



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA ZONA SUL
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

JOÃO VICTOR ALVES CARDOSO MELO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA DE TRANSPORTE NO PREÇO DE
OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO**

TERESINA

2026

JOÃO VICTOR ALVES CARDOSO MELO

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA DE TRANSPORTE NO PREÇO DE
OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Engenharia Civil do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus Teresina Zona Sul

Orientador: Prof. Marcia Costa Santos.

TERESINA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Melo, João Victor Alves Cardoso

M528a Avaliação da influência da distância de transporte no preço de obras de
pavimentação em paralelepípedo / João Victor Alves Cardoso Melo. - 2026.
67 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) -
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus
Teresina Zona Sul, 2026.

Orientador : Prof Esp. Marcia Costa Santos.

1. pavimentação em paralelepípedo. 2. distância de transporte. 3.
orçamentos de obras públicas. 4. momento de transporte . I.Título.

CDD - 624

Elaborado por Rudney do Carmo Paz CRB 3/1117

JOÃO VICTOR ALVES CARDOSO MELO

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA DE TRANSPORTE NO PREÇO DE
OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina
Zona Sul.

Aprovada em: 26 / 01 / 2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Márcia Costa Santos (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Hamifrancy Brito Meneses
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Matias Francisco Gomes de Sales
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico este trabalho a minha mãe,
Rosilania e ao meu irmão, João Marcello.
Obrigado por todo o apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por toda a força que me deu durante a escrita desse trabalho. Agradeço, de todo o meu coração a minha mãe, Rosilania e ao meu irmão João Marcello, por todo o apoio e auxílio que me deram nessa etapa da minha graduação, agradeço também pela compreensão que tiveram por mim nesse período. Muito obrigado.

Agradeço a minha família, aos meus avós, Dona Fátima e Seu Paulino, ao meu tio Flávio e a minha madrinha Jocilane (Dadau), por todo o incentivo que me deram e por serem o meu abrigo nas horas difíceis, e agradeço a Deus por ter colocado eles em minha vida. Agradeço aos meus amigos que fiz durante minha graduação, Liones, Amanda e Igor, pelos momentos bons e ruins que passamos, e especialmente, a minha namorada Maria Gabriela, por me apoiar e estar comigo nas horas que mais precisei.

Agradeço também a todas as pessoas com quem vivenciei e me fizeram chegar até agora, aos professores do IFPI e aos profissionais da área com quem trabalhei, agradeço a estes pela experiência na Engenharia Civil e aqueles, por me introduzirem na área que me fascina.

Agradeço especialmente, aquelas pessoas que não vejo diariamente, mas em certos momentos durante minha vida acadêmica foram muito importantes para a tomada de decisão e postura na minha vida pessoal e profissional.

Quero agradecer também, a minha orientadora Márcia por ter aceitado me ajudar na elaboração desse trabalho e por todas as conversas que tivemos durante ela. E, em particular, ao professor Ailton, por ao longo de toda a graduação sempre está a disposição dos alunos, e especificamente, durante a disciplina de TCC, pela compreensão e entendimento da situação dos alunos.

Deus, dai-nos a força de ajudar o progresso, a fim de subirmos até vós, dai-nos a caridade pura, dai-nos a fé e a razão, dai-nos a simplicidade que fará de nossas almas o espelho onde se deve refletir a Vossa divina imagem.

Cáritas

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar a influência da distância de transporte da pedra paralelepípedo no preço final de obras públicas de pavimentação no Estado do Piauí. A pesquisa foi motivada pela relevância desse tipo de pavimento na infraestrutura urbana piauiense e pelo elevado volume de investimentos destinados a essas obras no contexto estadual, evidenciado pela Nota Técnica nº 01/2024 do Tribunal de Contas do Estado do Piauí, o que demandou um olhar técnico mais apurado sobre os custos que compõem essas intervenções. Os dados foram obtidos a partir de orçamentos, projetos e memoriais de cálculo de obras de pavimentação em paralelepípedo disponibilizados no Mural de Licitações do TCE-PI, considerando-se contratos licitados no período posterior à publicação da referida Nota Técnica. Foram analisados exclusivamente os contratos que apresentaram o transporte da pedra orçado por meio do momento de transporte, permitindo a comparação entre as distâncias adotadas e a representatividade percentual desse serviço no valor global das obras. A análise estatística demonstrou correlação positiva entre essas variáveis, permitindo a proposição de equações empíricas de referência que expressam a influência da distância no preço do transporte da pedra paralelepípedo para a realidade do Estado do Piauí, concluindo-se que a distância de transporte é um fator determinante na composição do custo das obras de pavimentação em paralelepípedo.

Palavras-chave: pavimentação em paralelepípedo; distância de transporte; orçamentos de obras públicas; momento de transporte

ABSTRACT

This study aimed to analyze the influence of the transportation distance of cobblestones on the final price of public paving works in the State of Piauí, Brazil. The research was motivated by the relevance of this type of pavement in the urban infrastructure of the state and by the high volume of investments allocated to such works in the regional context, as evidenced by Technical Note No. 01/2024 issued by the Court of Accounts of the State of Piauí, which required a more detailed technical assessment of the costs that compose these interventions. Data were obtained from budgets, projects, and cost calculation reports of cobblestone paving works made available on the TCE-PI Bidding Portal, considering contracts tendered after the publication of the aforementioned Technical Note. Only contracts in which stone transportation was budgeted through the transportation moment were analyzed, allowing the comparison between the adopted distances and the percentage representativeness of this service in the total contract value. Statistical analysis demonstrated a positive correlation between these variables, enabling the proposition of empirical reference equations that express the influence of distance on the transportation cost of cobblestones for the reality of the State of Piauí. It is concluded that transportation distance is a determining factor in the cost composition of cobblestone paving works.

Keywords: Transportation distance; Material transportation; Public works budgeting; Transportation moment.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01	- Representatividade Geral da Análise Preliminar	52
Gráfico 02	- Representatividade Específica da Análise Preliminar	53
Gráfico 03	- Representatividade Geral da Análise Subsequente	58
Gráfico 04	- Representatividade Específica da Análise Subsequente	58
Gráfico 05	- Representatividade Geral da Análise Padronizada	59
Gráfico 06	- Representatividade Específica da Análise Padronizada	60
Gráfico 07	- Representatividade Geral para Áreas até 5.000 m ²	62
Gráfico 08	- Representatividade Específica para Áreas até 5.000 m ²	62
Gráfico 09	- Representatividade Geral para Áreas entre 5.000 m ² e 1.000 m ² ...	63
Gráfico 10	- Representatividade Específica para Áreas entre 5.000 m ² e 1.000 m ²	64
Gráfico 11	- Representatividade Geral para Áreas superiores a 10.000 m ²	65
Gráfico 12	- Representatividade Específica para Áreas a superiores a 10.000 m ²	65

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	-	Seção Transversal do Pavimento	22
Figura 02	-	Estrutura do Pavimento Rígido	23
Figura 03	-	Estrutura do Pavimento Flexível	23
Figura 04	-	Assentamento Normal de Pavimentação em Paralelepípedo	24
Figura 05	-	Mapa Geológico do Estado do Piauí	25
Figura 06	-	Resistência à Compressão Uniaxial (Mpa) – RCU	29
Figura 07	-	Representação do Transporte de Material	36
Figura 08	-	Árvore de Fatores	40
Figura 09	-	Fluxograma da Delimitação da Amostra	43
Figura 10	-	Plataforma Mural de Licitações TCE/PI	44
Figura 11	-	Aplicação dos Filtros de Pesquisa	45
Figura 12	-	Resultados da Filtragem	45
Figura 13	-	Localização dos Arquivos do Contrato no Mural de Licitações	46
Figura 14	-	Método 01 para Cálculo do Momento de Transporte	50
Figura 15	-	Método 02 para Cálculo do Momento de Transporte	51
Figura 16	-	Método 03 para Cálculo do Momento de Transporte	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	-	Formação de Preço	36
Tabela 02	-	SICRO Massas Específicas Soltas Referenciais	38
Tabela 03	-	Contratos Analisados no Período Proposto de 2024	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras
SINAPI	Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil
TCE-PI	Tribunal de Contas do Estado do Piauí

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

R\$ Reais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	JUSTIFICATIVA	17
3	OBJETIVOS	18
3.1	OBJETIVO GERAL	18
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4	REFERÊNCIAL TEÓRICO	19
4.1	PAVIMENTAÇÃO COM PEDRA PARALELEPÍPEDO	19
4.1.1	HISTÓRIA DA PAVIMENTAÇÃO	19
4.1.2	CONCEITO DE PAVIMENTO	20
4.1.3	PAVIMETAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO	23
4.2	GEOLOGIA DO PIAUÍ	25
4.2.1	BACIAS SEDIMENTARES E FORMAÇÕES GEOLÓGICAS PRESENTES NO PIAUÍ	25
4.2.2	CARACTERIZAÇÃO DE ROCHAS UTILIZADAS PARA PRODUÇÃO DE PARALELEPÍPEDOS NO PIAUÍ.....	27
4.3	ORÇAMENTAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS	30
4.3.1	ORÇAMENTO, ORÇAMENTAÇÃO E CONCEITOS	30
4.3.2	BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS (BDI)	34
4.3.3	MOMENTO DE TRANSPORTE	36
4.3.4	COMPOSIÇÕES DE CUSTO DO TRANSPORTE (SICRO e SINAPI)	37
4.3.5	SISTEMAS DE REFERÊNCIA PARA A ORÇAMENTAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS	40

5.0	METODOLOGIA DA PESQUISA	41
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	41
5.2	DELIMITAÇÃO DA AMOSTRA	42
5.3	LEVANTAMENTO DE DADOS	44
6.0	RESULTADOS	48
6.1	MÉTODOS IDENTIFICADOS PARA O CÁLCULO DO MOMENTO DE TRANSPORTE	49
6.1.1	Método 01: baseado em tonelada-quilômetro (txkm).....	49
6.1.2	Método 02: Método baseado em metro cúbico-quilômetro (m³xkm) ...	50
6.1.3	Método 03: Método simplificado baseado em parâmetros geométricos globais	51
6.2	ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS LEVANTADOS	51
6.3	OCORRÊNCIAS DE VARIAÇÕES NO SERVIÇO DE TRANSPORTE	54
6.4	ANÁLISE APÓS O TRATAMENTO DA AMOSTRA	57
6.5	ANÁLISE POR FAIXAS DE ÁREAS PAVIMENTADAS	61
7.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
	REFERÊNCIAS	69
	APÊNDICE A - PLANILHA DO LEVANTAMENTO DAS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO	71
	APÊNDICE B - PLANILHA DE ANÁLISE PRELIMINAR	77
	APÊNDICE C - PLANILHA DE ANÁLISE SUBSEQUENTE	79
	APÊNDICE D - PLANILHA DE ANÁLISE PADRONIZADA	80

**APÊNDICE E - PLANILHA DE ANÁLISE PADRONIZADA POR
FAIXAS**

81

1 INTRODUÇÃO

A infraestrutura urbana exerce papel fundamental no desenvolvimento das cidades, influenciando diretamente a mobilidade, o bem-estar social e a dinâmica econômica dos municípios. Dentre os elementos que compõem essa infraestrutura, a pavimentação se destaca como um dos investimentos públicos mais recorrentes, especialmente em regiões que ainda buscam consolidar padrões mínimos de acessibilidade e conforto urbano. No contexto brasileiro, a pavimentação com pedra paralelepípedo é amplamente utilizada por apresentar baixo custo de manutenção, facilidade de execução e durabilidade satisfatória, características que a tornam uma alternativa técnica e economicamente viável para vias urbanas e rurais.

No Estado do Piauí, obras públicas de pavimentação em paralelepípedo representam uma parcela significativa dos recursos aplicados por Prefeituras e Secretarias Estaduais na melhoria da infraestrutura viária. Entretanto, o valor total dessas obras sofre influência de diversos fatores, entre os quais se destaca o transporte dos materiais utilizados. Em particular, o deslocamento das pedras paralelepípedo desde a jazida até o local da obra é um componente que impacta diretamente o orçamento global desse tipo de obra, variando de acordo com a distância percorrida.

Diante desse cenário, compreender como a distância entre o local da obra e a jazida de pedra paralelepípedo afeta o custo do transporte e, consequentemente, o preço final das obras públicas, torna-se um aspecto relevante não apenas sob o ponto de vista técnico, mas também sob a perspectiva da gestão eficiente dos recursos públicos. A análise desse impacto é importante para que os engenheiros orçamentistas dos órgãos públicos possam adotar critérios mais precisos ao elaborar planilhas de custos, evitando distorções que comprometam o planejamento financeiro das prefeituras e dos órgãos responsáveis.

2 JUSTIFICATIVA

A relevância das obras de pavimentação em paralelepípedo no Estado do Piauí é evidenciada, inclusive, pela atuação do Tribunal de Contas do Estado do Piauí (TCE-PI), que, por meio da Nota Técnica nº 01/2024, realizou uma análise abrangente das contratações relacionadas a esse tipo de obra, analisando o preço da pedra

paralelepípedo utilizada em obras públicas, diante de suspeitas de superfaturamento.

Conforme dados consolidados pelo órgão de controle, entre os anos de 2017 e 2023, o Estado do Piauí investiu aproximadamente R\$ 1,17 bilhão em obras de pavimentação em paralelepípedo, de um total de R\$ 5,01 bilhões gastos com obras e instalações, o que representa cerca de 23,18% desse montante. Tal medida reforça a importância e o volume de investimentos destinados a esse tipo de obra no contexto estadual, demonstrando a necessidade de um olhar técnico mais apurado sobre os custos que compõem essas intervenções e evidenciando a relevância da pavimentação em paralelepípedo para o cenário das obras públicas piauienses.

Nesse contexto, dentre os serviços que compõem o orçamento dessas obras, o transporte da pedra paralelepípedo destaca-se por seu caráter oneroso e por sua forte dependência da distância adotada entre a jazida e o local da obra. A variação desse parâmetro influencia diretamente o peso percentual do serviço de transporte no valor final da pavimentação, podendo alterar de forma significativa o valor global orçado. Nesse sentido, torna-se fundamental apresentar aos engenheiros orçamentistas, gestores públicos e órgãos de controle a influência da variação da distância nos custos de transporte, de modo a subsidiar a elaboração de orçamentos mais consistentes e aderentes à gestão eficiente de recursos públicos.

3 OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar, de forma comparativa, como a distância adotada entre o local da obra até a jazida do insumo paralelepípedo influenciou no momento de transporte que é orçado no preço final das obras públicas de pavimentação do Estado do Piauí.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar as distâncias de transporte adotadas entre a jazida e o local das obras nos orçamentos de pavimentação em paralelepípedo licitados em 2024.
- Identificar a metodologia empregada nos orçamentos públicos para calcular o momento de transporte da pedra paralelepípedo.
- Quantificar a representatividade, em percentual, do serviço de transporte

da pedra em relação ao valor final da obra licitada.

- Analisar estatisticamente a relação entre a distância e o peso percentual do serviço de transporte no valor final das obras, avaliando o grau de correlação e a relevância dessa variável.
- Apresentar os resultados através de equações empíricas de referência que expressem a influência da distância no preço do transporte da pedra paralelepípedo para a realidade do Estado do Piauí, direcionadas a engenheiros orçamentistas e gestores de órgãos públicos.

