preço dos Insumos

Os preços dos insumos são o produto do orçamento que tem origem fora do canteiro de obras, sendo estimados como recursos provenientes de mercados de suprimentos de obras. Esse processo é medido, em sua maioria, em unidades do Sistema Internacional de Medidas (MONTES, et. al., 2016).

Para Marchiori (2009), o preço dos insumos é aquele pelo qual o insumo é adquirido, acrescido de todos os encargos comerciais que possam ser considerados validos durante todo o período

da obra. De acordo com Silva (2005), devem ser embutidos nos preços adotados de materiais de construção os seguintes gastos:

- Todos os impostos incidentes sobre a nota fiscal do fornecedor;
- Todos os gastos de transporte até o canteiro (Fretes e Carretos);
- Correção monetária, quando não houver uma inclusão deste item nas despesas indiretas.

O custo de mão de obra dos operários da construção também é considerado um preço de insumo. Eles possuem mesmo peso de entrada no orçamento do que os materiais. Para Silva (2005), devem estar incluídos no preço dos insumos os seguintes gastos:

- custos do atendimento aos benefícios previstos na CLT – Consolidação das Leis do Trabalho;
- custos do atendimento aos benefícios previstos nos acordos salariais e dissídios coletivos das categorias profissionais pelos sindicatos;
- custos dos benefícios concedidos pelo empregador por exigências de mercado ou livre arbítrio, no sentido de se obter maior produção.

Por fim, nos custos dos equipamentos de produção são considerados:

- depreciação;
- juros do capital utilizado na compra ou financiamento;
- manutenção, seguros e impostos relacionados com a utilização do equipamento;
- custo dos insumos consumidos durante o uso do equipamento.

Neste trabalho, não será discutida a forma de cálculo de cada um dos preços dos insumos. Esses valores serão confrontados dentre as tabelas de análise, a fim de se comparar qual está sendo mais conservadora na estimativa dos custos.

2.3 CUSTOS DE OBRAS DE MANUTENÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO

O custo da obra de manutenção de pavimentação é, então, calculado a partir do preço unitário dos serviços realizados. Para a obtenção desse preço, calcula-se o custo dos equipamentos, mão de obra, materiais e transportes envolvidos para sua execução (PEDROZO, 2001). A Figura 2.1 apresenta a sistematização do cálculo do preço unitário de um serviço qualquer.

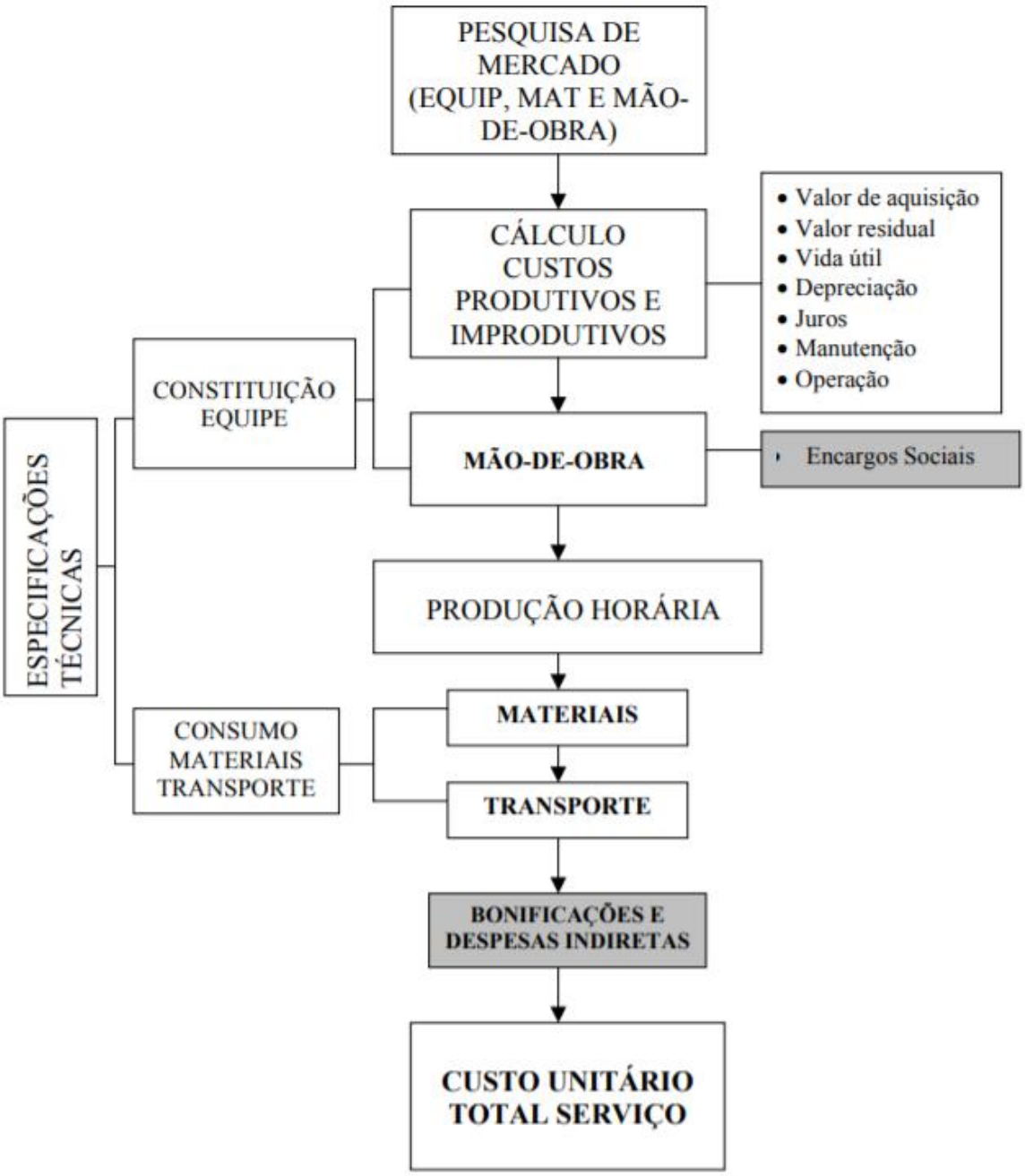

Figura 2.1 - Definição do Preço Unitário
(Fonte: PEDROZO, 2001)

Os componentes da composição de custos unitários são dispostos em uma planilha denominada Planilha de Composição de Custos Unitários - PCCU e através dela são realizados os cálculos dos respectivos componentes. O Modelo de PCCU será mostrado adiante, quando da descrição dos sistemas de composição de custos.

Segundo Pedrozo (2001), o custo do serviço é calculado pelas operações necessárias para execução do determinado serviço. Então, para que se possa realizar a análise comparativa das composições de custo, é necessário definir as Atividades de Manutenção e Reabilitação de pavimentos, cujas Composições de Custo Unitárias (CCU) servirão de subsídio para o objetivo deste trabalho.

2.3.1 Atividades de Manutenção e Reabilitação

As atividades de manutenção e reabilitação – M&R basicamente dependem do grau de deterioração do pavimento, dos defeitos encontrados e a severidade e extensão dos danos, da condição mínima aceitável de operação e dos recursos disponíveis (ZANCHETTA, 2017).

Zanchetta (2017) apresenta as seguintes alternativas como proposta de intervenção para conservação da malha pavimentada, em pavimento flexível:

- NF – Nada a Fazer;
- MP – Manutenção Preventiva (aplicar camada de lama asfáltica);
- MC – Manutenção Corretiva (fresagem de capa, pintura de ligação com RR-2C e recomposição de CBUQ, serviço descontínuo, localizado);
- RF – Reforço Estrutural (fresagem de capa, pintura de ligação com RR-2C e recomposição em CBUQ, serviço contínuo, toda seção);
- RC – Reconstrução (fresagem de capa e demolição de estrutura de pavimento flexível, com reconstrução da base, pintura de ligação em RR-2C e aplicação de uma nova camada de rolamento de CBUQ).

Para Meneses e Ferreira (2015), as operações de M&R dependem das condições do pavimento e das características do local que se está avaliando. Para eles, as classificações de M&R se dão da seguinte maneira:

- NF – Nada a fazer *(Do nothing)*;
- MNE – Manutenção não-estrutural *(Non-estructural maintenance);*
- ML – Manutenção localizada *(Minor rehabilitation);*
- MG – Manutenção geral *(Medium rehabilitation);*
- RC – Reconstrução *(Major rehabilitation);*

Nota-se que há um alinhamento entre as definições dos três autores. Considera-se, portanto, para o objeto de estudo deste trabalho que os conceitos de Zanchetta (2017) e Meneses e Ferreira (2015) correlacionam-se segundo a tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Correlação de termos entre as referências citadas
(Fonte: autor)

Zanchetta (2017)		**Meneses e Ferreira (2015)**
NF	=	NF
MP	=	MNE
MC	=	ML
RF	=	MG
RC	=	RC

2.3.2 CCU das ações de M&R

Em seu trabalho, Zanchetta (2017) apresenta a seguinte sugestão de composições de serviços para aplicação de M&R, conforme tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Composições de Custo Unitário para M&R
(Fonte: modificado – Zanchetta, 2016)

SERVIÇOS M&R	UNIDADE
NADA A FAZER (NF)	não se aplica
MANUTENÇÃO PREVENTIVA (MP)	
Tratamento superficial com lama asfáltica	m²
MANUTENÇÃO CORRETIVA (MC)	
Fresagem de capa (e=5cm)	m³
Transporte mat. (1ª/2ª categ. Até 15km	m³xkm
Pintura de ligação	m²
Camad. Rolam. e=5cm CBUQ	m³
(Serviço descontínuo)	
REFORÇO ESTRUTURAL (RF)	
Fresagem de capa (e=5cm)	m³
Transporte mat. (1ª/2ª categ. Até 15km**	m³xkm
Pintura de ligação	m²
camada rolamento	m³
RECONSTRUÇÃO (RC)	
Fresagem de capa (e=5cm)	m³
Transporte mat. (1ª/2ª categ. Até 15km	m³xkm
Demolição de pavimento flexível	m³
Brita graduada simples	m³
pintura impermeabilização (imprimação)	m²
pintura de ligação	m²
camada rolamento (e=5cm)	m³

A Tabela 2.2 apresenta, de forma geral, tipos de intervenção possíveis e as atividades que as compõem em diferentes graus de Manutenção e Reparação de pavimentos. Para este trabalho, adotar-se-á, para os devidos fins, a proposta de Reconstrução (RC) como base para a análise comparativa dos sistemas de composição de custos que estão descritos a seguir.