4 REFERÊNCIAL TEÓRICO

4.1 PAVIMENTAÇÃO COM PEDRA PARALELEPÍPEDO

4.1.1 HISTÓRIA DA PAVIMENTAÇÃO

Umas das primeiras estradas pavimentadas tem origem ainda na região do Egito Antigo, datada anos antes da época de Cristo, onde, segundo Bernucci et al. (2008), já se utilizavam superfícies preparadas com pedras ajustadas para facilitar o transporte de materiais e deslocamentos essenciais para a construção das pirâmides (2.600-2.400 a.C.). Mais tarde, os romanos desenvolveram esse conceito em um sistema mais estruturado, empregando camadas sobrepostas de materiais compactados e blocos de pedra, estabelecendo uma técnica que permitia melhor distribuição de cargas, maior durabilidade das vias e melhor desempenho no tráfego de pessoas, animais e mercadorias. Esse avanço romano marcou a primeira aplicação sistemática que iria, futuramente, fundamentar os princípios da pavimentação moderna (Bernucci, 2008).

No Brasil, um dos primeiros registros de infraestrutura viária é o caminho aberto em 1560, ligando São Vicente ao planalto de Piratininga, posteriormente recuperado como Estrada do Mar, cuja pavimentação com lajes de granito no século XVIII evidencia os primeiros esforços estruturados de melhoria das vias terrestres. Outras rotas históricas, como a Estrada Real — utilizada para o transporte de ouro no século XVIII — e a Estrada de Rodagem União e Indústria, de 1860, sendo a primeira a empregar macadame como base, mostram avanços graduais no uso de revestimentos mais adequados ao tráfego. Apesar dessas iniciativas, apenas no século XX com a

expansão dos automóveis, a criação do Ministério da Viação e Obras Públicas e, posteriormente, do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), que foi impulsionado a adoção de técnicas mais modernas de pavimentação (Bernucci, 2008).

Mesmo com o avanço de novas tecnologias de pavimentação – como a utilização do asfalto e do concreto – o uso do paralelepípedo permanece ainda comum nos dias de hoje. Esse tipo de pavimento foi introduzido pelos portugueses no Brasil Colonial, afim de facilitar o transporte de ouro e a locomoção no interior do país (Sampaio, 2016). Essa técnica é ainda bastante encontrada em municípios de pequeno e médio porte, das regiões interioranas do País, isso por que, segundo Sampaio (2016), não apenas melhora a qualidade das vias, reduzindo problemas como poeira e lama, mas também impulsionando o desenvolvimento socioeconômico, facilitando o transporte de pessoas, bens e serviços, o que consequentemente atrai investimentos, fortalece o comércio local e melhora a qualidade de vida da população beneficiada daquela região.

4.1.2 CONCEITO DE PAVIMENTO

De acordo com Balbo (2007), o pavimento é uma estrutura composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais compactados a partir do subleito do corpo estradal, com o objetivo de atender estrutural e operacionalmente o tráfego, de maneira durável e ao menor custo possível, considerando diferentes horizontes para os serviços de manutenção preventiva, corretiva e de reabilitação, obrigatórios.

Bernucci et al (2008), caracteriza o pavimento como uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas construída sobre o subleito, conferido técnica, economicidade e proporcionando uma maior resistência para suportar os esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima. Além de fornecer aos usuários melhores condições de trafegabilidade para os que se beneficiam da rodovia.

Já de acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2007), o pavimento de uma rodovia é a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentadas sobre uma infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é chamada de subleito. Tais camadas são compostas por materiais de diferentes resistências e deformabilidades a fim de suportarem as tensões provenientes do tráfego, e as transmitirem ao solo de forma que não prejudiquem a estrutura do pavimento.

Terminologias

De acordo com o Manual de Pavimentação, tem-se a definição de alguns conceitos que ajudarão na compreensão desse e dos demais subtópicos (DNIT, 2006):

a) Pavimento - é a estrutura construída após a terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente em seu conjunto, a:

- Resistir a distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos do tráfego;
- Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e conforto;
- Resistir aos esforços horizontais (desgaste), tomando mais durável a superfície de rolamento.

b) Subleito - é o terreno de fundação do pavimento;

c) Leito - é a superfície obtida pela terraplenagem ou obra-de-arte e conformada ao seu greide e perfis transversais;

d) Greide do leito - é o perfil do eixo longitudinal do leito;

e) Regularização - é a camada posta sobre o leito, destinada a conformá-lo transversal e longitudinalmente de acordo com as especificações; a regularização não constitui, propriamente uma camada de pavimento, sendo, a rigor, uma operação que pode ser reduzida em corte do leito implantado ou em sobreposição a este, de camada com espessura variável;

f) Reforço do subleito - é uma camada de espessura constante, posta por circunstâncias técnico-econômicas, acima da de regularização, com características geotécnicas inferiores ao material usado na camada que lhe for superior, porém melhores que o material do subleito;

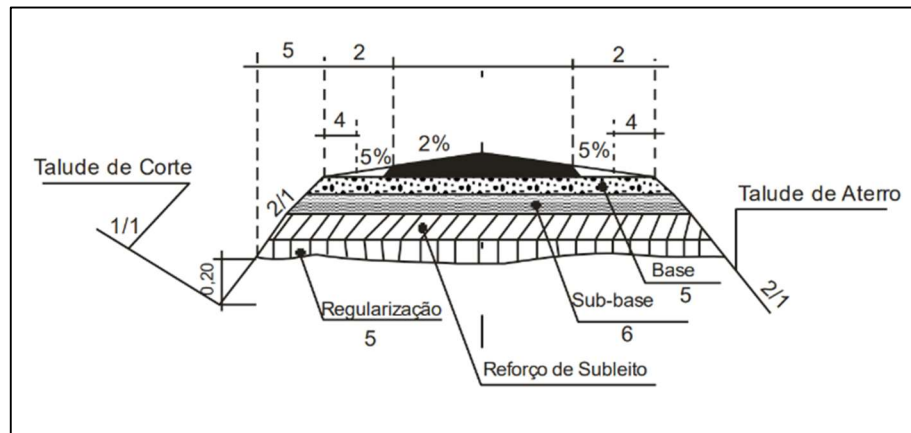
g) Sub-base - é a camada complementar à base, quando por circunstâncias técnico-econômicas não for aconselhável construir a base diretamente sobre regularização;

h) Base - é a camada destinada a resistir e distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se constrói o revestimento;

i) Revestimento - é a camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos e destinada a melhorá-la, quanto

à comodidade e segurança e a resistir ao desgaste.

Figura 1: Seção Transversal do Pavimento



Fonte: DNIT, 2006

Classificação de pavimento

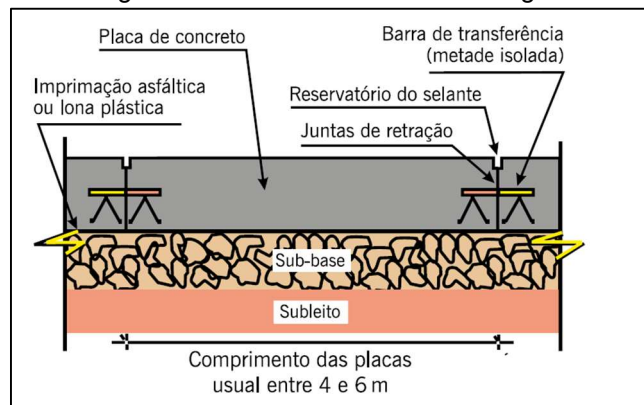
Segundo o manual de pavimentação do DNIT, os pavimentos são classificados como flexíveis, rígidos e semirrígido.

Os pavimentos flexíveis são pavimentos que abaixo do revestimento, geralmente asfáltico, são constituídos por camadas de materiais granulares, solos, solos-agregados e entre outros (Bernucci, 2008). Cujo essas camadas sofrem uma deformação elástica significativa quando submetidas a um carregamento aplicado, dessa forma, tal carga é distribuída em parcelas aproximadamente equivalente entre as camadas (DNIT, 2006).

Os pavimentos rígidos, conhecidos como pavimentos de concreto-cimento são aqueles em que o revestimento é uma placa de concreto de cimento Portland (Bernucci, 2008), e este revestimento absorve em grande parte todas as tensões provenientes do carregamento aplicado (DNIT, 2006).

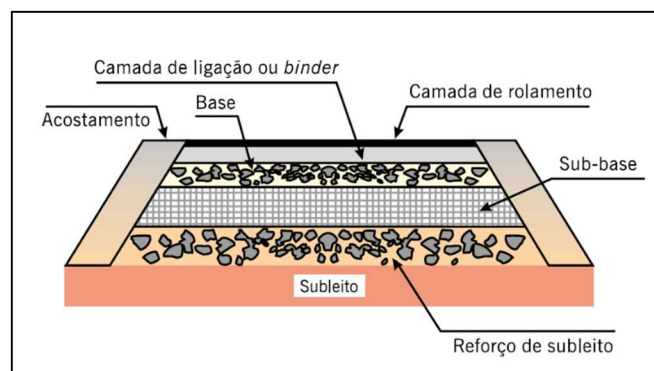
Já os pavimentos semirrígidos, caracterizam-se por conterem abaixo do revestimento, a base ou sub-base compostas por materiais cimentados ou algum aglutinante com propriedades cimentícias (DNIT, 2006).

Figura 2: Estrutura do Pavimento Rígido



Fonte: Bernnuci, 2008

Figura 3: Estrutura do Pavimento Flexível

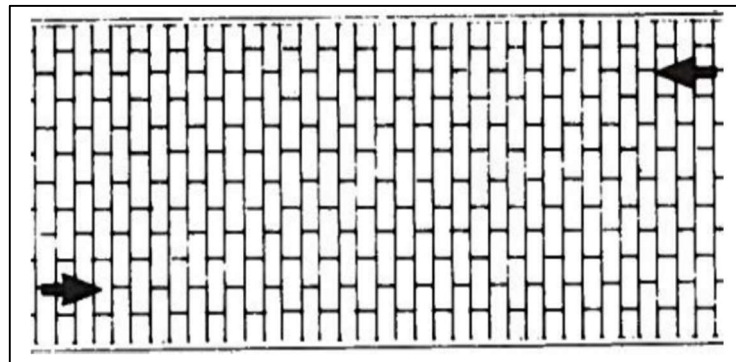


Fonte: Bernnuci, 2008

4.1.3 PAVIMETAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO

De acordo as normas do DNIT (2007), o pavimento com paralelepípedo é classificado, estruturalmente, como um pavimento flexível, devido ao modo como as cargas são distribuídas bloco a bloco assemelhando-se ao pavimento asfáltico. A pavimentação desse tipo é constituída por blocos regulares assentados sobre um colchão de regularização formado de material granular apropriado, geralmente um colchão de areia, onde as juntas entre os paralelepípedos podem ser preenchidas com o próprio material do colchão de regularização, pedrisco, materiais ou misturas betuminosas ou com argamassa de cimento Portland.

Figura 4: Assentamento Normal de Pavimentação em Paralelepípedo



Fonte: MINEROPAR, 1983

Ainda segundo o DNIT (2007), esse tipo de revestimento pode ser extraído de rochas com diferentes mineralogias, sendo os mais comuns os constituídos de blocos de granito, gnaiss ou basalto. E segundo a realidade de obras dessa natureza no estado do Piauí, os blocos da pavimentação em paralelepípedo também podem ser de arenito (TCE-PI, 2024).

Apesar de antigo, um manual feito pela Secretaria de Estado da Indústria e do Comércio do Estado do Paraná, em parceria com a Minerais do Paraná S/A (MINEROPAR), em 1983, apresentou um manual técnico que ainda serve de base para a conceituação, execução e exemplificação da pavimentação em paralelepípedo. Segundo esse manual “os pavimentos constituídos por pedra assumem vantagens mais evidentes onde os volumes de tráfego são pequenos, as condições geométricas ou de drenagem são muito exigentes, e os subleitos muito fracos” (MINEROPAR, 1983, p. 12). Ademais, tais vantagens apresentam-se ainda pela execução desse tipo de pavimento não requerer mão-de-obra especializada ou equipamentos sofisticados e, excluindo as falhas ou insuficiências das camadas inferiores do pavimento, a superfície de rolamento constituída por esse tipo de revestimento pode apresentar uma duração relativamente elevada (MINEROPAR, 1983).

O Caderno Técnico do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI) para o serviço de execução de pavimento em paralelepípedo, seja com rejuntamento de pé do pedra, de pedrisco e emulsão asfáltica ou de argamassa, segue o mesmo passo a passo de execução: sobre a base finalizada, constrói-se o colchão de areia por meio do lançamento e espalhamento de uma camada solta e uniforme de areia ou pó de pedra; e após isso inicia-se o assentamento manual dos paralelepípedos, de modo que mantenham o espaçamento entre si de, no máximo, 15

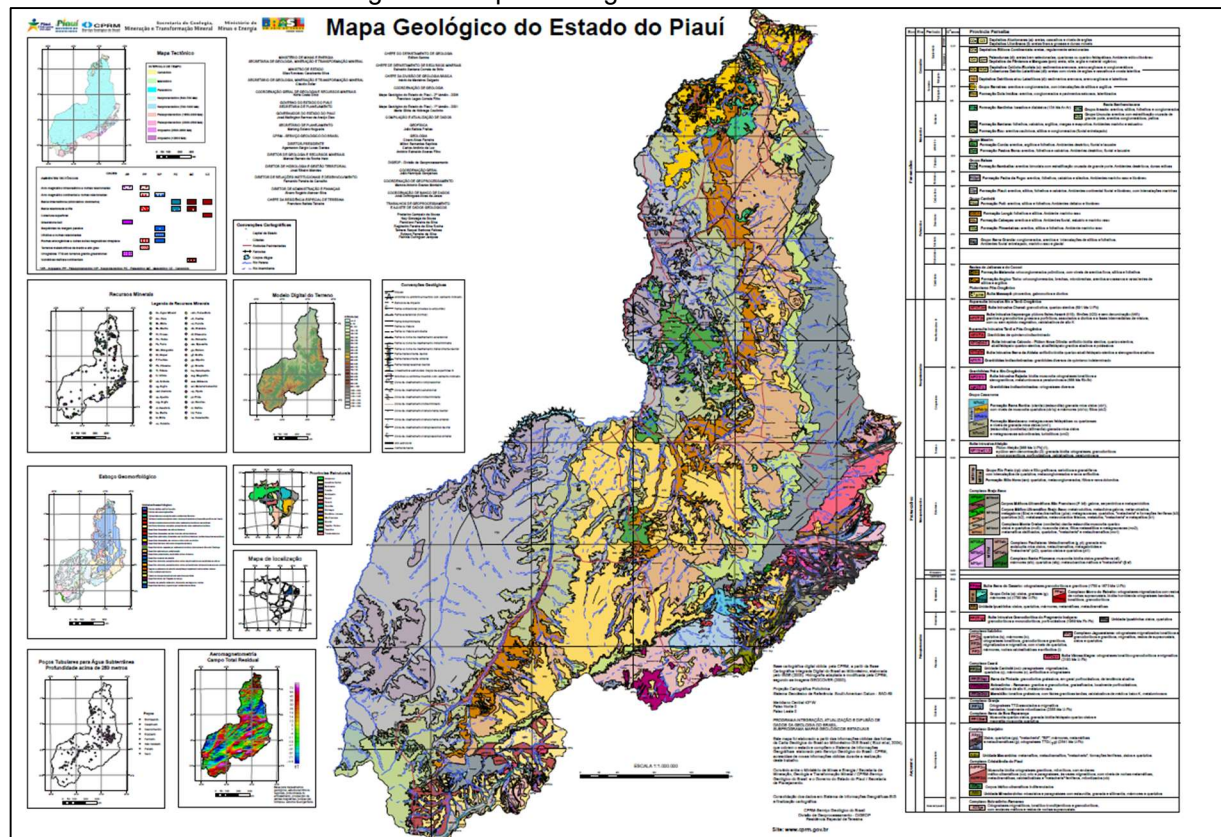
mm; logo, compacta-se a área do pavimento com o emprego de rolo liso e o rejuntamento é feito com o material escolhido pelo tipo descrito a cima (SINAPI, 2023).

No aspecto sócio econômico, segundo a MINEROPAR (1983), a pavimentação em paralelepípedo emprega em todas as suas fases materiais e mão-de obra locais, não exigindo alta qualificação e nem mobilização em equipamentos sofisticados, dessa forma mantendo a maior parte dos recursos financeiros investidos desse tipo de intervenção circulando na própria região, consequentemente promovendo um efeito multiplicador destes investimentos muito mais intenso e imediato. Ao contrário de soluções mais elaboradas que necessitam de máquinas, homens e materiais, oriundos de fora da região na maioria das vezes.

4.2 GEOLOGIA DO PIAUÍ

4.2.1 BACIAS SEDIMENTARES E FORMAÇÕES GEOLÓGICAS PRESENTES NO PIAUÍ

Figura 5: Mapa Geológico do Estado do Piauí



Fonte: CPRM, 2010

O território piauiense é estruturado predominantemente pela Bacia Sedimentar do Parnaíba, cuja extensão recobre a maior parte do centro-norte do estado (CPRM, 2010). O mapa geológico evidencia essa predominância ao apresentar amplas faixas sedimentares representadas pelos grupos Serra Grande, Canindé e Balsas, além das formações Pimenteiras, Cabeças, Longá, Poti, Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba, que ocupam a maior parte da superfície territorial (Lima, Leite, 1978). Essas unidades correspondem a sucessões paleozoicas e mesozoicas depositadas em um grande sistema intracratônico, caracterizado por espessas pilhas de arenitos, siltitos, folhelhos, calcários e rochas evaporíticas (CPRM, 2010). A relação entre essas formações demonstra a longa história sedimentar da região, marcada por variações ambientais que vão de sistemas fluviais e deltaicos a ambientes marinhos rasos e desertos, conforme documentado nos estudos estratigráficos do estado (CPRM, 2010).

Nesse sentido, o conceito de bacias sedimentares é apresentado como grandes depressões da crosta terrestre onde ocorre a acumulação contínua de sedimentos ao longo de ciclos geotectônicos específicos (Santos, 2023). Conforme destaca o levantamento estratigráfico das bacias brasileiras, elas se configuram como áreas subsidentes que funcionam simultaneamente como sítios deposicionais, registrando a interação entre processos tectônicos, sedimentares e climáticos ao longo do tempo geológico (Milani et al., 2007). Essas estruturas podem acumular milhares de metros de espessas sequências sedimentares e magmáticas, refletindo múltiplas fases de evolução tectono-termal e fornecendo importante registro da história geológica regional.

Além da Bacia do Parnaíba, o mapa geológico do Piauí registra a presença de outras unidades sedimentares, como o Grupo Barreiras, distribuído no litoral e no baixo Parnaíba, formado por arenitos mal consolidados, argilas e depósitos ferruginosos do Terciário. Há a ocorrência expressiva de depósitos quaternários, incluindo sedimentos fluviais, lacustres, eólicos e marinhos, que moldam as planícies e superfícies recentes do estado (CPRM, 2010). Em sua porção sudoeste, o Piauí apresenta ainda áreas de influência marginal das unidades areníticas da Bacia Sanfranciscana, como o Grupo Urucuia, evidenciadas no mapa por extensas manchas de arenitos avermelhados que marcam a transição entre o domínio sedimentar do Parnaíba e o embasamento cristalino. Assim, a distribuição dessas unidades confirma a diversidade litológica e deposicional presente no estado, refletindo a evolução sedimentar ao longo de diferentes períodos geológicos (CPRM, 2010).

O mapa geológico mostra que o Piauí também abriga extensas áreas de embasamento cristalino, principalmente nas regiões sudeste e extremo norte. Nesses locais afloram rochas ígneas e metamórficas como granitos, gnaisses, quartzitos, xistos e mármore, representadas graficamente pelas unidades dos complexos Sobradinho-Remanso, Santa Filomena, Paulistana, Casa Nova e Cristalândia do Piauí. Essas rochas são remanescentes do embasamento pré-cambriano vinculado à Província Borborema, tendo grande relevância para recursos minerais devido à sua elevada resistência e durabilidade (CPRM, 2010). Essa distribuição irregular entre domínios cristalinos e sedimentares explica o relevo contrastante do estado, marcado por serras e chapadas.

4.2.2 CARACTERIZAÇÃO DE ROCHAS UTILIZADAS PARA PRODUÇÃO DE PARALELEPÍPEDOS NO PIAUÍ

As rochas utilizadas na produção de paralelepípedos no Piauí refletem a combinação entre o arcabouço geológico do estado e a disponibilidade regional de litologias capazes de serem talhadas e empregadas em pavimentação (Lages, 1997). Segundo a Geodiversidade do Piauí, o território estadual é dominado pela Bacia Sedimentar do Parnaíba, onde ocorrem extensas unidades areníticas como as Formações Cabeças, Longá, Pimenteiras e Pedra de Fogo, que afloram amplamente em chapadas, mesas e relevos tabulares ao longo do estado (CPRM, 2010). A Nota Técnica N° 01/2024 do TCE-PI apresentou que a maior parte dos paralelepípedos encontrados nas vias piauienses é de origem arenítica regional, cuja extração ocorre de forma artesanal, com desmonte manual e talhamento direto em afloramentos, devido à presença de fraturas naturais que facilitam o corte. A resistência dos arenitos pode variar significativamente — de cerca de 2 MPa a 125 MPa — dependendo do grau de alteração e da cimentação, características comuns a rochas sedimentares expostas a intemperismo prolongado em clima semiárido (Vaz, 1996). Essa variabilidade é reconhecida por Santos (2023), que descreve os arenitos como rochas de resistência baixa a moderada, especialmente sensíveis às condições de alteração e cimentação.

Além dos arenitos, ocorrem no Piauí litologias ígneas e metamórficas que também podem ser utilizadas para fins de pavimentação, ainda que em menor escala, onde segundo Lages (1997), na região de Teresina e adjacências há depósitos

importantes de granitos, gnaisses, quartzitos e migmatitos, empregados principalmente como brita e em obras estruturais, mas que também podem, quando apresentam fraturamento favorável, ser utilizados para a fabricação de blocos e paralelepípedos.

Os granitos, embora não sejam o principal material para paralelepípedos no Piauí, aparecem em regiões de embasamento cristalino descritas por Lages (1997), onde são explorados principalmente para brita. Santos (2023) caracteriza os granitos como rochas ígneas intrusivas de elevada resistência, baixa porosidade e composição rica em quartzo e feldspatos, atributos que lhes conferem excelente durabilidade. Quando apresentam fraturamento compatível, os granitos podem ser talhados e utilizados como blocos, embora isso seja menos comum no território piauiense, tanto pela distribuição geológica quanto pela maior complexidade de extração quando comparados aos arenitos (Lages, 1997).

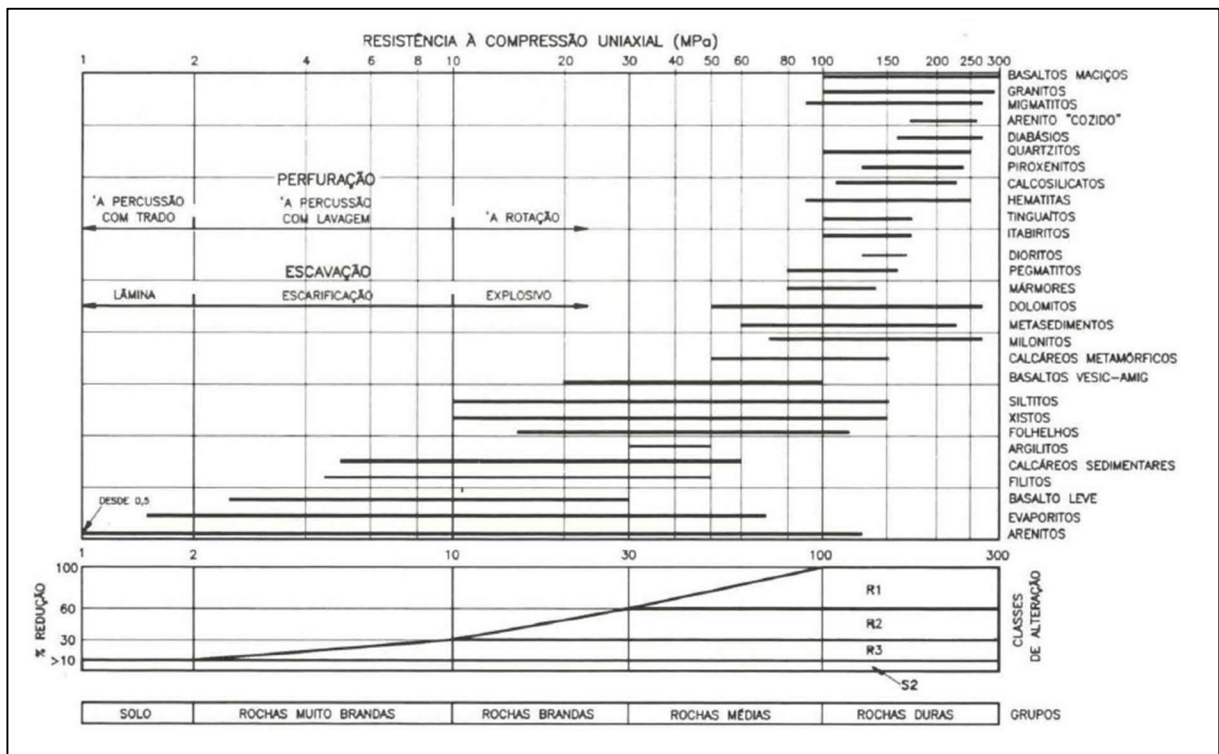
Os gnaisses, identificados em domínios de embasamento cristalino no sudeste e centro-norte do estado, são descritos por Lages (1997) como rochas metamórficas de grande heterogeneidade estrutural, que podem ser empregados para brita e, em condições favoráveis de fraturamento, para a produção de paralelepípedos. De acordo com Santos (2023) sua foliação marcante confere comportamento mecânico anisotrópico: dependendo da orientação das estruturas, podem ser resistentes ou apresentar planos de fraqueza. Contudo, assim como ocorre com os granitos, sua utilização em pavimentação no Piauí é limitada pela menor disponibilidade de jazidas e maior dificuldade de desmonte (Lages, 1997).

Os quartzitos, descritos como rochas extremamente resistentes, compostas essencialmente por quartzo recristalizado, apresentam grande durabilidade e são utilizados nacionalmente como material de revestimento e pavimentação de alta exigência (Santos, 2023). Ainda que ocorram no Piauí, seu uso é menos expressivo para paralelepípedos, devido à localização restrita de suas jazidas e à maior dificuldade de extração em comparação aos arenitos (Lages, 1997).

Quanto aos basaltos, Santos (2023) mostra que são rochas vulcânicas com grande variação de comportamento mecânico, podendo apresentar estruturas maciças, vesiculares ou amigdaloidais e sofrer alteração significativa pela formação de argilominerais expansivos. Embora basaltos sejam amplamente usados como brita em diferentes regiões do Brasil, seu papel na produção de paralelepípedos no Piauí é limitado, dado que sua ocorrência no estado é reduzida em comparação a outras

litologias e sua extração exige tecnologia mais especializada (Lages, 1997).

Figura 6: Resistência à Compressão Uniaxial (Mpa) - RCU



Fonte: VAZ, 1996

O gráfico de Resistência à Compressão Uniaxial (RCU) apresentado por Vaz (1996) evidencia a ampla variação de comportamento mecânico entre diferentes litologias, relacionando diretamente a resistência das rochas ao seu grau de alteração. Segundo o autor, rochas como basaltos maciços, granitos e quartzitos situam-se entre as mais resistentes, alcançando valores elevados de RCU, enquanto rochas sedimentares, especialmente os arenitos, apresentam grande amplitude de resistência em função da cimentação e da intensidade do intemperismo (Vaz, 1996). O gráfico também demonstra que a classificação das rochas em classes de alteração — R1, R2 e R3 — depende da resistência natural da rocha sã, o que permite estimar a redução percentual de resistência à medida que a alteração progride.

A partir dessa análise, Vaz (1996) destaca, com ênfase, a expressiva variabilidade dos arenitos, cuja resistência pode oscilar desde valores muito baixos até níveis compatíveis com rochas consideradas duras, sempre em função da cimentação e das condições ambientais que influenciam o intemperismo. Essa característica é particularmente relevante no contexto do Piauí, onde a pavimentação

em paralelepípedo utiliza predominantemente rochas areníticas, conforme apontado pela Nota Técnica N° 01/2024 do TCE-PI, o que implica reconhecer que a durabilidade e o desempenho dos pavimentos com revestimento em paralelepípedo dependem também dessa variabilidade intrínseca.

4.3 ORÇAMENTAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS

4.3.1 ORÇAMENTO, ORÇAMENTAÇÃO E CONCEITOS

Segundo Mattos (2006), o orçamento se trata do produto final, comparando-se ao um projeto de engenharia, já a orçamentação é o processo pelo qual se chega nesse produto final.

Para obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos orçamentários da união, o decreto N° 7.983 de 2013 da Presidência da República, determina como orçamento de referência o

detalhamento do preço global de referência que expressa a descrição, quantidades e custos unitários de todos os serviços, incluídas as respectivas composições de custos unitários, necessários à execução da obra e compatíveis com o projeto que integra o edital de licitação (Brasil, 2013, cap. I, art. 2, inc. VIII).

Afim de conceituação, a CAIXA define orçamento como:

a identificação, descrição, quantificação, análise e valoração de mão de obra, equipamentos, materiais, custos financeiros, custos administrativos, impostos riscos e margem de lucro desejada para adequada previsão do preço final de um empreendimento (SINAPI Metodologias e Conceitos, 2025, p. 21).