2.4 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE CUSTO

Nesse capítulo, serão descritos os dois sistemas objeto da análise deste trabalho. Da sua necessidade, atribuições e formato das informações.

2.4.1 SICRO

É o sistema utilizado para referenciar a elaboração de orçamentos para obras de infraestrutura e licitar obras rodoviárias, com abrangência em todo território nacional.

2.4.1.1 Breve Histórico

A estimativa dos custos por meio de composições de custos de serviço foi uma novidade trazida para o Brasil na década de 1970, advindo do avanço das inovações trazidas ao território nacional pelo extinto Departamento Nacional de Estradas e Rodagem – DNER. Porém, devido à instabilidade política e econômica da época, as estimativas tinham validade muito restrita e qualquer atraso na produção trazia discrepâncias significativas à estimativa de preço inicial.

O tempo avançou e o DNIT, sucessor do DNER, evoluiu até a fase de emissão de tabelas referenciais de preços distintas para cada região do país, pois notou-se que os custos de obras eram sensíveis à localização em que elas eram executadas (DNIT, 2017).

A Tabela 2.3 apresenta os principais marcos associados na evolução dos sistemas de custos do DNER e do DNIT.

Tabela 2.3 - Marcos Históricos de Evolução do SICRO (Fonte: DNIT, 2017)

Ano	Principais Marcos Históricos
1946	Início da elaboração das primeiras tabelas de preços referenciais
1963	Implantação da Tabela Geral de Preços
1972	Lançamento do Manual de Composições de Custos Rodoviários
1980	Atualização e complementação do Manual de Composições de Custos Rodoviários
1982	Início da utilização da Tabela UNAS - Unidade Assessorial/DG, com pesquisa de preços realizada apenas no município do Rio de Janeiro - RJ
1990	Desativação da Tabela UNAS
1992	Organização da Gerência de Custos Rodoviários - GEC
	Criação e lançamento do Sicro 1 - Sistema de Custos Rodoviários
	Início da expansão da pesquisa de preços para outros estados
1993	Regionalização da pesquisa de preços do Sicro 1
1998	Lançamento do Sicro 2 - Sistema de Custos Rodoviários
2000	Implantação do Sicro 2
2003	Publicação do Manual de Custos Rodoviários do Sicro 2
2006	Criação da Coordenação-Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes
	Início do Projeto SINCTRAN (Termo de Cooperação celebrado com o Centro de Excelência em Engenharia de Transportes - CENTRAN / Departamento de Engenharia de Construção do Exército Brasileiro - DEC/EB)
2011	Término do Termo de Cooperação com o DEC/EB
2012	Contratação da Fundação Getúlio Vargas para revisão do SICRO e realização da pesquisa nacional de preços de insumos
2013	Divulgação das tabelas de preços do Sicro 2 para todas as unidades da federação
2014	Instauração da Câmara Técnica do SICRO
2015	Criação das Coordenações Setoriais de Custos Referenciais - CCR, de Preços Novos - CPN e de Orçamentos de Infraestrutura - COI
2017	Implantação do SICRO

Pelo decreto presidencial n° 7.983/2013, o Sicro 2 fica estabelecido como a principal referência de custos para obras de infraestrutura de transportes. Após isso, em 2017, foi criada a câmara técnica do SICRO (foi desenvolvido com nome de Sicro 3, mas anunciado oficialmente como SICRO), que unificou as informações num sistema mais robusto e periodicamente revisado e analisado, de maneira a manter a fidelidade do sistema de custos à realidade do país (DNIT, 2017).

2.4.1.2 Atribuições

Balizar tomadas de preço e decisões por parte da administração pública, seja por meio de licitação ou contratação direta, de serviços de infraestrutura de transportes.

O SICRO, segundo o DNIT (2017), estrutura informações de tomadas de preço de referência, preço de venda, custo e despesas e preços de insumos (mão de obra, materiais e equipamentos). Além disso, estima o custo total da obra (custos indiretos e custos diretos).

2.4.1.3 Disposição das Informações

Na figura 2.2 é mostrada a disposição das informações na PCCU do SICRO:

CGCIT **DNIT**

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO | **Distrito Federal** | **FIC 0,00373**

Custo Unitário de Referência | **Abril/2020** | **Produção da equipe 1.125,00000 m²**

4011351 Imprimação com asfalto diluído | ***Valores em reais (R$)***

A - EQUIPAMENTOS		**Quantidade**	**Utilização**		**Custo Horário**		**Custo Horário Total**
			Operativa	**Improdutiva**	**Produtivo**	**Improdutivo**	
E9509	Caminhão tanque distribuidor de asfalto com capacidade de 6.000 l - 7 kW/136 kW	1,00000	1,00	0,00	159,5658	44,7671	159,5658
E9558	Tanque de estocagem de asfalto com capacidade de 30.000 l	2,00000	1,00	0,00	15,4319	9,8034	30,8638
						Custo horário total de equipamentos	190,4296
B - MÃO DE OBRA		**Quantidade**	**Unidade**		**Custo Horário**		**Custo Horário Total**
P9824	Servente	2,00000	h		15,5620		31,1240
						Custo horário total de mão de obra	31,1240
						Custo horário total de execução	**221,5536**
						Custo unitário de execução	**0,1969**
						Custo do FIC	**0,0007**
						Custo do FIT	-
C - MATERIAL		**Quantidade**	**Unidade**		**Preço Unitário**		**Custo Unitário**
M0104	Asfalto diluído CM 30	0,00120	t		0,0000		0,0000
						Custo unitário total de material	0,0000
D - ATIVIDADES AUXILIARES		**Quantidade**	**Unidade**		**Custo Unitário**		**Custo Unitário**
						Custo total de atividades auxiliares	
						Subtotal	**0,1976**
E - TEMPO FIXO		**Código**	**Quantidade**	**Unidade**		**Custo Unitário**	**Custo Unitário**
						Custo unitário total de tempo fixo	
F - MOMENTO DE TRANSPORTE		**Quantidade**	**Unidade**	**DMT**			**Custo Unitário**
				LN	**RP**	**P**	
						Custo unitário total de transporte	
						Custo unitário direto total	**0,20**

Obs:

Figura 2.2 - Disposição de Informações da Planilha de Composições de Custo Unitária do SICRO (Fonte: DNIT, 2020)

2.4.2 SINAPI

O SINAPI é o sistema referencial de custos sustentado pela Caixa Econômica Federal - CAIXA, com apoio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. A CAIXA é responsável por toda base técnica de engenharia utilizada e o IBGE fornece os parâmetros de preços, realiza o tratamento dos dados e divulga os índices (CAIXA, 2020).

2.4.2.1 Breve Histórico

O sistema SINAPI foi implementado, em 1969, pelo extinto Banco Nacional de Habitação (BNH), como fonte de dados de índices da construção civil e passou para chancela da CAIXA em 1986 (SINAPI, 2020).

O Conselho Curador do FGTS – Fundo de Garantia por Tempo de Serviço, em 1994, indicou que esse sistema, além de referencial para obras habitacionais, deveria abranger obras de saneamento e infraestrutura urbana (SINAPI, 2020).

Em 2009, o SINAPI passou a ser publicado na internet e, a partir de 2013, passou a ter revisões regulares em seu banco de composições, a fim de garantir maior transparência e precisão quanto aos referenciais de cada serviço nele contido.

2.4.2.2 Atribuições

É também apoiado pelo Decreto nº 7.983/2013 que estabelece que o custo global de referências de obras e serviços de engenharia pode ser também obtido a partir das composições de custos unitárias previstas no sistema SINAPI. De acordo com as atividades expressas pelos editais de obras públicas, o referencial SINAPI é responsável por caracterizar preço de venda, custo e despesas e preços de insumos (mão de obra, materiais e equipamentos) e estimativas do custo total de obras de infraestrutura urbana (custos indiretos e custos diretos).

2.4.2.3 Disposição das Informações

A Figura 2.3 ilustra a disposição das informações da PCCU do SINAPI.

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL 1 2678 de 3226

PCI.818.01 - CUSTOS DE COMPOSIÇÕES ANALÍTICO DATA DE EMISSÃO:15/05/2020 23:55:17

ENCARGOS SOCIAIS DESONERADOS: 83,40%(HORA) 48,63%(MÊS)
ABRANGENCIA: NACIONAL DATA REFERENCIA TECNICA: 15/05/2020

VÍNCULO : CAIXA REFERENCIAL

I	4730	PEDRA DE MAO OU PEDRA RACHAO PARA ARRIMO/FUNDACAO (POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE)	M3	CR	1,1000000	68,32	75,15
I	4741	PO DE PEDRA (POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE)	M3	CR	0,3000000	62,38	18,71
C	5631	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	AS	0,0190000	113,32	2,15
C	5632	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	AS	0,0450000	46,61	2,09
C	5684	ROLO COMPACTADOR VIBRATÓRIO DE UM CILINDRO AÇO LISO, POTÊNCIA 80 HP, PESO OPERACIONAL MÁXIMO 8,1 T, IMPACTO DINÂMICO 16,15 / 9,5 T, LARGURA DE TRABALHO 1,68 M - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	AS	0,0090000	86,41	0,77
C	5685	ROLO COMPACTADOR VIBRATÓRIO DE UM CILINDRO AÇO LISO, POTÊNCIA 80 HP, PESO OPERACIONAL MÁXIMO 8,1 T, IMPACTO DINÂMICO 16,15 / 9,5 T, LARGURA DE TRABALHO 1,68 M - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	AS	0,0550000	34,02	1,87
C	5932	MOTONIVELADORA POTÊNCIA BÁSICA LÍQUIDA (PRIMEIRA MARCHA) 125 HP, PESO BRUTO 13032 KG, LARGURA DA LÂMINA DE 3,7 M - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	AS	0,0110000	129,20	1,42
C	5934	MOTONIVELADORA POTÊNCIA BÁSICA LÍQUIDA (PRIMEIRA MARCHA) 125 HP, PESO BRUTO 13032 KG, LARGURA DA LÂMINA DE 3,7 M - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	AS	0,0530000	46,79	2,47
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,0640000	15,08	0,96
		EQUIPAMENTO : 5,61 5,3186437 %					
		MATERIAL : 96,81 91,6706241 %					
		MAO DE OBRA : 3,17 3,0107322 %					
		TOTAL COMPOSIÇÃO : 105,59 100,0000000 % - ORIGEM DE PREÇO: AS					
	96401	EXECUÇÃO DE IMPRIMAÇÃO COM ASFALTO DILUÍDO CM-30. AF_11/2019	M2				
C	5839	VASSOURA MECÂNICA REBOCÁVEL COM ESCOVA CILÍNDRICA, LARGURA ÚTIL DE VARRIMENTO DE 2,44 M - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	AS	0,0020000	4,79	0,00
C	5841	VASSOURA MECÂNICA REBOCÁVEL COM ESCOVA CILÍNDRICA, LARGURA ÚTIL DE VARRIMENTO DE 2,44 M - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	AS	0,0040000	2,28	0,00