De acordo com a versão mais atualizada do Volume 1 – Metodologia e Conceitos do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes, o DNIT (2025) define os principais termos usados na etapa de orçamentação de uma obra, que serão importantes para o entendimento desse tópico:

A) Custo e despesa

O custo corresponde ao gasto associado diretamente à produção, ou seja,

relaciona-se a todos os insumos e, eventualmente, às estruturas de apoio necessárias à execução de um serviço ou de uma obra. Como exemplos, tem-se a mão de obra, os materiais, os equipamentos, o canteiro, a administração local e a mobilização e desmobilização.

A despesa, por outro lado, representa os dispêndios necessários à manutenção da operação da empresa executora de um serviço ou de uma obra, bem como à transferência de domínio do objeto contratado.

- Custo direto

O custo direto de uma obra representa a soma de todos os custos dos serviços necessários à sua execução. É obtido pelo produto das quantidades de insumos (equipamentos, mão de obra, materiais, atividades auxiliares e transportes) empregados nos serviços pelos seus respectivos valores.

- Custo indireto

O custo indireto de uma obra remunera os recursos e estruturas de apoio necessários à execução do objeto, tais como instalação e manutenção de canteiros de obras, instalações industriais, administração local, mobilização e desmobilização de equipamentos e pessoas.

- Custo total

A soma dos custos diretos e indiretos da obra representa o custo total da obra. No âmbito dos orçamentos referenciais, o custo total é denominado como custo global de referência.

- Custo unitário do serviço

O custo unitário de determinado serviço é o somatório dos dispêndios de todos os insumos necessários à execução de uma unidade de medida do serviço, sendo obtido por meio de uma Composição de Custo Unitário (CCU).

- Custo unitário de referência do serviço

Obtém-se o a partir dos custos unitários dos serviços divulgados pelo sistema de custos, acrescidos da pesquisa local de preços, em conjunto com respectivos transportes dos insumos, quando couberem, bem como dos parâmetros de projetos,

no âmbito de um orçamento específico.

- Custo total de referência do serviço

O custo total de referência do serviço é obtido a partir da multiplicação do quantitativo do item de serviço do orçamento por seu custo unitário de referência.

B) Preço de referência de insumos

O preço de referência de insumos pode assumir, a partir de decisão técnica do engenheiro orçamentista, os valores divulgados pelo sistema de custos, que pode ser designado como preço referencial de insumo SICRO, ou aqueles, eventualmente, obtidos a partir de pesquisa local.

C) Insumos

Os insumos correspondem aos itens mais elementares presentes em uma composição de custos unitários de um serviço. Usualmente, apresentam-se como equipamentos, categorias profissionais de mão de obra e materiais.

- Equipamentos

Os equipamentos consistem no conjunto de máquinas ou aparelhos, sejam eles mecanizados ou que necessitem de esforço humano para funcionamento, necessários à produção de um bem ou à execução de determinado serviço. O custo horário de um equipamento é definido por meio de seus custos de propriedade, manutenção e operação

- Mão de obra

A mão de obra consiste no conjunto de trabalhadores envolvidos diretamente na execução de determinado serviço, bem como na administração local, instalação e manutenção de canteiros de obras e mobilização e desmobilização de equipamentos e de pessoal. O custo desse insumo é obtido a partir do salário do trabalhador, expresso de forma horária ou mensal, acrescentando-se encargos inerentes a cada categoria profissional.

- Materiais

Os materiais correspondem à matéria-prima empregada na confecção de

determinado bem ou na execução de um serviço. Esses podem ser comercializados a granel, individualizados por meio de embalagens ou produzidos no local da obra, devendo atender às especificações particulares concernentes às propriedades de toda ordem técnica e construtiva. Os preços desses itens referem-se ao pagamento à vista e contemplam toda a carga tributária incidente.

D) Preço de referência do serviço

O preço de referência do serviço é o valor resultante da multiplicação do quantitativo do item de serviço do orçamento por seu preço unitário de referência. Esse, por sua vez, consiste no custo unitário do serviço acrescido da parcela de BDI.

E) Preço de venda

O preço de venda é aquele estabelecido com base nos custos totais do serviço ou da obra, ao qual o executor acrescenta as despesas correspondentes. No caso de orçamentos de obras, caracteriza-se pelo custo total acrescido das respectivas parcelas de BDI.

F) Composição de custos

A composição de custos constitui uma forma de apresentar, qualitativa e quantitativamente, os insumos necessários à realização de determinado serviço identificando os recursos necessários de forma a modelar a execução de determinado serviço a partir de um procedimento executivo específico e, eventualmente, segundo a especificação de serviço correspondente.

- Composição principal

As composições de custos principais são aquelas que representam os serviços essenciais em uma obra. Dessa forma, normalmente compõem a planilha orçamentária do projeto ou contrato, com incidência direta de BDI para formação do preço de venda e posterior medição e pagamento.

- Composição auxiliar

As composições de custos auxiliares modelam os custos de produtos ou de atividades comuns à execução de outro serviço, sendo apropriadas nas composições de custos principais. Essa prática confere racionalização à apresentação dos custos,

modelando partes específicas do serviço principal.

4.3.2 BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS (BDI)

Para o entendimento desse tópico, “em termos práticos, o BDI é o percentual que deve ser aplicado sobre o custo direto dos itens da planilha da obra para se chegar ao preço de venda.” (Mattos, 2006, p. 235).

Para o DNIT (2006), a taxa de Benefícios e Despesas Indiretas corresponde ao componente do orçamento aplicado sobre o custo da obra ou do serviço para a definição do seu preço final, tendo como finalidade contabilizar gastos que não aparecem de forma direta na planilha orçamentária, mas que são necessárias para a adequada composição do preço total do serviço ou do valor de venda da obra.

Dessa forma, o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) traz como cálculo para a obtenção do BDI, a seguinte equação:

$$\text{BDI (\%)} = \left(\frac{1 + [A - (E \times B) + E]}{1 - (B + C + D + F + G + H + I)} - 1 \right) \times 100$$

Onde:

BDI é o percentual de Benefícios e Despesas Indiretas;

A é a taxa de administração central;

E é a taxa de lucro;

B é a taxa de despesas financeiras;

C é a taxa de riscos;

D é a taxa de seguros e garantias contratuais;

F é a alíquota de PIS;

G é a alíquota da COFINS;

H é a alíquota de ISSQN;

I é a alíquota da CPRB.

O Manual do DNIT METODOLOGIA E CONCEITOS, agrupa analiticamente cada parcela que constitui a taxa de Benefícios e Despesas Indiretas da seguinte forma:

Despesas Indiretas

- Administração Central;
- Despesas Financeiras
- Seguros e Garantias Contratuais
- Riscos.

Lucro

Tributos

- PIS
- COFINS
- ISSQN
- CPRB

Para o Caderno de METODOLOGIAS E CONCEITOS do SINAPI, 10ª edição, de 2025, BDI é o instrumento que transforma o custo da obra em preço, ao incorporar todas as parcelas que não fazem parte do custo direto de execução, mas que são indispensáveis para a viabilidade econômica do contrato. No entanto “para entender o processo de formação de preço de uma obra e da composição e aplicação do BDI nos orçamentos é necessário compreender a diferença entre custo, despesa e preço”. (SINAPI, 2025, p. 25).

O custo compreende-se como o gasto correspondente à produção de determinado bem ou serviço; as despesas, sendo os gastos que decorrem da atividade empresarial e podem ser fixas ou variáveis em função do volume de produção; e por último, o preço, cujo é a quantia final paga pelo órgão ou comprador por determinado bem ou serviço prestado (SINAPI, 2025). Dessa forma, o SINAPI apresenta uma tabela para a elucidação desses termos, logo abaixo:

Tabela 1: Formação de Preço

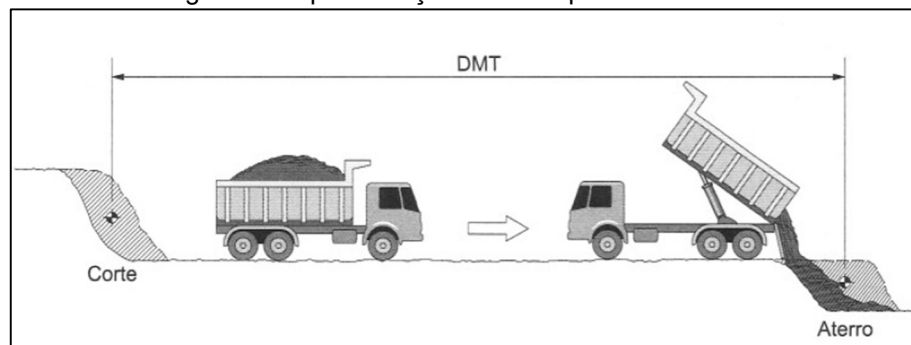
PREÇO			
CUSTO		BDI	
DIRETO	INDIRETO	DESPESA	BONIFICAÇÃO
Materiais Mão de Obra Equipamentos Ferramentas E.P.I. Outros	RH Gestão Técnica RH Administrativo Manutenção de Canteiro Veículos Mobilização Outros	Tributos Despesas Financeiras Risco Administração Central Outros	Lucro
OBRA		SEDE	
EMPRESA			

Fonte: SINAPI, 2025

4.3.3 MOMENTO DE TRANSPORTE

Mattos (2006) definiu momento de transporte, dentro dos serviços de terraplenagem, como um produto do volume – ou peso – transportado pela respectiva distância de transporte, tendo sua unidade em metros cúbicos(m^3) x km ou tonelada(t) x km para a quantificação do serviço de transporte de um determinado material. Sendo mais comum em obra onde há transporte de solo de um corte para um aterro, Mattos (2006) ainda afirma que deverá ser adotada a Distância Média de Transporte (DMT) cujo é a distância entre os centros de gravidade dos referidos trechos de corte e aterros.

Figura 7: Representação do Transporte de Material



Fonte: Mattos, 2006

Para o Volume 1 – Metodologia e Conceitos do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes, o DNIT (2025) o momento de transporte representa o deslocamento dos insumos, definido em função da quantidade transportada e da distância percorrida pelos equipamentos transportadores, sendo as composições de

custos de momento de transporte do SICRO estabelecidas em função desses equipamentos transportadores e das condições da via.

Segundo o DNIT (2025), o momento de transporte requer a atuação ativa do orçamentista para sua apropriação no custo final do serviço, tendo em vista que se necessita observar dois principais fatores; o primeiro sendo a influência da condição de rolamento do caminho de serviço na atividade do equipamento transportador; e o segundo diz respeito do fato de as distâncias de deslocamento dos insumos variarem significativamente de um projeto para o outro, ou até mesmo em um mesmo projeto. Dentro das composições de custos de momento de transporte do SICRO, tal serviço é majoritariamente modelado em toneladas quilômetro ($t \times km$), considerando a capacidade plena de carga do equipamento transportador (DNIT, 2025).

Para o SINAPI (2025), o Custo com Transporte de Materiais é dividido entre Dentro do Canteiro de Obras e Fora do Canteiro de Obras, dessa forma, nas situações onde as obras tem distâncias horizontais consideráveis, entre estoque/canteiro central até o local de execução, também pode ser considerado o transporte de materiais, o momento de transporte.

As composições SINAPI foram aferidas para diversos tipos de caminhões e equipamentos, considerando as situações de via urbana em leito natural, via urbana com revestimento primário e via urbana pavimentada, onde esta última situação há composições de DMT de até 30 km e composições de o adicional de DMT excedente a 30 km (SINAPI, 2025). Tais composições de transporte com caminhões são apresentadas com unidade expressa em momento de transporte - volume ($m^3 \times km$) ou momento de transporte - peso (tonelada $\times km$) (SINAPI, 2025).

4.3.4 COMPOSIÇÕES DE CUSTO DO TRANSPORTE (SICRO e SINAPI)

Segundo o Caderno técnico Transportes do SICRO, o DNIT (2025) classifica os momentos transporte de acordo com o meio que ele será realizado, no caso das obras de pavimentação em paralelepípedo o caminhão basculante é o equipamento que se encontra na composição do serviço de transporte da pedra.

A produção horária é estabelecida pelo método teórico, sendo definida por meio da aplicação da seguinte expressão (DNIT,2025):

$$P = \frac{C_{ap} \times F_e \times F_{cv} \times F_{ca} \times V_m}{2}$$

Onde:

P representa a produção horária, em toneladas quilômetro por hora;

Cap representa a capacidade, em metros cúbicos;

Fcv representa o fator de conversão, em toneladas por metro cúbico;

Fca representa o fator de carga;

Vm representa a velocidade média, em quilômetros por hora.

No grupo de serviços de transportes são utilizados os seguintes fatores de correção:

a) Fator de Eficiência

Onde o SICRO adotado para os serviços de transportes corresponde a 0,83.

b) Fator de Conversão

No âmbito dos serviços de transportes, o fator de conversão tem como função transformar a capacidade volumétrica do equipamento transportador em capacidade de carga em massa. Assim, os fatores de conversão empregados correspondem, segundo o SICRO, às massas específicas soltas de materiais e misturas adotadas como referência nas atividades transportes. Na tabela abaixo esses valores são apresentados.

Tabela 2: SICRO Massas Específicas Soltas Referenciais

Materiais	Massa específica solta
Agregados e solos	1,50000 t/m ³
Blocos de rocha	1,50000 t/m ³
Material demolido	1,50000 t/m ³
Material fresado	1,50000 t/m ³
Mistura de concreto asfáltico	1,50000 t/m ³
Concreto	2,40000 t/m ³
Cimento e cal	1,40000 t/m ³
Galhos e troncos triturados	0,17500 t/m ³
Material betuminoso	0,00100 t/l
Água	0,00100 t/l

Fonte: Caderno técnico Transportes SICRO, 2024

c) Fator de Carga

- Materiais de 1ª categoria = 0,90;
- Materiais de 2ª categoria = 0,80;
- Materiais de 3ª categoria = 0,70.

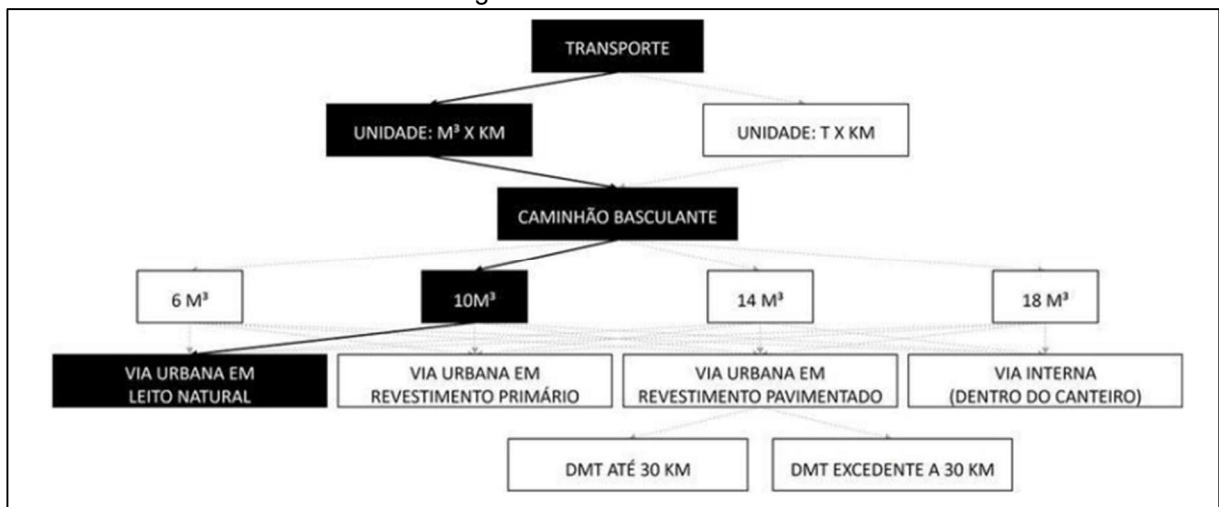
Especificamente para os caminhões basculantes utilizados em serviços de transporte:

- Caminhão basculante de 14 m³:
 - Leito Natural: 1,00;
 - Revestimento Primário: 1,00;
 - Rodovia Pavimentada: 0,90;
- Demais caminhões basculantes:
 - Leito Natural: 1,00;
 - Revestimento Primário: 1,00;
 - Rodovia Pavimentada: 0,90;
 - Solos Moles: 0,80.