Figura 2.3 - Disposição de Informações da Planilha de Composições de Custo Unitária do SINAPI. (Fonte: SINAPI, 2020)

3 METODOLOGIA

A fim de se alcançar os objetivos propostos por este trabalho, deve ser estabelecida uma metodologia capaz de conduzir o cronograma de atividades proposto até seu objetivo fim. As atividades componentes deste trabalho estão expressas na figura 3.1.

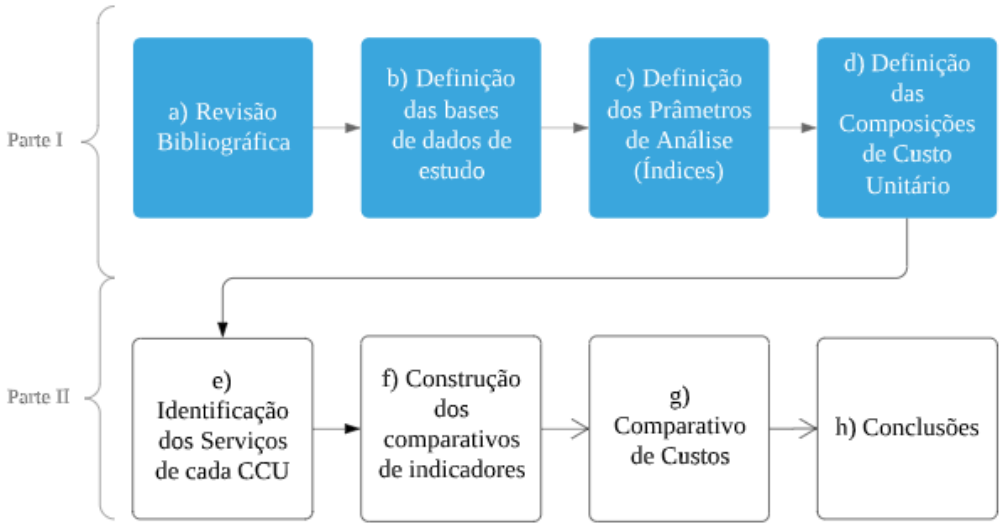

Figura 3.1 - Fluxograma de atividades da metodologia
(Fonte: autor)

A parte I deste trabalho contemplou as etapas expressas em “a”, “b”, “c” e “d” da figura 3.1. A revisão bibliográfica consistiu em caracterizar e justificar, de acordo com as documentações nacionais e internacionais existentes, os conceitos utilizados e discutidos como objeto da análise comparativa. A definição das bases de dados estudadas, citada na justificativa e explicitada na revisão bibliográfica, mostra a fonte de dados destinada à análise, de acordo com os critérios previamente propostos. A definição dos parâmetros de análise também foi realizada na revisão bibliográfica e se resume às verificações ligadas à produtividade da RUP e EFE, ao CUM e ao preço dos insumos. A definição das composições de custo de análise está explicitada no item 2.3.2 deste trabalho, com base na tabela 2.2. Cita-se no referido item que, devido à completude da atividade de M&R relativa a reconstrução de pavimento (RC), este será o serviço alvo da análise comparativa deste estudo.

A parte II deste trabalho consiste das etapas “e”, “f” ,“g” e “h” descritas, que compõem a análise de fato dos dados descritos na etapa I. Nos itens a seguir serão identificados os serviços pertencentes a cada uma das CCU para o SICRO e SINAPI e dispostos num quadro, aos pares,

a fim de estabelecer quais são a unidades comparadas entre si. Logo após, tem-se a construção dos quadros comparativos, onde serão concatenadas as informações extraídas de ambas as bases de dados, e as informações neles contidas serão aplicadas aos parâmetros de análise. E, por fim, será feita uma segunda verificação da metodologia por meio do comparativo dos custos, aplicado a um serviço de reconstrução proposto, identificando a EAP, os quantitativos de projeto e o preço final obtido pelo SINAPI e pelo SICRO. Sob a ótica desses indicativos, serão concluídos os objetivos específicos propostos.

3.1 ANÁLISE COMPARATIVA

A partir de toda a construção do referencial teórico, no qual foram definidos os conceitos de avaliação deste trabalho e foram listados os parâmetros de comparação, é necessário sistematizar o processo de análise comparativa. Visto que os dois sistemas de composição de custos têm estruturas similares e fornecem dados sob estrutura semelhante, o processo de análise se desenvolverá da seguinte maneira:

- Identificação dos serviços de cada CCU – Com base no serviço de Reconstrução descrito na Tabela 2.2, serão identificados todos os serviços nele contidos tanto no SICRO, quanto no SINAPI. A partir desses serviços, serão desenvolvidas as comparações posteriores. As CCU em questão serão retiradas da última versão de abril de 2020 de ambos os sistemas.

- Construção dos comparativos de indicadores – Serão mostrados para cada uma das CCU adotadas, o quadro de composição analítica dos serviços, onde poderão ser vistos individualmente todos os parâmetros de RUP, CUM, EFE e Preço dos Insumos. Logo após, será realizado um comparativo qualitativo, que levará em consideração os aspectos metodológicos da realização do serviço proposto pelo SICRO e pelo SINAPI. Em seguida, serão avaliadas as diferenças percentuais entre os valores totais das CCU encontrada para ambos os sistemas.

- Construção do comparativo de custos – Após a análise individual de cada CCU com os comparativos de indicadores, os custos unitários totais de cada CCU serão utilizados para realização do comparativo de custos total. Essa análise será realizada por meio de um orçamento do serviço de reconstrução de pavimento, seguindo a EAP proposta na

Tabela 2.2 e com quantitativos de projeto para realização de 1m² de reparo. A partir da obtenção deste preço, serão calculadas as Diferenças (Δ) do custo de cada um dos serviços e do valor total final. Com essa análise serão realizadas as conclusões deste trabalho.

As convergências e divergências serão apontadas com base nas principais Δ de cada serviço. O impacto final será medido pela diferença percentual do preço unitário de cada CCU e da diferença aferida no comparativo total de custos por meio do preço aferido orçado pelo SICRO e pelo SINAPI. Serão considerados *conservadores* aqueles indicadores que tiverem índice inferior ao seu respectivo índice de comparação.

4 ANÁLISE COMPARATIVA E RESULTADOS

4.1 COMPOSIÇÕES DE CUSTO UNITÁRIO - CCU ANALISADAS

As Composições de Custo Unitário foram selecionadas de forma que fosse atendida a definição do item 2.3.2, no qual foi citado que, com base nas proposições de serviços de manutenção e reabilitação de pavimentos da Tabela 2.2, adaptados à nomenclatura usual do SICRO e do SINAPI, a análise comparativa seria realizada valendo-se de serviços de Reconstrução (RC) listados. Ambas as composições de custos unitárias foram retiradas da versão de abril de 2020, para o Distrito Federal, da base de dados de origem.

Prosseguiu-se, portanto, com a busca das CCU equivalentes aos serviços propostos para atividade de Reconstrução de pavimento no SICRO e no SINAPI. A tabela 4.1 apresenta as CCU, dispostas aos pares, selecionadas para representar cada um dos serviços em ambos os sistemas, as unidades de referência no sistema de origem, a nomenclatura adotada neste trabalho para se referir a cada um dos serviços e as unidades que servirão como base para a análise comparativa. As discussões qualitativas e quantitativas a respeito de cada par de composições serão feitas nos tópicos seguintes.