A medição do serviço de momento de transporte com caminhão basculante deve ser realizada em tonelada quilômetro (t x km) segundo o DNIT (2025), em função da massa efetivamente transportada.

Quanto ao SINAPI, no Caderno Técnico de Composições Transporte, Carga e Descarga de Materiais (2025), o serviço de transporte com caminhão basculante pode ser quantificado em m³ x km ou em t x km, onde a principal diferença será no cálculo da quantidade a ser transportada, pois o serviço quantificado para a primeira unidade orça o volume solto do material enquanto que para a segunda unidade utiliza-se para orçar o peso do material a ser transportado. A estrutura das composições do transporte em caminhão basculante do SINAPI, pode seguir a seguinte árvore de fatores.

Figura 8: Árvore de Fatores



Fonte: SINAPI, 2024

4.3.5 SISTEMAS DE REFERÊNCIA PARA A ORÇAMENTAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS

A Lei nº 15.121/2025 institui a Lei Orçamentária Anual da União para o exercício de 2025, estabelecendo o orçamento público como o instrumento legal responsável por estimar as receitas e fixar as despesas do governo federal, conforme o disposto no art. 165 da Constituição Federal (Brasil, 2025). A norma organiza os recursos públicos nos orçamentos Fiscal, da Seguridade Social e de Investimento das empresas estatais, define a programação das despesas por órgãos, programas e ações, e estabelece limites e condições para a execução orçamentária ao longo do exercício financeiro. Além disso, disciplina a utilização das receitas, inclusive aquelas destinadas ao refinanciamento da dívida pública, e consolida os valores autorizados para a realização das políticas públicas, garantindo a legalidade, o controle e a transparência da aplicação dos recursos públicos (Brasil, 2025).

Para a atribuição de responsabilidades dos Sistemas de Referências de Custo usados em Obras Públicas, o Decreto Nº 7.983/2013 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, onde segundo este para obras da construção civil,

o custo global de referência de obras e serviços de engenharia, exceto os serviços e obras de infraestrutura de transporte, será obtido a partir das composições dos custos unitários previstas no projeto que integra o edital de

licitação, menores ou iguais à mediana de seus correspondentes nos custos unitários de referência do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI, excetuados os itens caracterizados como montagem industrial ou que não possam ser considerados como de construção civil (Brasil, 2013, cap. II, art. 3).

E para obras no setor de infraestrutura,

O custo global de referência dos serviços e obras de infraestrutura de transportes será obtido a partir das composições dos custos unitários previstas no projeto que integra o edital de licitação, menores ou iguais aos seus correspondentes nos custos unitários de referência do Sistema de Custos Referenciais de Obras - SICRO, cuja manutenção e divulgação caberá ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, excetuados os itens caracterizados como montagem industrial ou que não possam ser considerados como de infraestrutura de transportes (Brasil, 2013, cap. II, art. 4).

Na elaboração dos orçamentos de referência, os órgãos e entidades da administração pública federal podem considerar particularidades locais ou características específicas do projeto na definição das composições de custos unitários, no entanto, a adequação desses ajustes à obra ou ao serviço de engenharia necessita de uma devida justificada em relatório técnico elaborado por profissional legalmente habilitado (Brasil, 2013).

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

Nesse capítulo será abordado a metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa, descrevendo os procedimentos adotados para atender aos objetivos propostos. Inicialmente é detalhado a caracterização metodológico da pesquisa, em seguida, a delimitação da amostra analisada no presente trabalho e, por fim, é apresentado como foram feitos o levantamento e a organização dos dados junto dos critérios empregados na realização da pesquisa.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O estudo desenvolvido caracteriza-se como uma pesquisa de natureza

documental com abordagem quantitativa. Essa abordagem possibilitou a mensuração de variáveis técnicas e econômicas relacionadas ao transporte do material, permitindo avaliar de forma objetiva a influência da distância no preço final das obras de pavimentação em paralelepípedo.

A pesquisa possui um caráter descritivo e analítico, onde o primeiro permitiu a compreensão do cálculo dos valores dos momentos de transporte orçados pelos responsáveis técnicos dos entes públicos, enquanto a análise quantitativa possibilitou verificar a representatividade do preço do serviço de transporte no preço total das obras e da pavimentação propriamente dita, ampliando o entendimento sobre a situação estudada.

A pesquisa teve como objetos de análise os orçamentos, as memórias de cálculo e os projetos das obras de pavimentação em paralelepípedo das Prefeituras, Secretarias e Órgãos da Esfera Estadual do Piauí, disponibilizadas no Portal de Transparência, Mural de Licitações do Tribunal de Contas do Estado do Piauí – TCE/PI.

5.2 DELIMITAÇÃO DA AMOSTRA

O levantamento dos dados foi conduzido de forma sistemática, a partir de critérios previamente definidos e de procedimentos padronizados aplicados a todos os contratos analisados. A delimitação da amostra foi necessária diante do elevado número de obras públicas de pavimentação em paralelepípedo licitadas no estado, estabelecendo-se assim alguns recortes técnicos que garantissem viabilidade à análise e aderência aos objetivos da pesquisa.

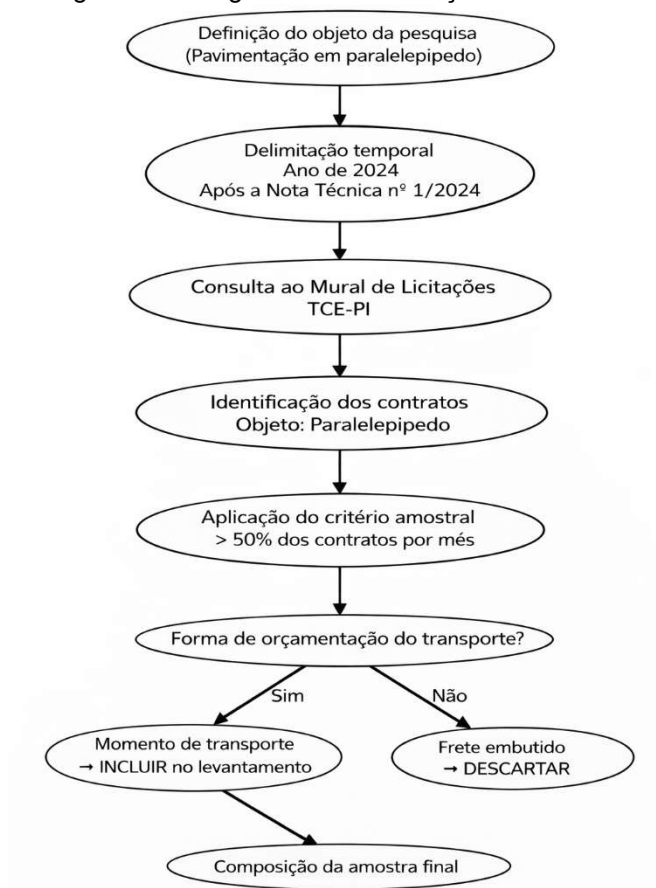
Inicialmente, a amostra foi delimitada temporalmente às obras de pavimentação em paralelepípedo licitadas no ano de 2024, com recorte específico para o período posterior ao lançamento da Nota Técnica nº 01/2024 do Tribunal de Contas do Estado do Piauí, publicada em 28 de fevereiro de 2024. Dessa forma, o intervalo de análise compreendeu aos contratos disponibilizados no Mural de Licitações do TCE-PI entre 1º de março e 31 de dezembro de 2024, período escolhido por refletir as orientações técnicas mais recentes do órgão de controle, e pelo fato de a referida Nota Técnica ter analisado contratos licitados entre 2017 e 2023, o que motivou o estudo a avaliar os contratos do ano subsequente.

No espaço amostral identificado para o ano de 2024, foram licitados 588 contratos com objeto relacionado à pavimentação em paralelepípedo, dado obtido no

período em que a pesquisa foi realizada. Aplicado o recorte temporal definido, foram encontrados aproximadamente 467 contratos dentro do período de interesse da pesquisa. Para a determinação da quantidade de orçamentos a serem analisados, adotou-se o critério de seleção de 50% dos contratos de cada mês do intervalo delimitado, a fim de garantir uma distribuição temporal equilibrada da amostra e reduzir possíveis vieses concentrados em períodos específicos.

Durante a análise dos contratos selecionados, observou-se que o transporte da pedra era orçado de duas formas distintas, onde em uma era pago por meio do momento de transporte do material, e na outra era considerada apenas o frete embutido na própria composição do serviço de pavimentação. Assim, para o levantamento da amostra efetiva da pesquisa, foram incluídos, exclusivamente, os contratos que apresentavam no orçamento o serviço do transporte da pedra por meio do momento de transporte, por serem compatíveis com o objetivo do estudo. Enquanto, os contratos que orçavam apenas o frete do material foram descartados do levantamento.

Figura 9: Fluxograma da Delimitação da Amostra



5.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

Inicialmente, foi realizado o acesso ao Mural de Licitações do Tribunal de Contas do Estado do Piauí, plataforma onde são disponibilizadas informações sobre diversos processos licitatórios. Nesse portal, permitiu-se obter os dados essenciais de forma transparente e confiável para a análise, pois nele estão anexados os projetos, orçamentos e memoriais de cálculos das obras de pavimentação em paralelepípedo que serão os objetos estudados.

Figura 10: Plataforma Mural de Licitações TCE/PI

Seleção o(s) filtro(s) e depois clique no botão Pesquisar

Filtro Padrão Filtro Avançado

Nº/Ano Proc. Licitatório / Status: TODOS

Órgão/UG: informe parte do nome do órgão ou município, etc Modalidade: TODAS

Desc. objeto: informe parte do objeto Interv Dt abertura: até

Pesquisar limpar

Resultados

0 lic. << < > >> 8

Órgão ↑↓	Nº Procedimento ↑↓	Objeto	Dt Abert./Julg ↑↓	Valor	Ações
Nenhum registro encontrado					

0 lic. << < > >> 8

Fonte: TCE, 2025

Em seguida, foram aplicados os filtros específicos para otimizar a busca dentro da plataforma. Estes filtros obedeceram a delimitação do espaço amostral do tópico anterior, assim somente os contratos encontrados nessa busca foram alvos da análise, tornando a pesquisa mais direcionada e eficiente. Os filtros aplicados foram:

1. Descrição do objeto: Paralelepípedo
2. Situação: Finalizada
3. Períodos: 01/03/2024 à 31/12/2024

Figura 11: Aplicação dos Filtros de Pesquisa

Fonte: TCE, 2025

Após a filtragem da busca, foi possível encontrar os contratos que seriam analisados. Na aba de resultados, os contratos apresentam o órgão licitante, o número do procedimento, o objeto, a data de abertura, o valor e status, no entanto as informações relevantes para o estudo estão no ícone “Ações”, como mostra a imagem abaixo:

Figura 12: Resultados da Filtragem

Órgão ↑↓	Nº Procedimento ↑↓	Objeto	Dt Abert./Julg ↑↓	Valor	Status	Ações
COORDENADORIA DE DESENVOLVIMENTO DOS TERRITÓRIOS	Concorrência nº 017/2024	EXECUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ET	30/12/2024	.550.000,01	Finalizada	

Fonte: Modificado TCE, 2025

Este ícone leva para a descrição detalhada do contrato com as informações e características do processo licitatório em questão, como número do processo administrativo, descrição do objeto detalhado, data abertura, valor previsto, tipo objeto, registro de preço, status licitação, regime jurídico, forma realização, modo de disputa, critério julgamento, adjudicação do objeto, publicações (avisos e murais), responsáveis pela licitação, recursos orçamentários, contratos originados e arquivos (projetos, edital, orçamentos).

O foco da pesquisa foi o material presente nos arquivos pois são onde estão anexados os projetos, orçamentos e memoriais de cálculos das obras licitadas em específico.

Na figura abaixo é possível ver como essas informações mencionadas estão dispostas e onde o local de interesse, “arquivos”, está localizado.

Figura 13: Localização dos Arquivos do Contrato no Mural de Licitações

Mural de Licitações

ÓRGÃO: COORDENADORIA DE DESENVOLVIMENTO DOS TERRITÓRIOS
 CONTROLE TCE: LW-008822/24 (ID 1032576)

Nº do procedimento:	Concorrência Nº 017/2024	Registro de preço:	NÃO
Objeto:	EXECUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO NO MUNICÍPIO DE PALMEIRAS – PI.	Status licitação:	FINALIZADA
Nº do processo admin.:	00347.000330/2023-89	Regime Jurídico:	Lei nº 14.133/21
Data abertura:	30/12/2024 09:30	Forma Realização:	Eletrônica
Valor previsto:	R\$ 550.000,01	Modo de Disputa:	Aberto
Tipo objeto:	Obras e Serviços de Engenharia Natureza: COMUM Tipo da obra: Pavimentação(polidétrica, paralelepípedo) Natureza da obra: Construção/implantação Regime de execução: Empreitada preço unitário	Critério julgamento:	Menor preço
		Adjudicação do objeto:	Adjudicação global

Detalhamento

▼ Datas

Início do cadastro:	13/12/2024	Data adjudicação: Data 1ª adjudicação:	18/02/2025
Data divulgação:	13/12/2024	Data homologação: Data 1ª homologação:	18/02/2025
Data abertura:	30/12/2024 09:30	Data finalização:	13/03/2025
		Data última alteração:	13/03/2025 11:08

> Publicações

> Tratamento microempresas e pequenas empresas

> Recursos orçamentários

> **Arquivos**

> Homologação

> Responsáveis

> Observações

> Contratos Originados

Controle Social

Cidadão, você pode exercer o controle social enviando informações para o TCE se constatar possíveis irregularidades nesta licitação.

[comunicar irregularidade](#)

Tribunal de Contas do Estado do Piauí

Fonte: Modificado TCE, 2025

No total, foram analisados 246 contratos de obras públicas de pavimentação em pedra paralelepípedo dentro do período delimitado pela pesquisa, respeitando o critério de análise de mais de 50% dos contratos licitados em cada mês do intervalo temporal definido. Dentre esses contratos, foram identificados 100 orçamentos que calcularam explicitamente o custo do transporte por meio do momento de transporte da pedra, e 146 orçamentos que consideraram apenas o frete do material embutido na composição do serviço de pavimentação. Assim, os contratos que orçavam da primeira forma foram incluídos na amostra da pesquisa, compondo a base de análise apresentada na planilha do levantamento das obras de pavimentação em paralelepípedo (Apêndice A), enquanto os contratos que orçavam pela segunda forma foram descartados da amostra, por não atenderem ao objetivo central do estudo. A tabela apresentada a seguir resume a quantidade de contratos analisados,

discriminando os orçamentos incluídos e descartados, bem como sua distribuição mensal no período considerado.