Tabela 4.1 - Composições de Custo Unitárias e seus respectivos pares de análise (Fonte: Autor)

	BASE DE DADOS	Nº DE REFERÊNCIA NA BASE DE DADOS	NOME DA COMPOSIÇÃO DE ACORDO COM A BASE DE DADOS	UNIDADE NA BASE DE DADOS	NOME DA COMPOSIÇÃO DE COMPARAÇÃO CONFORME TABELA 2.2	UNIDADE DE COMPARAÇÃO
1	SICRO	4011480	FRESAGEM DESCONTINUA DE REVESTIMENTO ASFALTICOS	M^3	FRESAGEM DE CAPA	M^3
	SINAPI	96001	FRESAGEM DE PAVIMENTO ASFALTICO (PROFUNDIDADE ATÉ 5,0CM) - EXCLUSIVE TRANSPORTE	M^2		
2	SICRO	5914389	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10m³ - RODOVIA PAVIMENTADA	M^3xKM	TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª/2ª CAT. EM RODOVIA PAVIMENTADA. ATÉ 15KM)	M^3xKM
	SINAPI	95875	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10m³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA	M^3xKM		
3	SICRO	4915667	DEMOLIÇÃO MECANICA DE PAVIMENTO ASFALTICO	M^3	DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO ASFALTICO	M^3
	SINAPI	97636	DEMOLIÇÃO PARCIAL DE PAVIMENTO ASFÁLTICO, DE FORMA MECANIZADA, SEM REAPROVEITAMENTO	M^2		
4	SICRO	4011276	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL	M^3	BRITA GRADUADA SIMPLES	M^3
	SINAPI	96396	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB-BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE BRITA GRADUADA SIMPLES - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE	M^3		
5	SICRO	4011351	IMPRIMAÇÃO COM ASFALTO DILUIDO	M^2	IMPRIMAÇÃO	M^2
	SINAPI	96401	EXECUÇÃO DE IMPRIMAÇÃO COM ASFALTO DILUIDO CM-30	M^2		
6	SICRO	4011353	PINTURA DE LIGAÇÃO	M^2	PINTURA DE LIGAÇÃO	M^2
	SINAPI	96402	EXECUÇÃO DE PINTURA DE LIGAÇÃO COM EMULSÃO ASFALTICA RR-2C. AF 11/2019	M^2		
7	SICRO	4011464	CONCRETO ASFALTICO - FAIXA C - MASSA COMERCIAL	T	CAMADA DE ROLAMENTO (FAIXA C)	M^3
	SINAPI	95995	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO COM APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFALTICO FAIXA C, CAMADA DE ROLAMENTO - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE	M^3		

Para cada par de composições referenciado na tabela 4.1, foi montado um comparativo, no qual foram analisados qualitativamente a metodologia para execução do reparo e quantitativamente os coeficientes de produtividade de mão de obra e equipamentos e o consumo de materiais. E, em seguida, analisado o conjunto de composições para fins do comparativo de custo, considerando a reconstrução unitária de pavimento, ou seja, todos os serviços aplicados para quantitativos de projeto para realização de 1m² de reparo.

4.2 COMPARATIVO DE COMPOSIÇÕES DE CUSTO UNITÁRIAS

O comparativo qualitativo das composições de custo se deu pela análise da composição de equipamentos, materiais e mão de obra da CCU, juntamente com o manual do SICRO (BRASIL, 2017) e do manual de metodologias e conceitos do SINAPI (2020), que descrevem os procedimentos dos serviços. O comparativo quantitativo das composições de custo unitárias é gerado em função da: Razão Unitária de Produção – RUP – (apresentado em horas (h) nas tabela CCU de cada serviço), Consumo Unitário de Materiais – CUM – (apresentado em unidades (un) ou quantidade de consumo (m², m³,etc) e Eficiência do Equipamento – EFE – (apresentado nas CCU como Custo Horário Improdutivo – CHI – e Custo Horário Produtivo – CHP) combinados aos valores dos Preço dos Insumos (medidos em reais), que geram os Custos Unitários finais de cada CCU.

4.2.1 Fresagem de Capa

A seguir, encontram-se as tabelas 4.2 e 4.3 relativas às CCU do serviço de fresagem, respectivamente, propostas pelo SINAPI e pelo SICRO e o tem como resultado o custo unitário final do serviço de fresagem. A partir destes quadros e com auxílio dos manuais dos dois sistemas de composições de custos, foi possível realizar o comparativo qualitativo da metodologia dos serviços propostos.

Tabela 4.2 - CCU para o serviço de fresagem de pavimento asfáltico – SINAPI
(Fonte: modificado – SINAPI, 2020)

SINAPI - 96001	**FRESAGEM DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (PROFUNDIDADE ATÉ 5,0 CM) - EXCLUSIVE TRANSPORTE**	**M³**	**ÍNDICE**	**CUSTO UNITÁRIO**	**CUSTO UNITÁRIO TOTAL**
5811	CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, PESO BRUTO TOTAL 16.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 13.071 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 230 CV INCLUSIVE CAÇAMBA METÁLICA - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,068	115,66	R$ 7,86
6259	CAMINHÃO PIPA 6.000 L, PESO BRUTO TOTAL 13.000 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 189 CV INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA, CAPACIDADE 6 M3 - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,012	139,01	R$ 1,67
14583	TARIFA "A" ENTRE 0 E 20M3 FORNECIMENTO D'AGUA	M3	0,056	11,54	R$ 0,65
25967	APOIO DO PORTA DENTE PARA FRESADORA DE ASFALTO	UN	0,004	1741,31	R$ 6,97
25968	DENTE PARA FRESADORA	UN	0,39	39,36	R$ 15,35
25969	PORTA DENTE PARA FRESADORA	UN	0,022	370,67	R$ 8,15
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,414	15,08	R$ 6,24
89234	FRESADORA DE ASFALTO A FRIO SOBRE RODAS, LARGURA FRESAGEM DE 1,0 M, POTÊNCIA 208 HP - CHP DIURNO. AF_11/2014	CHP	0,068	367,03	R$ 24,96
89235	FRESADORA DE ASFALTO A FRIO SOBRE RODAS, LARGURA FRESAGEM DE 1,0 M, POTÊNCIA 208 HP - CHI DIURNO. AF_11/2014	CHI	0,138	118,42	R$ 16,34
96156	MINICARREGADEIRA SOBRE RODAS POTENCIA 47HP CAPACIDADE OPERACAO 646 KG, COM VASSOURA MECÂNICA ACOPLADA - CHI DIURNO. AF_03/2017	CHI	0,176	35,54	R$ 6,26
96158	MINICARREGADEIRA SOBRE RODAS POTENCIA 47HP CAPACIDADE OPERACAO 646 KG, COM VASSOURA MECÂNICA ACOPLADA - CHP DIURNO. AF_03/2017	CHP	0,03000	85,99	R$ 2,58
				TOTAL	**R$ 97,03/M³**

Tabela 4.3 - CCU para o serviço de fresagem de pavimento asfáltico – SICRO
(Fonte: modificado – SICRO, 2020)

4011480 - SICRO	**FRESAGEM DESCONTÍNUA DE REVESTIMENTO ASFALTICO**	**M3**	**ÍNDICE**	**CUSTO UNITÁRIO**	**CUSTO UNITÁRIO TOTAL**
E9571	CAMINHÃO TANQUE COM CAPACIDADE DE 10.000L - 188KW	CHI	0,014837398	48,6283	R$ 0,72
E9572	CAMINHÃO TANQUE COM CAPACIDADE DE 10.000L - 188KW	CHP	0,005487805	196,2873	R$ 1,08
E9678	FRESADORA A FRIO - 410KW	CHP	0,020325203	933,2226	R$ 18,97
E9696	MINICARREGADEIRA DE PNEUS COM VASSOURA DE 1,8M - 42KW	CHI	0,003658537	40,9128	R$ 0,15
E9697	MINICARREGADEIRA DE PNEUS COM VASSOURA DE 1,8M - 42KW	CHP	0,016666667	90,7344	R$ 1,51
E9156	SOPRADOR DE AR COSTAL - 2,6KW	CHP	0,020325203	4,3821	R$ 0,09
P9824	SERVENTE	H	0,06097561	15,562	R$ 0,95
M1974	BIT PARA FRESADORA DE 410KW	UN	0,648	31,5656	R$ 20,45
M1975	PORTA BITS PARA FRESADORA DE 410KW	UN	0,00136	334,9614	R$ 0,46
M3507	REVESTIMENTO ASFALTICO - CAMINHÃO BASCULANTE DE 10M³	T	2,40000	2,24	R$ 5,38
				TOTAL	**R$ 49,75/M³**

Originalmente, no SINAPI, é proposta a mensuração do serviço de fresagem em metros quadrados, conforme também indicado na coluna “unidade na base de dados” da tabela 4.1. Para que a comparação dos quadros se desse na mesma unidade, foi aplicado um fator de correção de vinte vezes (20x) o serviço em metros quadrados, pois, no SINAPI (2020), a espessura utilizada para os cálculos é de cinco centímetros (5cm) e, portanto, para se atingir um metro cúbico de material fresado, são necessárias vinte vezes a área de um metro quadrado com cinco centímetros de profundidade.

Analisando a metodologia adotada pelos sistemas através dos serviços propostos na composição de custo unitária analítica das Tabelas 4.2 e 4.3, vê-se que SICRO e SINAPI adotam mesma estrutura para execução da fresagem. As equipes são compostas dos mesmos equipamentos (caminhão basculante, caminhão pipa, fresadora de asfalto e minicarregadeira), ambos adotam a mão de obra do servente e utilizam materiais similares (porta dente, apoio do porta dente e dente para fresadora pelo SINAPI e porta bit e bit para fresadora por parte do SICRO).

No custo unitário total de execução de fresagem de pavimento asfáltico, considerando a profundidade de cinco centímetros de fresagem de camada asfáltica, verificou-se um valor 95% superior no SINAPI comparado ao custo unitário encontrado no SICRO.

4.2.2 Transporte

Conforme mostrado na Tabela 4.1 do item 4.1, as CCU para transporte de materiais de primeira categoria encontram-se no SICRO e no SINAPI em M³xKM. As tabelas 4.5 e 4.6 que se seguem são as bases de dados para o comparativo qualitativo e quantitativo da CCU relativa ao serviço de transporte.

Tabela 4.4 - CCU para o serviço de Transporte de Material De 1ª/2ª Cat. em Rodovia Pavimentada. Até 15km) – SINAPI (Fonte: modificado – SINAPI, 2020)

SINAPI - 95875	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10M3 EM VIA URBANA PAVIMENTADA	M3XKM	ÍNDICE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO UNITÁRIO TOTAL	
91386	CAMINHÃO BASCULANTE 10 M3, TRUCADO CABINE SIMPLES, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 230 CV INCLUSIVE CAÇAMBA METÁLICA - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,00625	144,12	R$	0,90
91387	CAMINHÃO BASCULANTE 10 M3, TRUCADO CABINE SIMPLES, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 230 CV INCLUSIVE CAÇAMBA METÁLICA - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	0,00156	35,08	R$	0,05
				TOTAL	**R$**	**0,95**

Tabela 4.5 - CCU para o serviço de Transporte de Material De 1ª/2ª Cat. em Rodovia Pavimentada. Até 15km) – SICRO (Fonte: modificado – SICRO, 2020)

5914389 - SICRO	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10M3 - RODOVIA PAVIMENTADA	M3XKM	ÍNDICE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO UNITÁRIO TOTAL	
E9579	CAMINHÃO BASCULANTE COM CAPACIDADE PARA 10M3 - 188KW	CHP	0,00643	153,35	R$	0,99
				TOTAL	**R$**	**0,99**

Nota-se que, em ambos os sistemas, é adotado o transporte por caminhão basculante com capacidade de 10m³ para a realização do serviço. Entretanto, o SICRO adota que o transporte

possui apenas CHP, enquanto o SINAPI apresenta CHP e CHI. Por fim, a CCU do SINAPI apresenta um custo unitário final 4% inferior à do SICRO.