Tabela 3: Contratos Analisados no Período Proposto de 2024

MÊS	Total de contratos no mês	Analisados	Incluídos	Descartados
DEZ	12	8	5	3
NOV	16	10	5	5
OUT	25	13	5	8
SET	43	22	10	12
AGO	75	38	14	24
JUL	87	46	19	27
JUN	53	27	10	17
MAI	65	35	7	28
ABR	52	27	15	12
MAR	39	20	10	10
TOTAL	467	246	100	146

Fonte: Autor, 2025

O levantamento de dados foi realizado a partir da análise individual dos contratos selecionados, mediante o acesso aos respectivos orçamentos, projetos e memórias de cálculo disponibilizados no Mural de Licitações do TCE-PI. Para cada contrato incluído no levantamento, as informações consideradas relevantes à pesquisa foram sistematicamente extraídas e organizadas em uma planilha estruturada em colunas específicas, contemplando dados institucionais, espaciais, técnicos e econômicos. Os dados foram registrados segundo a ordem abaixo:

1. Órgão Licitante;
2. Data da Abertura da licitação na plataforma;
3. Município da Jazida;
4. Localização da Jazida (Coordenadas em Graus° ou em UTM);
5. Município da Obra;
6. Localização da Obra (Coordenadas em Graus° ou em UTM);
7. BDI
8. Preço da Obra;
9. Preço da Pavimentação, sendo o preço de todos os serviços da obra, menos o serviço de execução das calçadas e seus complementares (piso tátil);
10. Área Pavimentada;
11. Distância;
12. Momento de Transporte, em txkm ou em m³xkm;

13. Preço Unitário do Serviço;
14. Preço Total do Serviço de Transporte, sendo o produto do momento de transporte pelo preço unitário do serviço;
15. Representatividade Geral (%), cujo é a porcentagem do preço total do serviço de transporte pelo preço da obra;
16. Representatividade Específica (%), cujo é a porcentagem do preço total do serviço de transporte pelo preço da pavimentação;
17. Tipo de via, sendo Leito Natural, Revestimento Primário ou Pavimentada, e
18. Composição do Custo do Serviço, onde foi levantada a data base utilizada, junto com o serviço adotado e seu respectivo código.

Vale ressaltar, que em grande parte dos contratos analisados, não foi indicado a localização da jazida de onde foi prevista a extração da pedra, no entanto, para esses casos, em algumas situações a distância da jazida ao local da obra foi mencionado na memória de cálculo do quantitativo do momento transporte. E já em outros, o valor da distância foi encontrado através do cálculo inverso do momento de transporte. Para os orçamentos da amostra que não foram encontrados a localização das jazidas, a coluna do município da jazida foi preenchida com o nome do município da obra, e a coluna das coordenadas da jazida foi preenchida com N.A. (Não Apresentada). Os orçamentos estão presentes na planilha do levantamento das obras de pavimentação em paralelepípedo (Apêndice A)

Esse procedimento permitiu a padronização das informações coletadas e assegurou a consistência dos dados utilizados nas análises posteriores.

6 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados e as discussões a partir da análise dos orçamentos licitados de pavimentação em paralelepípedo no Estado do Piauí, com foco na relação entre a distância adotada para o transporte da pedra e o peso percentual desse serviço no valor final das obras. Inicialmente, são identificados os métodos utilizados nos orçamentos para o cálculo do momento de transporte do insumo. Em seguida, os dados levantados são analisados por meio de parâmetros estatísticos, permitindo avaliar a consistência da relação entre distância e peso do serviço de transporte. Na sequência, são apresentadas as principais variações de natureza técnica, metodológica e orçamentária identificadas na amostra, que

motivaram o tratamento e a padronização dos dados. Por fim, são apresentados os resultados da análise com a amostra padronizada e da segmentação por faixas de áreas pavimentadas, consolidando as equações finais adotadas como referência nesta pesquisa.

6.1 MÉTODOS IDENTIFICADOS PARA O CÁLCULO DO MOMENTO DE TRANSPORTE

A análise dos memoriais de cálculo das obras públicas de pavimentação em paralelepípedo permitiu identificar diferentes métodos empregados para o cálculo do momento de transporte da pedra. Verificou-se que, embora o objetivo final seja o mesmo — quantificar o transporte em função da distância —, os procedimentos adotados variam quanto à grandeza física utilizada e ao nível de detalhamento dos parâmetros considerados.

De modo geral, os métodos identificados podem ser agrupados em três abordagens principais: (01) cálculo do momento de transporte em tonelada-quilômetro (txkm), (02) cálculo em metro cúbico-quilômetro ($m^3 \times km$) e (03) estimativas simplificadas baseadas diretamente na área pavimentada, na espessura do pavimento e na distância de transporte.

6.1.1 Método 01: Método baseado em tonelada-quilômetro (txkm)

No método baseado em tonelada-quilômetro, o cálculo do momento de transporte parte da estimativa da massa de pedras necessária por unidade de área pavimentada. Para isso, são considerados parâmetros geométricos do paralelepípedo, como altura, largura e comprimento, além da espessura das juntas entre as peças e da massa específica da pedra.

A partir desses dados, obtém-se a quantidade de pedras por metro quadrado e, conseqüentemente, a massa correspondente por unidade de área. O momento de transporte é então calculado pelo produto entre a área pavimentada (m^2), o coeficiente de massa por metro quadrado (t/m^2) e a distância de transporte (km) adotada no orçamento, resultando em valores expressos em txkm.

Esse método apresentou um maior detalhamento físico, uma vez que incorpora diretamente propriedades geométricas e a densidade do material, permitindo uma

estimativa mais diretamente associada ao peso efetivamente transportado.

Figura 14: Método 01 para Cálculo do Momento de Transporte

Método 1	
Cálculo do Coef. de Pedras em Toneladas	
1 Altura da pedra	0,12 m
2 Largura da pedra	0,12 m
3 Comprimento da pedra	0,14 m
4 Juntas entre pedras	0,025 m
5 Massa Específica da pedra arenítica	2.100,00 kg/m ³
6 Taxa de pedras/m ²	42 un/m ² <---- 1m ² / [(2 + 4) x (3 + 4)]
Massa de pedra por m² (t)	177,8 kg/m²
(1 x 2 x 3) x (5) x (6) / 1000 ---->	0,1778 t/m²
<u>Momento de transporte:</u>	
= Área Pav. x Coef. de pedras x Distância	

Fonte: Autor, 2025

6.1.2 Método 02: Método baseado em metro cúbico-quilômetro (m³xkm)

Outra abordagem identificada nos orçamentos analisados utiliza o metro cúbico-quilômetro como unidade de cálculo do momento de transporte. Nesse caso, o procedimento é semelhante ao método anterior quanto à consideração das dimensões do paralelepípedo e da espessura das juntas, porém o foco recai sobre o volume de material por metro quadrado, em vez da massa.

Inicialmente, calcula-se o volume unitário de cada paralelepípedo e a quantidade de peças necessárias por metro quadrado de pavimentação. A partir disso, obtém-se o volume total de pedras por unidade de área. O momento de transporte é então determinado pelo produto entre a área pavimentada (m²), o volume de material por metro quadrado (m³/m²) e a distância de transporte (km), resultando em valores expressos em m³xkm.

Embora não considere explicitamente a variação de massa específica entre diferentes tipos de rocha, esse método é compatível com bases orçamentárias que adotam o volume como unidade de medição do material transportado.

Figura 15: Método 02 para Cálculo do Momento de Transporte

Método 2	
Cálculo do Coef. de Pedras em Metros Cúbicos	
1 Altura da pedra	0,12 m
2 Largura da pedra	0,12 m
3 Comprimento da pedra	0,14 m
4 Juntas entre pedras	0,025 m
5 Volume de 1 paralelepípedo	$0,002016 \text{ m}^3 \leftarrow [1] \times [2] \times [3]$
6 Taxa de pedras/m ²	$42 \text{ un/m}^2 \leftarrow 1\text{m}^2 / [(2 + 4) \times (3 + 4)]$
Volume de pedra por m²	0,084672 m³/m²
[5] x [6]	0,0847 m³/m²
<u>Momento de transporte:</u>	
= Área Pav. x Coef. de pedras x Distância	

Fonte: Autor, 2025

6.1.3 Método 03: Método simplificado baseado em parâmetros geométricos globais

Além dos métodos fundamentados em tonelada-quilômetro e metro cúbico-quilômetro, observou-se a utilização de abordagens mais simplificadas, nas quais o momento de transporte é estimado diretamente a partir da área pavimentada, da altura do pavimento e da distância de transporte.

Nesse método, o momento de transporte é obtido pelo produto entre a área da pavimentação (m²), a espessura do revestimento (m) e a distância (km) considerada, resultando em valores expressos em m³×km, sem o detalhamento explícito das dimensões individuais dos paralelepípedos ou da quantidade de peças por metro quadrado. Trata-se de uma abordagem mais simples e menos detalhada do ponto de vista técnico e físico.

Figura 16: Método 03 para Cálculo do Momento de Transporte

Método 3
Cálculo:
1 Área pavimentada
2 Altura do pavimento/altura da pedra
3 Distância
<u>Momento de transporte:</u>
= 1 x 2 x 3

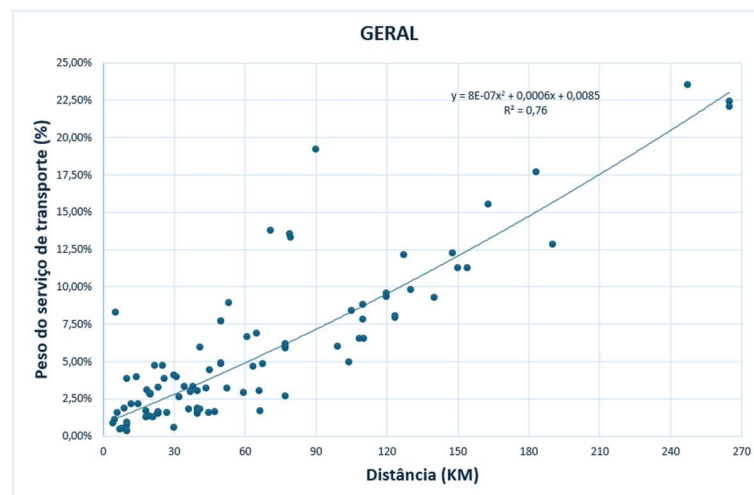
Fonte: Autor, 2025

6.2 ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS LEVANTADOS

Com base no levantamento realizado, foi constituída uma amostra composta por 105 orçamentos de obras públicas de pavimentação em paralelepípedo no Estado do Piauí, a partir da qual foram extraídas informações consideradas relevantes para a análise, tais como distância de transporte, quantitativos do serviço, método de cálculo do momento de transporte, base de referência utilizada e peso percentual do serviço de transporte no valor final das obras. Esses dados foram organizados de forma sistemática, conforme apresentado na planilha do levantamento das obras de pavimentação em paralelepípedo (Apêndice A) elaborado no âmbito desta pesquisa.

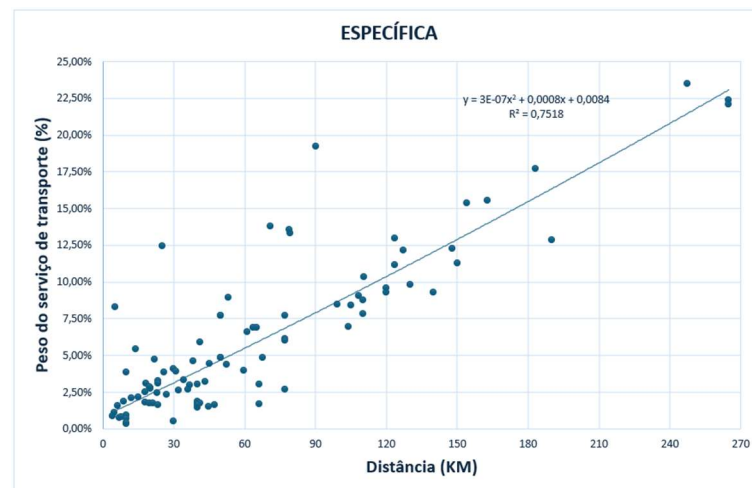
Inicialmente, procedeu-se à análise da relação entre a coluna da distância de transporte, em quilômetros, e o peso percentual do serviço de transporte no valor final das obras, considerando a coluna da representatividade geral, que compara o serviço de transporte em relação a todos os serviços orçados, e a coluna da representatividade específica, na qual leva em consideração todos os serviços da obra, menos o serviço de execução das calçadas e seus complementares. A adoção da representatividade específica teve como finalidade padronizar a forma de análise dos dados, uma vez que o serviço de calçadas se caracteriza como um dos mais onerosos nesse tipo de intervenção e, no entanto, não se encontrava presente em grande parte dos orçamentos analisados, somente em 24 orçamentos. Para ambas as abordagens, foram elaborados gráficos de dispersão com o objetivo de visualizar e avaliar o comportamento dos dados e a influência da distância sobre a representatividade do serviço de transporte.

Gráfico 1: Representatividade Geral da Análise Preliminar



Fonte: Autor, 2025

Gráfico 2: Representatividade Específica da Análise Preliminar



Fonte: Autor, 2025

Após a análise gráfica inicial, foram adotados parâmetros estatísticos com o objetivo de quantificar e qualificar a relação observada entre a distância adotada e o peso percentual do serviço de transporte no valor final das obras. Para isso, utilizou-se o coeficiente de correlação linear (r) e o coeficiente de determinação (R^2), para avaliar o grau de associação e o nível de explicação entre variáveis.

O coeficiente de correlação (r) foi utilizado para medir a intensidade e o sentido da relação entre a distância de transporte e o peso percentual do serviço de transporte, permitindo verificar se o aumento da distância está associado ao aumento da representatividade desse serviço e o quão forte se apresenta essa associação. Já o coeficiente de determinação (R^2) foi empregado para avaliar a capacidade da distância de transporte em explicar a variação observada no peso do serviço de transporte, sendo utilizado como parâmetro para aferir o grau de aderência e a qualidade do ajuste das curvas de tendência adotadas na análise.

Para o Coeficiente de Correlação (r):

$r = +1$: correlação linear positiva perfeita;

$r = -1$: correlação linear negativa perfeita;

$r = 0$: ausência de correlação linear.

Para a estatística, o Coeficiente de Correlação (r):

- $|r| \geq 0,70$: representa uma correlação forte;
- $|r| \geq 0,90$: representa uma correlação muito forte.

Para o Coeficiente de Determinação (R^2):

$R^2 = 1$: a curva de tendência explica 100% da variabilidade dos dados;

$R^2 = 0$: a curva de tendência não explica a variabilidade dos dados.