4.2.3 Demolição de Pavimento Asfáltico

A demolição de pavimento asfáltico é representada no SINAPI pela tabela 4.6 e no SICRO pela tabela 4.7. Originalmente, o SINAPI trata a medição desta CCU em unidades por metro quadrado, entretanto, como quer-se analisar essa em metros cúbicos e, conforme livro do SINAPI (2020), essa CCU é calculada com base em 10cm de espessura, seus índices foram multiplicados por 10 vezes, a fim de se atingir a espessura de 1m e caracterizar o metro cúbico de serviço.

Tabela 4.6 - CCU para o serviço de demolição de pavimento asfáltico – SINAPI (Fonte: modificado – SINAPI, 2020)

SINAPI - 97636	**DEMOLIÇÃO PARCIAL DE PAVIMENTO ASFÁLTICO, DE FORMA MECANIZADA, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017**	**M3**	**ÍNDICE**	**CUSTO UNITÁRIO**	**CUSTO UNITÁRIO TOTAL**
5631	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTÊNCIA BRUTA 111 HP - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,32600	113,32	R$ 36,94
5632	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTÊNCIA BRUTA 111 HP - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	0,89600	46,61	R$ 41,76
91283	CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE 13 HP, COM DISCO DE CORTE DIAMANTADO SEGMENTADO PARA CONCRETO, DIÂMETRO DE 350 MM, FURO DE 1" (14 X 1") - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,52400	14,10	R$ 7,39
91285	CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE 13 HP, COM DISCO DE CORTE DIAMANTADO SEGMENTADO PARA CONCRETO, DIÂMETRO DE 350 MM, FURO DE 1" (14 X 1") - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,83600	0,67	R$ 0,56
				TOTAL	**R$ 86,65**

Tabela 4.7 - CCU para o serviço de demolição de pavimento asfáltico – SICRO (Fonte: modificado – SICRO, 2020)

4915631 - SICRO	**DEMOLIÇÃO MECANICA DE PAVIMENTO ASFALTICO**	**M3**	**ÍNDICE**	**CUSTO UNITÁRIO**	**CUSTO UNITÁRIO TOTAL**
E9527	MARTELETE PERFURADOR/ROMPEDOR A AR COMPRIMIDO 25KG PARA ROCHA	CHP	0,27000	21,48	R$ 5,80
E9528	MARTELETE PERFURADOR/ROMPEDOR A AR COMPRIMIDO 25KG PARA ROCHA	CHI	0,73000	20,22	R$ 14,76
E9591	SERRA PARA CORTE DE CONCRETO E ASFALTO	CHP	0,27000	16,66	R$ 4,50
E9591	SERRA PARA CORTE DE CONCRETO E ASFALTO	CHI	0,73000	0,97	R$ 0,71
P9824	SERVENTE	H	1,00000	15,56	R$ 15,56
M3507	MATERIAL DE BASE - CAMINHÃO BASCULANTE 6M3	T	1,20000	1,72	R$ 2,06
				TOTAL	**R$ 43,39**

Comparativamente pode-se observar que os sistemas tratam a demolição de pavimento asfáltico de maneira distinta. Enquanto o SINAPI adota demolição do pavimento com uso de serra e escavadeira, o SICRO também faz uso da serra, mas adota o martelete rompedor para execução da intervenção. Além disso, o SICRO também adiciona um custo fixo condicionado à deposição do material em caminhão basculante e adiciona o custo da mão de obra do servente.

A preço da CCU referencial do SINAPI é, conforme mostrado no total das tabelas 4.6 e 4.7, 99,7% superior ao referencial do SICRO. Sendo esta a maior diferença notada neste trabalho, tanto na metodologia de execução, quanto em percentual de valor.

4.2.4 Brita Graduada Simples

Conforme mostrado na Tabela 2.2, no par de número quatro, tanto SINAPI quanto SICRO quantificam a execução de base com brita graduada simples por m³ de serviço, portanto, não há nenhuma necessidade de ajuste para realização da análise comparativa. As tabelas 4.8 e 4.9 apresentam, portanto, a CCU analítica relativa à execução de base de BGS, respectivamente, no SINAPI e no SICRO.

Tabela 4.8 - CCU para o serviço de brita graduada simples – SINAPI
(Fonte: modificado – SINAPI, 2020)

SINAPI - 96396	**EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE BRITA GRADUADA SIMPLES - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019**	**M3**	**ÍNDICE**	**CUSTO UNITÁRIO**	**CUSTO UNITÁRIO TOTAL**	
5684	ROLO COMPACTADOR VIBRATÓRIO DE UM CILINDRO AÇO LISO, POTÊNCIA 80 HP, PESO OPERACIONAL MÁXIMO 8,1 T, IMPACTO DINÂMICO 16,15 / 9,5 T, LARGURA DE TRABALHO 1,68 M - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,00900	86,41	R$	0,78
5685	ROLO COMPACTADOR VIBRATÓRIO DE UM CILINDRO AÇO LISO, POTÊNCIA 80 HP, PESO OPERACIONAL MÁXIMO 8,1 T, IMPACTO DINÂMICO 16,15 / 9,5 T, LARGURA DE TRABALHO 1,68 M - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	0,02100	34,02	R$	0,71
5901	CAMINHÃO PIPA 10.000 L TRUCADO, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,8 M, POTÊNCIA 230 CV, INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,00200	167,72	R$	0,34
5903	CAMINHÃO PIPA 10.000 L TRUCADO, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,8 M, POTÊNCIA 230 CV, INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	0,02800	33,68	R$	0,94
5932	MOTONIVELADORA POTÊNCIA BÁSICA LÍQUIDA (PRIMEIRA MARCHA) 125 HP, PESO BRUTO 13032 KG, LARGURA DA LÂMINA DE 3,7 M - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,00800	129,20	R$	1,03
5934	MOTONIVELADORA POTÊNCIA BÁSICA LÍQUIDA (PRIMEIRA MARCHA) 125 HP, PESO BRUTO 13032 KG, LARGURA DA LÂMINA DE 3,7 M - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	0,02200	46,79	R$	1,03
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,03000	15,08	R$	0,45
96393	USINAGEM DE BRITA GRADUADA SIMPLES. AF_03/2020	M3	1,00000	107,78	R$	107,78
96463	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS, ESTATICO, PRESSAO VARIAVEL, POTÊNCIA 110 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,8/27 T, LARGURA DE ROLAGEM 2,30 M - CHP DIURNO. AF_06/2017	CHP	0,00400	115,27	R$	0,46
96464	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS, ESTATICO, PRESSAO VARIAVEL, POTÊNCIA 110 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,8/27 T, LARGURA DE ROLAGEM 2,30 M - CHI DIURNO. AF_06/2017	CHI	0,02600	45,96	R$	1,19
				TOTAL	**R$**	**114,72/M³**

Tabela 4.9 - CCU para o serviço de brita graduada simples – SICRO
(Fonte: modificado – SICRO, 2020)

4011276 - SICRO	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL	M3	ÍNDICE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO UNITÁRIO TOTAL	
E9571	CAMINHÃO TANQUE COM CAPACIDADE DE 10.000L - 188KW	CHI	0,005831	48,63	R$	0,28
E9571	CAMINHÃO TANQUE COM CAPACIDADE DE 10.000L - 188KW	CHP	0,003004	196,29	R$	0,59
E9514	DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS AUTOPROPELIDO - 130KW	CHP	0,008835	174,13	R$	1,54
E9762	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS AUTOPROPELIDO DE 27T - 85KW	CHI	0,003092	58,57	R$	0,18
E9762	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS AUTOPROPELIDO DE 27T - 85KW	CHP	0,005743	126,71	R$	0,73
E9530	ROLO COMPACTADOR LISO AUTOPROPELIDO VIBRATÓRIO DE 22T - 97KW	CHI	0,004241	54,05	R$	0,23
E9530	ROLO COMPACTADOR LISO AUTOPROPELIDO VIBRATÓRIO DE 22T - 97KW	CHP	0,004594	132,71	R$	0,61
P9824	SERVENTE	H	0,008835	15,56	R$	0,14
6416040	USINAGEM DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL EM USINA DE 300T/H - CAMINHÃO BASCULANTE 10M3	M3	1,000000	156,26	R$	156,26
6416040	USINAGEM DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL EM USINA DE 300T/H - CAMINHÃO BASCULANTE 10M3	T	2,200000	1,74	R$	3,83
				TOTAL	**R$**	**164,39/M³**

Ambas as composições são dotadas dos serviços de rolo compactador liso, rolo compactador de pneus, caminhão pipa ou tanque e usinagem de brita graduada. A metodologia difere-se quanto ao espalhamento do agregado: o SINAPI utiliza espalhamento por motoniveladora e o SICRO opta por utilizar o distribuidor de agregados autopropelido. A mão de obra adotada por ambos os sistemas é o servente e o material utilizado é a brita graduada comercial.

O custo de referência deste serviço no SINAPI é 30,2% inferior ao encontrado no SICRO, conforme total indicado pelos 4.8 e 4.9.

4.2.5 Imprimação

Quanto ao serviço de imprimação, conforme apresentado pela coluna “unidade da base de dados” da Tabela 4.1, do item 4.1, vê-se que esse serviço é medido em unidades de metros quadrados (m²) tanto no SINAPI, quanto no SICRO, portanto, não há necessidade de adequação

das unidades das CCU em análise. Entretanto, o SICRO não contém em toda sua base de dados, o custo unitário do insumo “Asfalto Diluído CM-30”, que será adotado, para fins desta análise comparativa, igual ao preço do mesmo insumo, extraído da Tabela SINAPI – R$4.620,00/t). As tabelas 4.10 e 4.11 apresentam as CCU de imprimação, respectivamente, obtidas no SINAPI e no SICRO.

Tabela 4.10 - CCU analítica para o serviço de imprimação com asfalto diluído – SINAPI (Fonte: modificado – SINAPI, 2020)

SINAPI - 96401	**EXECUÇÃO DE IMPRIMAÇÃO COM ASFALTO DILUIDO CM-30**	**M2**	**ÍNDICE**	**CUSTO UNITÁRIO**	**CUSTO UNITÁRIO TOTAL**
5839	VASSOURA MECÂNICA REBOCÁVEL COM ESCOVA CILÍNDRICA, LARGURA ÚTIL DE VARRIMENTO DE 2,44 M - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,00200	4,79	R$ 0,01
5841	VASSOURA MECÂNICA REBOCÁVEL COM ESCOVA CILÍNDRICA, LARGURA ÚTIL DE VARRIMENTO DE 2,44 M - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	0,00400	2,28	R$ 0,01
41901	ASFALTO DILUIDO DE PETROLEO CM-30 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS)	T	0,00120	4620,00	R$ 5,54
83362	ESPARGIDOR DE ASFALTO PRESSURIZADO, TANQUE 6 M3 COM ISOLAÇÃO TÉRMICA, AQUECIDO COM 2 MAÇARICOS, COM BARRA ESPARGIDORA 3,60 M, MONTADO SOBRE CAMINHÃO TOCO, PBT 14.300 KG, POTÊNCIA 185 CV - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,00100	167,91	R$ 0,17
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,00600	15,08	R$ 0,09
89035	TRATOR DE PNEUS, POTÊNCIA 85 CV, TRAÇÃO 4X4, PESO COM LASTRO DE 4.675 KG - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,00200	100,57	R$ 0,20
89036	TRATOR DE PNEUS, POTÊNCIA 85 CV, TRAÇÃO 4X4, PESO COM LASTRO DE 4.675 KG - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	0,00400	24,33	R$ 0,10
91486	ESPARGIDOR DE ASFALTO PRESSURIZADO, TANQUE 6 M3 COM ISOLAÇÃO TÉRMICA, AQUECIDO COM 2 MAÇARICOS, COM BARRA ESPARGIDORA 3,60 M, MONTADO SOBRE CAMINHÃO TOCO, PBT 14.300 KG, POTÊNCIA 185 CV - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,00500	34,89	R$ 0,17
				TOTAL	**R$ 6,29**

Tabela 4.11 - CCU analítica para o serviço de imprimação com asfalto diluído – SICRO (Fonte: modificado – SICRO, 2020)

4011351 - SICRO	**IMPRIMAÇÃO COM ASFALTO DILUIDO**	**M2**	**ÍNDICE**	**CUSTO UNITÁRIO**	**CUSTO UNITÁRIO TOTAL**	
E9509	CAMINHÃO TANQUE DISTRIBUIDOR DE ASFALTO COM CAPACIDADE DE 6.000L - 7kW/136kW	CHP	0,00089	159,57	R$	0,14
E9558	TANQUE DE ESTOCAGEM DE ASFALTO COM CAPACIDADE DE 30.000L	CHP	0,00089	15,43	R$	0,01
P9824	SERVENTE	H	0,00178	15,56	R$	0,03
M0104	ASFALTO DILUIDO CM-30	T	0,00120	4620,00	R$	5,54
				TOTAL	**R$**	**5,73**

As duas composições de custo unitárias adotam a mão de obra do servente, como responsável pela execução dos serviços, bem como também adotam o mesmo material, o asfalto diluído CM-30. A execução adotada é similar, utilizando do espargimento do ligante asfáltico para realização da impermeabilização, porém são adotados equipamentos distintos. O SICRO opta por trabalhar com caminhões tanque, tanto para estocagem quanto para distribuição do ligante, já o SINAPI utiliza espargidores e tanques de estocagem rebocáveis, que necessitam de um trator agrícola para que seja feita a movimentação dos aparelhos.

A diferença de custo unitário total final entre as CCU foi de R$0,56 ou 9,90% superior no sistema SINAPI. Vale ressaltar que o preço do insumo asfalto diluído é a utilização do valor do SINAPI para completar a CCU do SICRO tem influência relevante no cálculo final deste preço.

4.2.6 Pintura de ligação

Assim como visto na análise da CCU de imprimação, para pintura de ligação, na coluna "unidade da base de dados" da Tabela 4.1, do item 4.1, vê-se que esse serviço é medido em unidades de metros quadrados (m²) tanto no SINAPI, quanto no SICRO, portanto, não há necessidade de adequação das unidades das CCU em análise. Da mesma forma também, o SICRO não contém em toda sua base de dados, o custo unitário do insumo "Emulsão Asfáltica RR-2C". Adotou-se, portanto, para fins desta análise comparativa, igual ao preço do mesmo insumo, extraído da Tabela SINAPI – R$2.500,00/t). As tabelas 4.12 e 4.13 apresentam as CCU de imprimação, respectivamente, obtidas no SINAPI e no SICRO.

Tabela 4.12 - CCU analítica para o serviço de pintura de ligação – SINAPI
(Fonte: modificado – SICRO, 2020)

SINAPI - 96402	EXECUÇÃO DE PINTURA DE LIGAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C.	M2	ÍNDICE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO UNITÁRIO TOTAL
5839	VASSOURA MECÂNICA REBOCÁVEL COM ESCOVA CILÍNDRICA, LARGURA ÚTIL DE VARRIMENTO DE 2,44 M - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,00200	4,79	R$ 0,01
5841	VASSOURA MECÂNICA REBOCÁVEL COM ESCOVA CILÍNDRICA, LARGURA ÚTIL DE VARRIMENTO DE 2,44 M - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	0,00400	2,28	R$ 0,01
41903	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-2C PARA USO EM PAVIMENTACAO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS)	T	0,00045	2500,00	R$ 1,13
83362	ESPARGIDOR DE ASFALTO PRESSURIZADO, TANQUE 6 M3 COM ISOLAÇÃO TÉRMICA, AQUECIDO COM 2 MAÇARICOS, COM BARRA ESPARGIDORA 3,60 M, MONTADO SOBRE CAMINHÃO TOCO, PBT 14.300 KG, POTÊNCIA 185 CV - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,00010	167,91	R$ 0,02
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,00600	15,08	R$ 0,09
89035	TRATOR DE PNEUS, POTÊNCIA 85 CV, TRAÇÃO 4X4, PESO COM LASTRO DE 4.675 KG - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,00200	100,57	R$ 0,20
89036	TRATOR DE PNEUS, POTÊNCIA 85 CV, TRAÇÃO 4X4, PESO COM LASTRO DE 4.675 KG - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	0,00400	24,33	R$ 0,10
91486	ESPARGIDOR DE ASFALTO PRESSURIZADO, TANQUE 6 M3 COM ISOLAÇÃO TÉRMICA, AQUECIDO COM 2 MAÇARICOS, COM BARRA ESPARGIDORA 3,60 M, MONTADO SOBRE CAMINHÃO TOCO, PBT 14.300 KG, POTÊNCIA 185 CV - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,00500	34,89	R$ 0,17
				TOTAL	**R$ 1,72**

Tabela 4.13 - CCU analítica para o serviço de imprimação com asfalto diluído – SICRO
(Fonte: modificado – SICRO, 2020)

4011353 - SICRO	PINTURA DE LIGAÇÃO	M2	ÍNDICE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO UNITÁRIO TOTAL	
E9509	CAMINHÃO TANQUE DISTRIBUIDOR DE ASFALTO COM CAPACIDADE DE 6.000L - 7kW/136kW	CHP	0,00067	159,57	R$	0,11
E9558	TANQUE DE ESTOCAGEM DE ASFALTO COM CAPACIDADE DE 30.000L	CHP	0,00133	15,43	R$	0,02
P9824	SERVENTE	H	0,00133	15,56	R$	0,02
M1946	EMULSÃO ASFALTICA RR-2C	T	0,00045	2500,00	R$	1,13
				TOTAL	**R$**	**1,27**

De maneira análoga ao comparativo de imprimação, as duas composições de custo unitárias adotam a mão de obra do servente, como responsável pela execução dos serviços, bem como também adotam o mesmo material, emulsão asfáltica RR-2C. A execução é similar em ambos os sistemas, utilizando do espargimento do ligante asfáltico, porém são adotados equipamentos distintos. Assim como adotado para imprimação, para pintura de ligação o SICRO opta por trabalhar com caminhões tanque, tanto para estocagem quanto para distribuição do ligante, já o SINAPI utiliza espargidores e tanques de estocagem rebocáveis, que necessitam de um trator agrícola para que seja feita a movimentação dos aparelhos.

Comparando os custos unitários total finais de cada uma das CCU encontramos uma diferença de R$0,45 a mais para o preço do SINAPI, o que representa uma variação de 35,4% em relação ao preço adotado pelo SICRO.

4.2.7 Camada de Rolamento

O último serviço da reconstrução de pavimento é a camada de rolamento. As tabelas 4.14 e 4.15 a seguir mostram, respectivamente, a CCU analítica deste serviço no SINAPI e no SICRO. A medição recomendada do serviço é realizada em metros cúbicos de CBUQ por ambas as bases de dados e, portanto, podem ser diretamente comparadas sem necessidade de ajuste em seus índices. Porém, o SICRO não contém em toda sua base de dados, o custo unitário do insumo "Massa Asfáltica Comercial – Capa de rolamento", que é o CBUQ utilizado para pavimentação. Portanto, adotar-se-á a mesma convenção dos itens 4.2.5 e 4.2.6, nos quais foram utilizados o valor referencial do SINAPI para completar a tabela. O valor adotado para o m³ de CBUQ na CCU do SICRO foi de R$326,00.

As tabelas 4.16 e 4.17, a seguir, apresentam os serviços com seus respectivos índices de RUP, CUM e EFE, além do preço dos insumos que compões esta CCU.