Para a estatística, o Coeficiente de Determinação (R^2):

- $R^2 < 0,50$: apresenta um poder explicativo fraco
- $0,50 \leq R^2 < 0,70$: apresenta um poder explicativo moderado
- $0,70 \leq R^2 < 0,85$: apresenta bom ajuste do modelo
- $0,85 \leq R^2 < 0,95$: apresenta um ajuste muito bom
- $R^2 \geq 0,95$: apresenta um excelente ajuste

Na análise preliminar dos 105 orçamentos, a aplicação do coeficiente de correlação (r) indicou a existência de uma correlação positiva forte entre a distância de transporte e o peso percentual do serviço de transporte no valor final das obras, tanto para a representatividade geral ($r \approx 0,869$) quanto para a representatividade específica ($r \approx 0,867$), como mostra a planilha de análise preliminar (Apêndice B). Esses valores evidenciam que, de modo geral, o aumento da distância considerada nos orçamentos está associado ao aumento da representatividade do serviço de transporte, confirmando a tendência observada visualmente nos gráficos de dispersão. Ademais, os coeficientes de determinação (R^2) obtidos nos ajustes iniciais indicaram que aproximadamente 75% a 76% da variação do peso do serviço de transporte pode ser explicada pela distância de transporte, tanto na análise geral ($R^2 = 0,76$) quanto na análise específica ($R^2 = 0,7518$), o que demonstra um bom poder explicativo do modelo preliminar, ainda que não totalmente.

Apesar da análise preliminar evidenciar uma tendência de aumento do peso do serviço de transporte à medida que a distância considerada nos orçamentos se eleva, observou-se uma dispersão significativa dos pontos em determinados intervalos de distância. Essa dispersão indicou a presença de fatores adicionais que interferiam na comparabilidade direta entre os orçamentos, especialmente relacionados às diferentes metodologias adotadas para quantificar e precificar o momento de transporte das obras.

6.3 OCORRÊNCIAS DE VARIAÇÕES NO SERVIÇO DE TRANSPORTE

Os empreendimentos analisados abrangem diferentes municípios do Estado do Piauí, apresentando variações tanto nas distâncias de transporte do insumo quanto

nos critérios técnicos e metodológicos adotados que compõem o serviço de transporte nos orçamentos. Essas variações decorrem de escolhas relacionadas às características do material, aos tipos de serviço selecionados, às bases de referência utilizadas e às condições de transporte consideradas, influenciando diretamente o quantitativo do momento de transporte e o preço do serviço no valor final das obras.

Diante desse cenário, procedeu-se à padronização dos métodos de cálculo do momento de transporte identificados na amostra, agrupados nesta pesquisa como Método 01, Método 02 e Método 03, por representarem os procedimentos efetivamente encontrados nos orçamentos analisados. Ainda assim, foram identificadas ocorrências específicas que introduziam variáveis adicionais à análise, dificultando a comparação direta entre determinados orçamentos. Essas ocorrências foram analisadas individualmente e, quando constatado a variação quanto a natureza técnica, metodológica ou orçamentária, os respectivos orçamentos foram retirados da amostra utilizada na análise subsequente. Tais ocorrências foram detalhadas logo abaixo.

a) Ocorrência 1 (OC01) - Variação nas características físicas do paralelepípedo:

Em 17 orçamentos foram observadas variações nas características físicas do paralelepípedo, especialmente quanto às dimensões das peças – 12x12x14 cm – e à massa específica da pedra arenítica – 2.100kg/m³. As alterações nesses valores modificaram diretamente a taxa de pedras por metro quadrado (42 unidades/m²) e, conseqüentemente, o coeficiente de pedras por metro quadrado (t/m²) padronizado em 0,1778 t/m². Essas variações foram encontradas exclusivamente nos orçamentos que calcularam o momento de transporte em tonelada-quilômetro (txkm). Como essas diferenças impactaram diretamente o quantitativo transportado por unidade de área, a manutenção desses casos na amostra comprometeria a análise comparativa, independentemente da distância considerada, motivo pelo qual esses casos foram retirados da análise posterior.

b) Ocorrência 2 (OC02) - Utilização do serviço de transporte com caminhão carroceria de 9 toneladas:

Em 4 orçamentos identificou-se a utilização do serviço de transporte com caminhão carroceria de 9 toneladas, serviço que apresentou baixa recorrência na amostra. Observou-se que a maior parte dos orçamentos adotou transportes com

caminhões basculantes de 10 m³ ou 14 m³, tanto para quantitativos calculados em tonelada-quilômetro quanto em metro cúbico-quilômetro.

Ademais, o custo desse tipo de serviço, tanto no SICRO – data-base indicado para obras de infraestrutura – quanto no SINAPI, é mais elevado se comparado com o custo dos serviços que mais apareceram. O custo do serviço de transporte do caminhão carroceria 9T chegou a custar R\$2,26 para rodovia em revestimento primário e R\$2,09 para rodovia pavimentada, enquanto os serviços com caminhões basculantes de 10 m³ e 14 m³, seja em rodovia em revestimento primário ou pavimentada – que foram as características de vias predominantes –, o custo do serviço já com o BDI aplicado (o preço), ficou em média de R\$0,90 para aqueles orçados em txkm e R\$1,17 para aqueles orçados em m³xkm

Logo essa diferença de valores, não relacionada à distância de transporte, elevava artificialmente o peso percentual do serviço no valor final da obra, comprometendo a comparabilidade estatística. Assim, esses orçamentos foram retirados da amostra.

c) Ocorrência 3 (OC03) - Valores do momento de transporte calculados em txkm orçados com a data-base SINAPI:

Foram identificados 6 orçamentos nos quais o momento de transporte, calculado em tonelada-quilômetro, foi orçado com base na data-base SINAPI. Observou-se, entretanto, que predominou na amostra o uso da data-base SICRO para serviços de transporte calculados em toneladas (t), a qual é mais indicada para obras de infraestrutura e apresenta maior compatibilidade com esse tipo de serviço.

O SICRO utiliza somente a unidade txkm para o transporte e já o SINAPI apresenta composições para ambas as unidades, e além disso, constatou-se que os custos unitários dos serviços em tonelada-quilômetro são moderadamente mais baratos daqueles expressos em metro cúbico-quilômetro em ambas as datas-bases.

Dessa forma, a utilização pontual do SINAPI nesses casos justificou a retirada desses orçamentos da amostra a fim de padronizar a análise.

d) Ocorrência 4 (OC04) - Valores incompatíveis entre o custo adotado e o custo da data-base informada:

Em 23 orçamentos foi constatada incompatibilidade entre o custo unitário do serviço de transporte adotado no orçamento e o valor correspondente na data-base e

no mês informados. Em um exemplo recorrente, o serviço SINAPI nº 93590 – Transporte com caminhão basculante de 10 m³, em via urbana pavimentada, adicional para DMT excedente a 30 km (m³xkm) – apresentava valor de referência distinto daquele efetivamente utilizado no orçamento, enquanto o serviço estava custando R\$0,97 no mês de outubro de 2023 (10/2023), o custo do serviço no orçamento estava de R\$0,53.

Essa divergência impacta diretamente o peso percentual do serviço de transporte, independentemente da distância considerada, comprometendo a análise estatística. Diante da repetição e do impacto dessa ocorrência, os respectivos orçamentos foram retirados da amostra da análise posterior.

e) Ocorrência 5 (OC05) - Incompatibilidade entre a unidade de cálculo e a unidade orçada:

Em um caso específico, verificou-se que o quantitativo do momento de transporte foi calculado em tonelada-quilômetro, enquanto o serviço foi orçado com valor correspondente à unidade metro cúbico-quilômetro, que apresenta custo unitário superior. Essa incompatibilidade gera uma elevação artificial do peso do serviço de transporte, sem relação com a distância efetivamente considerada.

Diante da impossibilidade de comparação direta com os demais orçamentos da amostra, esse caso foi retirado da análise estatística.

f) Ocorrência 6 (OC06) - Serviço de transporte em rodovia do tipo leito natural

Foi identificado apenas um orçamento que considerava o transporte em rodovia do tipo leito natural. Observou-se que essa condição apresenta custo unitário superior às modalidades predominantes na amostra, que foram o transporte em rodovia com revestimento primário e em rodovia pavimentada.

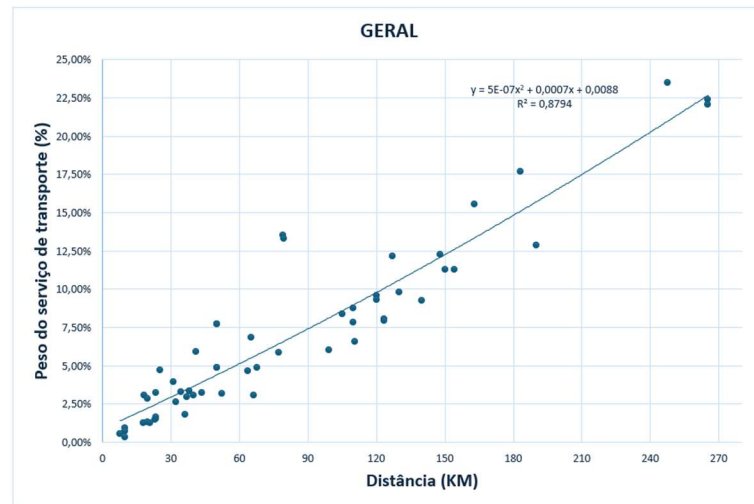
Por se tratar de uma ocorrência pontual a manutenção desse caso introduziria uma variável adicional à análise comparativa. Assim, optou-se por sua retirada, visando manter a homogeneidade das condições de transporte consideradas.

6.4 ANÁLISE APÓS O TRATAMENTO DA AMOSTRA

Após a realização da análise preliminar, os orçamentos que apresentaram

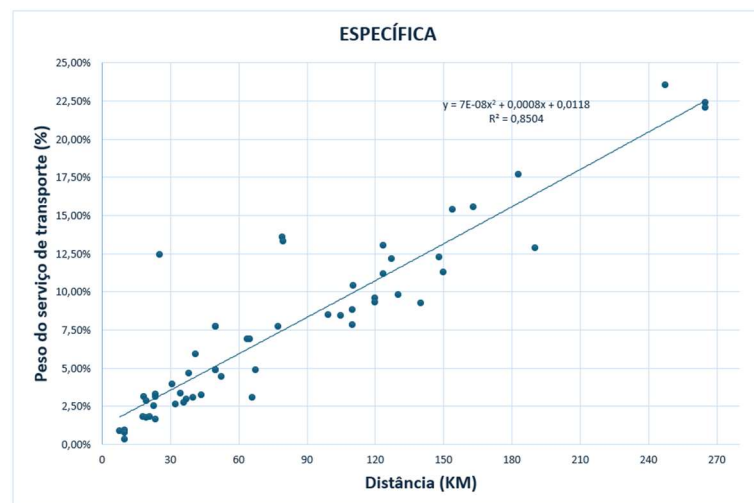
ocorrências de natureza técnica, metodológica e orçamentária foram retirados da amostra a fim de ser realizada uma análise subsequente. Esta etapa teve como objetivo reavaliar a relação entre a distância de transporte e o peso percentual do serviço de transporte a partir de uma amostra mais homogênea e padronizada, reduzindo a influência de variáveis externas à distância que haviam sido identificadas anteriormente.

Gráfico 3: Representatividade Geral da Análise Subsequente



Fonte: Autor, 2025

Gráfico 4: Representatividade Específica da Análise Subsequente



Fonte: Autor, 2025

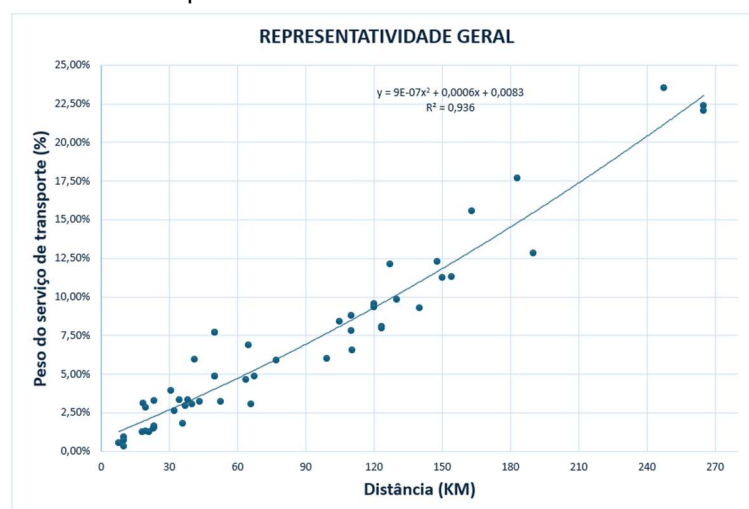
Na análise subsequente, foi observado um ganho significativo de consistência estatística em relação à análise preliminar, apresentado no Apêndice C. Os coeficientes de correlação (r) indicaram uma intensificação da relação positiva entre a

distância de transporte e o peso do serviço de transporte, tanto para a representatividade geral ($r \approx 0,936$) quanto para a representatividade específica ($r \approx 0,922$). De forma complementar, os coeficientes de determinação (R^2) evidenciaram aumento do poder explicativo dos modelos ajustados, alcançando valores próximos de 0,88 na representatividade geral e 0,85 na representatividade específica, indicando que a distância passou a explicar parcela mais significativa da variabilidade observada no peso do serviço de transporte.

No entanto, apesar da melhoria estatística observada na análise subsequente, a inspeção dos gráficos de dispersão revelou a presença de alguns pontos que destoavam do comportamento predominante da amostra, mesmo após a aplicação dos critérios de retirada relacionados às ocorrências previamente identificadas. Esses pontos isolados apresentavam potencial de influenciar a curva de tendência gerada pelos pontos e, conseqüentemente, a equação ajustada, introduzindo vícios estatísticos na modelagem da relação entre a distância e o peso do serviço de transporte.

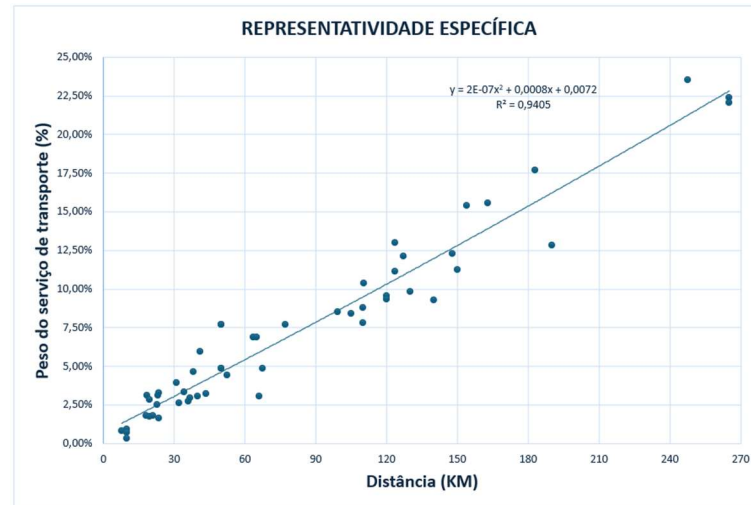
Com o objetivo de evitar esses vícios e promover uma maior otimização da curva de tendência, optou-se por retirar esses orçamentos pontuais para uma próxima etapa. Dessa forma, em uma nova análise mais padronizada, concentrou-se em uma amostra estatisticamente mais coerente, preservando exclusivamente os casos que apresentavam comportamento consistente com a curva de tendência geral observada em ambos os gráficos.