Tabela 4.14 – CCU analítica para o serviço de camada de rolamento – SINAPI
(Fonte: modificado – SINAPI, 2020)

SINAPI - 95995	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO COM APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO, CAMADA DE ROLAMENTO - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE	M3	ÍNDICE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO UNITÁRIO TOTAL
1518	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUQ) PARA PAVIMENTACAO ASFALTICA, PADRAO DNIT, FAIXA C, COM CAP 50/70 - AQUISICAO POSTO USINA	T	2,5548000	326,53	R$ 834,22
5835	VIBROACABADORA DE ASFALTO SOBRE ESTEIRAS, LARGURA DE PAVIMENTAÇÃO 1,90 M A 5,30 M, POTÊNCIA 105 HP CAPACIDADE 450 T/H - CHP DIURNO. AF_11/2014	CHP	0,0464000	241,36	R$ 11,20
5837	VIBROACABADORA DE ASFALTO SOBRE ESTEIRAS, LARGURA DE PAVIMENTAÇÃO 1,90 M A 5,30 M, POTÊNCIA 105 HP CAPACIDADE 450 T/H - CHI DIURNO. AF_11/2014	CHI	0,0949000	91,51	R$ 8,68
88314	RASTELEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,1301000	14,21	R$ 16,06
91386	CAMINHÃO BASCULANTE 10 M3, TRUCADO CABINE SIMPLES, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 230 CV INCLUSIVE CAÇAMBA METÁLICA - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,0464000	144,13	R$ 6,69
95631	ROLO COMPACTADOR VIBRATORIO TANDEM, ACO LISO, POTÊNCIA 125 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,20/11,65 T, LARGURA DE TRABALHO 1,73 M - CHP DIURNO. AF_11/2016	CHP	0,0805000	123,53	R$ 9,94
95632	ROLO COMPACTADOR VIBRATORIO TANDEM, ACO LISO, POTÊNCIA 125 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,20/11,65 T, LARGURA DE TRABALHO 1,73 M - CHI DIURNO. AF_11/2016	CHI	0,0607000	43,02	R$ 2,61
96155	TRATOR DE PNEUS COM POTÊNCIA DE 85 CV, TRAÇÃO 4X4, COM VASSOURA MECÂNICA ACOPLADA - CHI DIURNO. AF_02/2017	CHI	0,1071000	26,51	R$ 2,84
96157	TRATOR DE PNEUS COM POTÊNCIA DE 85 CV, TRAÇÃO 4X4, COM VASSOURA MECÂNICA ACOPLADA - CHP DIURNO. AF_03/2017	CHP	0,0341000	104,84	R$ 3,58
96463	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS, ESTATICO, PRESSAO VARIAVEL, POTÊNCIA 110 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,8/27 T, LARGURA DE ROLAGEM 2,30 M - CHP DIURNO. AF_06/2017	CHP	0,0419000	115,28	R$ 4,83
96464	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS, ESTATICO, PRESSAO VARIAVEL, POTÊNCIA 110 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,8/27 T, LARGURA DE ROLAGEM 2,30 M - CHI DIURNO. AF_06/2017	CHI	0,0990000	45,97	R$ 4,55
				TOTAL	**R$ 905,20**

Tabela 4.15 - CCU analítica para o serviço de camada de rolamento – SICRO (Fonte: modificado – SICRO, 2020)

4011464 - SICRO	**CONCRETO ASFALTICO - FAIXA C - MASSA COMERCIAL**	**M3**	**ÍNDICE**	**CUSTO UNITÁRIO**	**CUSTO UNITÁRIO TOTAL**
E9762	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS AUTOPROPELIDO DE 27T - 85KW	CHP	0,01711	126,71	R$ 2,17
E9762	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS AUTOPROPELIDO DE 27T - 85KW	CHI	0,00699	58,57	R$ 0,41
E9681	ROLO COMPACTADOR LISO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPELIDO DE 10,4T - 82KW	CHP	0,01976	160,24	R$ 3,17
E9681	ROLO COMPACTADOR LISO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPELIDO DE 10,4T - 82KW	CHI	0,00434	56,99	R$ 0,25
E9545	VIBROACABADORA DE ASFALTO SOBRE ESTEIRAS	CHP	0,02410	168,50	R$ 4,06
P9824	SERVENTE	H	0,19277	15,56	R$ 3,00
M0783	MASSA ASFALTICA COMERCIAL - CAPA DE ROLAMENTO	T	2,40000	326,00	R$ 782,40
M0783	CAMINHÃO BASCULANTE 10M³ - MASSA ASFALTICA COMERCIAL	T	2,40000	9,58	R$ 22,99
				TOTAL	**R$ 818,44**

O material utilizado para camada de rolamento em ambas as composições de custo é o CBUQ. As composições diferem em relação à mão de obra adotada para o serviço, o SINAPI adota o rasteleiro e o SICRO o servente. Quanto aos equipamentos utilizados, ambas as composições fazem uso do rolo compactador vibratório liso, rolo compactador de pneus, caminhão basculante de estocagem e vibroacabadora e, além desses, o SINAPI adiciona o trator com vassoura acoplada.

Conforme mostrado pelas tabelas 4.16 e 4.17, vê-se uma diferença de R$86,76 entre os totais unitários, o que representa uma variação de 10,6% a mais para o SINAPI. Vale ressaltar que o Preço do Insumo “Massa Asfáltica” na composição do SICRO foi adotado com o mesmo da tabela SINAPI e, para fins de uma comparação ainda mais representativa, deveria ser fornecido pelo SICRO.

4.3 COMPARATIVO DE CUSTOS

Conforme mencionado na metodologia deste trabalho, o comparativo de custos será realizado a partir de dois orçamentos, um feito com as CCU extraídas do SINAPI e do SICRO, a partir da EAP estabelecida pela tabela 4.1 e quantitativos de projeto determinados para a execução de um metro quadrado de reconstrução de pavimento.

4.3.1 EAP e Quantitativos de Projeto

A EAP do serviço de M&R, reconstrução de pavimento, escolhida para este comparativo de custos, foi citada no item 2.31 e endossada na tabela 4.1 do item 2.3.2 deste trabalho e consiste também dos serviços totais das CCU analisadas anteriormente no item 4.2.

Os quantitativos de projetos, segundo a metodologia deste trabalho, representarão o reparo de um metro quadrado de pavimento. A EAP e os respectivos quantitativos dos serviços ficam, portanto, dispostos conforme a tabela 4.18 a seguir.

Tabela 4.16 - EAP e Quantitativos de projeto para M&R de Reconstrução (Fonte: autor)

EAP	UND	QUANTIDADE
FRESAGEM DE CAPA (e=5cm)	M³	0,05
TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª/2ª CAT. EM RODOVIA PAVIMENTADA. ATÉ 15KM) (e=5cm + 15cm e dmt = 15km)	M³xKM	0,75
DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO FLEXIVEL (e=5cm)	M³	0,05
BRITA GRADUADA SIMPLES (e=15cm)	M³	0,15
IMPRIMAÇÃO	M²	1,00
PINTURA DE LIGAÇÃO	M²	1,00
CAMADA DE ROLAMENTO (FAIXA C) (e=5cm)	M³	0,05

Para os serviços que não são quantificados em metros quadrados, foram adotados os fatores descritos na tabela 4.18, a fim de adequar a medida proposta do reparo. Portanto, ao serviço de fresagem de capa, demolição de pavimento flexível, brita graduada simples e camada de rolamento foram adotadas espessuras iguais a cinco centímetros (5cm) e para o serviço de transporte de material foi adotada espessura de quinze centímetros e distância máxima de transporte igual a quinze quilômetros.

4.3.2 Custos dos serviços

Valendo-se dos quantitativos de projeto levantados no item anterior, foi realizada a formação dos custos dos serviços. Realizada a partir desses quantitativos e aplicados aos valores finais das CCU selecionadas no SINAPI e no SICRO, foram calculados o valor total SINAPI e o valor total SICRO.

A tabela 4.19 contém os valores e o cálculo realizado para se obterem os valores finais do serviço de reconstrução pelos dois sistemas escolhidos.

Tabela 4.17 – Orçamentos de Reconstrução de Pavimento pelos sistemas SINAPI e SICRO. (Fonte: autor)

EAP	UND	QTD	UNITÁRIO SINAPI	TOTAL SINAPI	UNITÁRIO SICRO	TOTAL SICRO
FRESAGEM DE CAPA (e=5cm)	M³	0,05	R$ 97,03	R$ 4,85	R$ 49,75	R$ 2,49
TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª/2ª CAT. EM RODOVIA PAVIMENTADA. ATÉ 15KM)	M³xKM	0,75	R$ 0,95	R$ 0,72	R$ 0,99	R$ 0,74
DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO ASFALTICO (e=5cm)	M³	0,05	R$ 86,65	R$ 4,33	R$ 43,39	R$ 2,17
BRITA GRADUADA SIMPLES (e=15cm)	M³	0,15	R$ 114,72	R$ 17,21	R$ 164,39	R$ 24,66
IMPRIMAÇÃO	M²	1,00	R$ 6,29	R$ 6,29	R$ 5,73	R$ 5,73
PINTURA DE LIGAÇÃO	M²	1,00	R$ 1,72	R$ 1,72	R$ 1,27	R$ 1,27
CAMADA DE ROLAMENTO (FAIXA C) (e=5cm)	M³	0,05	R$ 905,20	R$ 45,26	R$ 818,44	R$ 40,92
			VALOR TOTAL SINAPI	**R$ 80,39**	**VALOR TOTAL SICRO**	**R$ 77,98**

Aplicando os unitários relativos a cada CCU aos quantitativos de projeto estabelecidos, foram obtidos os valores totais do SICRO e do SINAPI da tabela 4.17. Houve uma variação total de R$2,41 a mais no cálculo realizado com as CCU do SINAPI, o que representa 3,1% no valor final do cálculo.

4.4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A fim de compilar as informações obtidas nos itens anteriores, a tabela 4.18 apresenta os valores relativos a todas as CCU analisadas, separadas por sua base de dados de origem e mostra a diferença em reais entre cada CCU e a diferença final.

Tabela 4.18 - Compilação da diferença de valores de cada CCU e diferença total (Fonte: autor)

EAP	TOTAL SINAPI		TOTAL SICRO		DIFERENÇA (Δ)	
FRESAGEM DE CAPA (e=5cm)	R$	4,85	R$	2,49	R$	2,36
TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª/2ª CAT. EM RODOVIA PAVIMENTADA. ATÉ 15KM)	R$	0,72	R$	0,74	-R$	0,02
DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO FLEXIVEL (e=5cm)	R$	4,33	R$	2,17	R$	2,16
BRITA GRADUADA SIMPLES (e=15cm)	R$	17,21	R$	24,66	-R$	7,45
IMPRIMAÇÃO	R$	6,29	R$	5,73	R$	0,57
PINTURA DE LIGAÇÃO	R$	1,72	R$	1,27	R$	0,45
CAMADA DE ROLAMENTO (FAIXA C) (e=5cm)	R$	45,26	R$	40,92	R$	4,34
VALOR FINAL	**R$**	**80,39**	**R$**	**77,98**	**R$**	**2,41**

Os valores de Δ foram calculados, na tabela 4.18, como TOTAL SINAPI – TOTAL SICRO, portanto valores negativos de Δ representam uma CCU mais conservadora no SICRO, enquanto valores positivos significam que o SINAPI foi mais conservador em seus valores.

Das sete composições em análise, apenas uma teve valor inferior no SINAPI, em relação ao SICRO. O fato de o SINAPI ter se mostrado mais conservador na maioria das CCU, acarretou no valor 3,1% superior ao final da análise.

5 CONCLUSÕES

A análise proposta nessa monografia buscou apresentar como diferentes sistemas referenciais de custos tratam uma mesma proposta de serviço de conservação de pavimento. Essa apreciação, baseada no serviço de reconstrução de um trecho de pavimento obtido da literatura de referência, foi realizada através da seleção das composições de custo unitárias que caracterizassem a execução do serviço proposto, análise qualitativa da metodologia de execução e análise quantitativa de custos.

Assim, foi fomentada a análise comparativa de composições de custos a partir dos sistemas SICRO e SINAPI. Não foram avaliados critérios técnicos dos serviços propostos em cada CCU, apenas analisadas suas estruturas e os custos a elas associados.

A análise qualitativa das CCU de fresagem de capa, transporte de materiais de 1ª/2ª categoria, brita graduada simples, imprimação, pintura de ligação e camada de rolamento retornou, em sua maioria, metodologias similares de execução. As principais diferenças notadas foram associadas à escolha dos equipamentos utilizados para cumprimento dos trabalhos. Destacou-se deste grupo a CCU de demolição de pavimento flexível, que adotou um processo executivo e, consequentemente, diferentes equipamentos quando comparados os dois referenciais.

Do ponto de vista quantitativo, houve divergências em todos os valores unitários das composições de custo analisadas. Destaca-se a menor variação, obtida no serviço de transporte de materiais de 1ª/2ª categoria, de apenas 4% superior no SICRO em relação ao SINAPI. Já a maior variação foi notada no serviço de demolição de pavimento flexível, onde foi verificado um custo unitário no SINAPI 99,7% superior ao visto no SICRO.

A ausência de preço de insumos betuminosos no SICRO nas composições de imprimação, pintura de ligação e camada de rolamento influenciou na análise de custo destas composições. Para finalidade de comparação de custos, seria ideal a obtenção dos valores a partir da mesma metodologia que os demais insumos. A replicação do preço do insumo advindo do SINAPI é correta, mas causa uma distorção nos valores obtidos.

O impacto no custo unitário final do serviço de reconstrução de pavimento, que embasou esta análise, foi obtido através do orçamento para execução de 1m² de reabilitação, valendo-se das CCU já analisadas anteriormente e quantitativos de projeto que caracterizaram o reparo

unitário. O orçamento utilizando a base SINAPI retornou um valor de R$80,39/m², já o realizado com a base SICRO apresentou valor de R$77,98, uma variação relativa de 3,1% a mais utilizando a base SINAPI.

Tanto na análise individual das diferenças de valores de cada CCU, quanto no impacto no custo unitário final, o SINAPI apresentou resultados mais conservadores. Apenas as CCU de transporte de materiais e brita graduada simples indicaram valores superiores no SICRO, as demais tiveram valores mais elevados no SINAPI.

Pode-se associar os resultados mais conservadores da base SINAPI à sua origem e uso indicado em seu manual. Por se tratar de um sistema utilizado para obras urbanas, as fontes de dados de entrada do processo orçamentário são diferentes dos adotados pelo SICRO, que é utilizado para obras de infraestrutura geral, sejam elas urbanas ou não.

É obrigação do engenheiro orçamentista levar em consideração todas essas variáveis quando na incumbência da orçamentação de qualquer obra, pois estas irão oscilar a depender do escopo da obra, prazo de execução, clima, disponibilidade de matéria prima, dentre outros fatores. Cabe ao orçamentista a sensibilidade de analisar os itens destacados nesta monografia, as metodologias de execução, os índices de produtividade de equipamentos e mão de obra e o consumo de materiais, e selecionar aqueles que mais se adequam à realidade da obra orçada, a fim de gerar orçamentos mais assertivos.

Por fim, vale ressaltar que as bases SINAPI e SICRO são poderosos referenciais de custos e serviços, mas apresentam a finalidade de subsidiar análises de serviços e tomadas de decisão do engenheiro orçamentista. De forma alguma, segundo recomendação de ambos os sistemas, os índices neles contidos devem ser replicados sem que exista um estudo prévio que comprove sua aplicabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013. Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 9 de abril de 2013.

BRASIL, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Coordenação-Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes**. 1ª Edição - Brasília, 2017.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Gerência de Pavimentos**. – Rio de Janeiro, 2011. 189p. (IPR. Publ. 745).

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. **Caderno de Transportes** 2018. <http://canaldoservidor.infraestrutura.gov.br/images/2019/Documentos/Transportes_2018_-_web.pdf>. Acesso em 29/09/2019.

BRASIL, Tribunal de Contas da União, **Documento de Orientação – Adsup 3/2012 – Classificação ABC**, 2012. Disponível em: <portal.tcu.gov.br> Acesso em 30/12/2020.

CAIXA, **SINAPI – Referências de preços e custos**, 2020. Disponível em <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>. Acesso em 13/10/2020.

CARR, Robert I., Fellow, ASCE. **Cost-Estimating Principles**. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 115, No. 4, pp. 545-551, December, 1989. ©ASCE

EMMITT, S. e YEOMANS, D. **Specifying buildings - a design management perspective**, *Oxford: Butterworth-Heinemann*, 2001.

HASSANEIN, A.A.G. and KHALIL, B.N.L. (2006), **Building Egypt 1 – a general indicator cost index for the Egyptian construction industry**, *Cost Engineering*, Vol. 50, No. 5, pp. 18-26. 2006.

ILOS. **Custos Logísticos no Brasil.** 2014. Disponível em: < https://www.ilos.com.br/web/custos-logisticos-no-brasil/>. Acesso em 29/09/2019.

KERN, A.P.; FORMIGA, A.S.; FORMOSO, C.T. **Considerações sobre o fluxo de informações entre os setores de orçamento e produção em empresas construtoras**. In: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais**. São Paulo: ANTAC, 2004.

MARCHIORI, Fernanda Fernandes. **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composições de custo para orçamentação de obras de edificações** / F.F. Marchiori. -- ed.rev. -- São Paulo, 2009. 237 p. Tese (Doutorado) – Escola Politecnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamento de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. São Paulo: Pini, 2006. 281 p.

MENESES, Susana., FERREIRA, Adelino. **Flexible pavement maintenance programming considering the minimisation of maintenance and rehabilitation costs and the maximisation of the residual value of pavements.** *International Journal of Pavement Engineering,* Vol. 16, No. 7, pp. 571-586, 2015.

MONTES, M., FALCÓN, R., RAMÍREZ, A. **Estimating building construction costs: analysis of the processbased budget model,** *Revista Ingeniería de Construcción (English Version),* Vol. 31, No 1, pp. 17-25, 2016.

PEDROZO, Lúcia Gonçalves. **Custos da Infra-estrutura rodoviária – Análise e Sistematização,** Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Porto Alegre, 2001.

REIS, C. C. C. et. al., **Construção civil: análise do comportamento da mão de obra e da produtividade na cidade de Santa Maria (RS),** Revista Cientifica Hermes, No. 17, pp. 167-183, 2017.

SEELEY, I. H. e WINFIELD, R. **Building quantities explained** (5th Ed.), London: Macmillan and Co. Ltd, 1999.

SHAMSULHADI et. al. **Review on the fundamental usage of Bills of Quantities (BQ) by contracting organisation**, *Australasian Journal of Construction Economics and Building,* Vol 14, No. 1, pp. 118-131, 2014.

SILVA, M.B. **O conceito de custo direto na área de orçamento de obras,** 2005**.** Disponível em: <www.mozart1.com.br\artigos>. Acesso em 15/11/2019

SINAPI. **Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil** / Caixa Econômica Federal. – 8ª Ed. – Brasília: CAIXA, 2020.

SOUZA, U.E.L. de. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado**. 1996. 280p. Tese (Doutorado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

TEICHOLZ, Paul. **Forecasting Final Cost and Budget of Construction Projects.** *Journal of Computing in Civil Engineering,* Vol. 7, No. 4, pp. 511-529, Outubro de 1993.

ZANCHETTA, Fábio. **Sistema de gerência de pavimentos urbanos**: Avaliação de campo, modelo de desempenho e análise econômica 2017 – Tese (Doutorado) – Programa de pós-graduação em Engenharia de Transportes – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2017.

ZHANG, Ruixi. XING, Jinding. YE, Kunhui. LU, Weisheng. SHAN, Youngwei. **Synchronicity of global construction cost indexes.** *Engineering, Construction and Architectural Management,* Vol. 26, No. 3, pp. 367-385, 2019.