Gráfico 5: Representatividade Geral da Análise Padronizada



Fonte: Autor, 2025

Gráfico 6: Representatividade Específica da Análise Padronizada



Fonte: Autor, 2025

Os resultados da análise padronizada, presentes no Apêndice D, apresentaram um aumento adicional nos dados estatísticos. Os coeficientes de correlação passaram a indicar correlação positiva muito forte, com valores superiores a 95%, onde $r \approx 0,964$ para a representatividade geral e $r \approx 0,970$ para a representatividade específica. De maneira consistente, os coeficientes de determinação atingiram valores de $R^2 \approx 0,936$ e $R^2 \approx 0,9405$, respectivamente, classificando o ajuste dos modelos como muito bom, segundo os critérios estatísticos adotados nesta pesquisa.

Tanto para a abordagem com a representatividade geral e a representatividade específica, quanto para as três situações de análise dessa pesquisa, foram adotadas equações polinomiais de segunda ordem – equação polinomial quadrática: $y = ax^2 + bx + c$ – e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) para as curvas de tendência. A adoção desse tipo de equação, ao invés de uma equação afim – $y = ax + b$ –, permite captar possíveis comportamentos não lineares inerentes à logística de transporte do material, que dificilmente se desenvolve de forma estritamente proporcional ao aumento da distância. Esse tipo de modelo oferece maior flexibilidade ao ajuste dos dados, reduzindo padrões sistemáticos de resíduos observados em modelos lineares, além de proporcionar uma melhor capacidade explicativa, sem apresentar uma complexidade excessiva ou perda de interpretação técnica.

Ademais, o modelo quadrático engloba o modelo linear como caso particular, o que confere um reforço metodológica à análise, permitindo verificar se a linearidade é suficiente ou se o termo quadrático contribui de forma significativa. Dessa forma,

concluído a escolha da equação da curva de tendência, as equações que mais se aproximam de representar a influência da distância de transporte no valor das obras de pavimentação em paralelepípedo, para o cenário do estado do Piauí, são:

Para a Representatividade Geral:

$$y = \frac{0,09.x^2 + 60.x + 830}{10^5}$$

Para a Representatividade Específica:

$$y = \frac{0,02.x^2 + 80.x + 720}{10^5}$$

Onde:

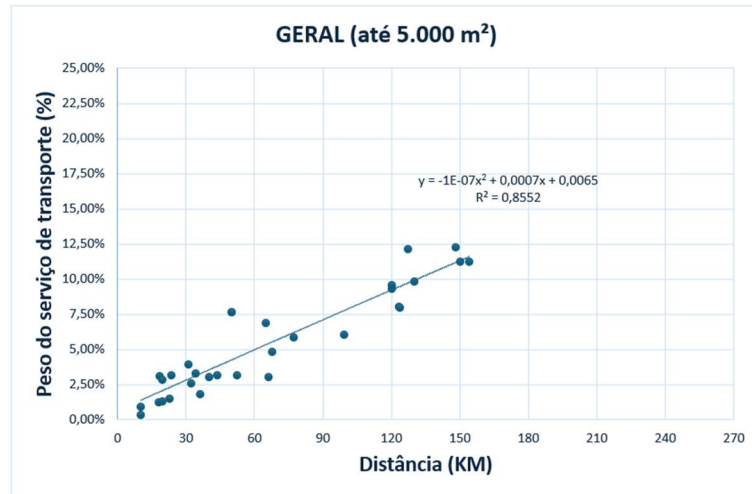
Y = Peso do serviço de transporte, em %

X = Distância da jazida ao local da obra, em KM

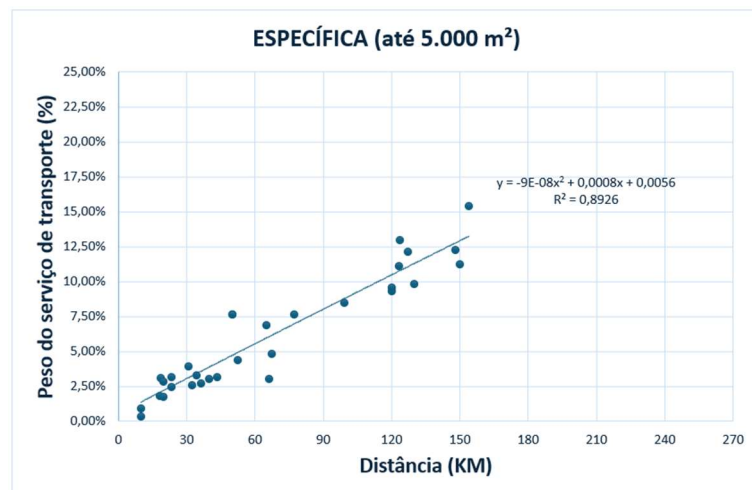
6.5 ANÁLISE POR FAIXAS DE ÁREAS PAVIMENTADAS

Nesse item foram avaliadas as curvas de tendências separas por faixas de áreas, adotando-se as seguintes delimitações: para (1) área pavimentada até 5.000 m², (2) para área pavimentada entre 5.000 m² e 10.000 m², e (3) para área pavimentada superior a 10.000 m². Para cada faixa foi realizado a mesma análise comparativa do item 6.4, comparado a distância adotada com o peso percentual do serviço de transporte, tanto para a representatividade geral quanto para a representatividade específica. A análise de ambas as abordagens foi apresentada na planilha de análise padronizada por faixa (Apêndice E).

Para as obras com área pavimentada de até 5.000 m², a análise da relação entre a distância de transporte e o peso percentual do serviço de transporte indicou correlação positiva forte entre as variáveis analisadas. O coeficiente de correlação (*r*) apresentou valor de 0,925 para a representatividade geral e de 0,945 para a representatividade específica, evidenciando associação consistente entre o aumento da distância e o crescimento do peso do serviço de transporte no valor final das obras.

Gráfico 7: Representatividade Geral para Áreas até 5.000 m²

Fonte: Autor, 2025

Gráfico 8: Representatividade Específica para Áreas até 5.000 m²

Fonte: Autor, 2025

Os gráficos de dispersão dessa faixa apresentaram boa aderência à curva de tendência ajustada, ainda que com dispersão moderada dos pontos. Os coeficientes de determinação (R^2) obtidos foram de 0,8552 para a representatividade geral e de 0,8926 para a representatividade específica, indicando que a distância explica parcela significativa da variação observada no peso do serviço de transporte, embora outros fatores ainda exerçam influência relevante nesse grupo de obras. Dessa forma as equações polinomiais quadráticas que representam as curvas de tendência dessa faixa são:

Para a Representatividade Geral:

$$y = \frac{-0,01 \cdot x^2 + 70 \cdot x + 650}{10^5}$$

Para a Representatividade Específica:

$$y = \frac{-0,009 \cdot x^2 + 80 \cdot x + 560}{10^5}$$

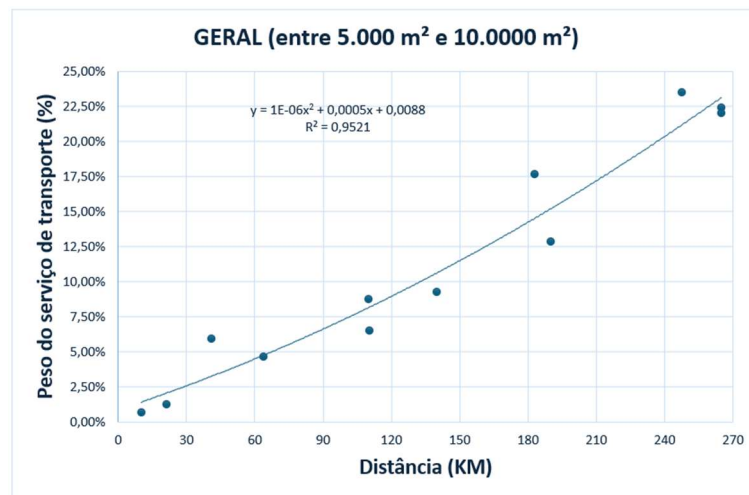
Onde:

Y = Peso do serviço de transporte, em %

X = Distância da jazida ao local da obra, em KM

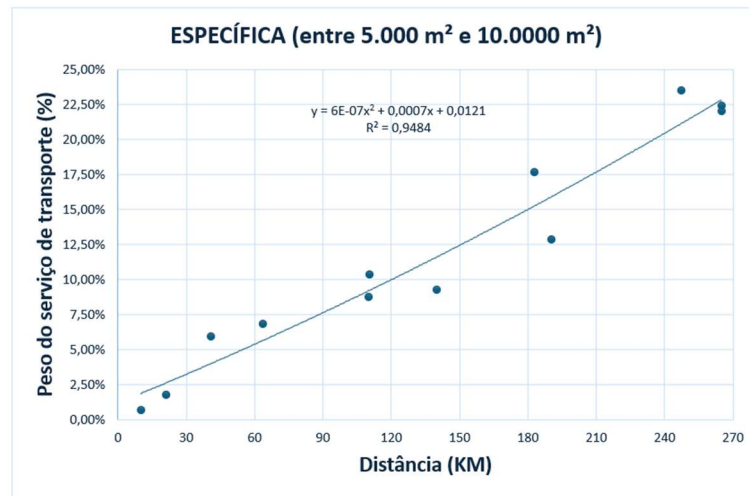
Na faixa intermediária de áreas pavimentadas, entre 5.000 m² e 10.000 m², observou-se um fortalecimento da relação estatística entre a distância de transporte e o peso do serviço de transporte. Os coeficientes de correlação (*r*) atingiram valores de 0,971 para a representatividade geral e de 0,973 para a representatividade específica, caracterizando uma correlação positiva muito forte entre as variáveis analisadas.

Gráfico 9: Representatividade Geral para Áreas entre 5.000 m² e 10.000 m²



Fonte: Autor, 2025

Gráfico 10: Representatividade Específica para Áreas entre 5.000 m² e 10.000 m²



Fonte: Autor, 2025

Os gráficos de dispersão dessa faixa evidenciaram redução da dispersão dos pontos, com melhor alinhamento à curva de tendência. Os coeficientes de determinação (R^2) obtidos foram de 0,9521 para a representatividade geral e de 0,9484 para a representatividade específica, demonstrando elevado poder explicativo da distância sobre a variação do peso do serviço de transporte nesse intervalo de áreas. Dessa forma, as equações polinomiais quadráticas que representam as curvas de tendência dessa faixa são:

Para a Representatividade Geral:

$$y = \frac{0,1 \cdot x^2 + 50 \cdot x + 880}{10^5}$$

Para a Representatividade Específica:

$$y = \frac{0,06 \cdot x^2 + 70 \cdot x + 1210}{10^5}$$

Onde:

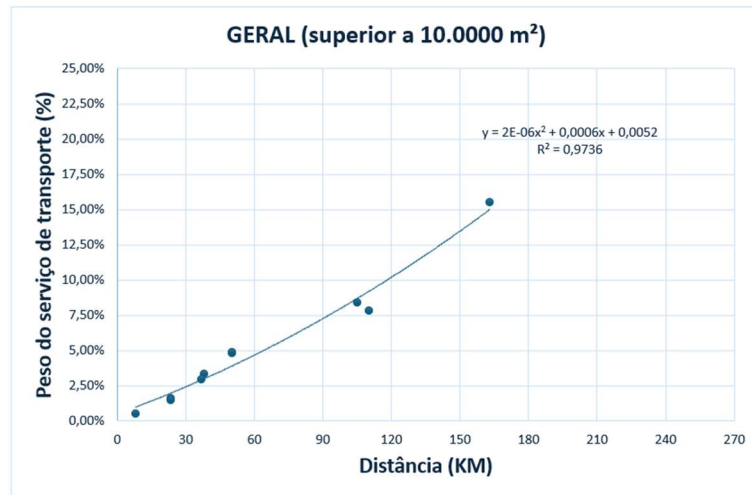
Y = Peso do serviço de transporte, em %

X = Distância da jazida ao local da obra, em KM

Nas obras com área pavimentada superior a 10.000 m², foram observados os

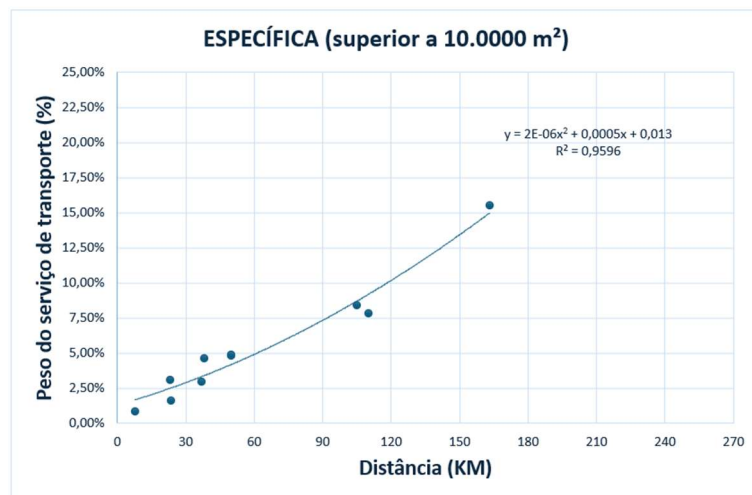
maiores níveis de correlação e explicação entre as variáveis estudadas. O coeficiente de correlação (r) apresentou valor de 0,983 para a representatividade geral e de 0,973 para a representatividade específica, confirmando uma correlação positiva muito forte entre a distância de transporte e o peso do serviço de transporte.

Gráfico 11: Representatividade Geral para Áreas superiores a 10.000 m²



Fonte: Autor, 2025

Gráfico 12: Representatividade Específica para Áreas a superiores a 10.000 m²



Fonte: Autor, 2025

Os gráficos de dispersão dessa faixa apresentaram comportamento altamente alinhado à curva de tendência, com dispersão mínima dos pontos. Os coeficientes de determinação (R^2) alcançaram valores de 0,9736 para a representatividade geral e de 0,9596 para a representatividade específica, indicando que a distância explica a maior parte da variação observada no peso do serviço de transporte em obras de grande

porte. Dessa forma, as equações polinomiais quadráticas que representam as curvas de tendência dessa faixa são:

Para a Representatividade Geral:

$$y = \frac{0,2 \cdot x^2 + 60 \cdot x + 520}{10^5}$$

Para a Representatividade Específica:

$$y = \frac{0,2 \cdot x^2 + 50 \cdot x + 1300}{10^5}$$

Onde:

Y = Peso do serviço de transporte, em %

X = Distância da jazida ao local da obra, em KM

Embora a análise por faixas de áreas pavimentadas tenha evidenciado comportamentos coerentes para os parâmetros adotados nessa pesquisa, com índice de correlação (r) e índice de determinação (R^2) elevados, a equação geral e específica da amostra padronizada, presente no item 6.4, apresentaram uma maior solidez e confiabilidade estatística. Isso se deve ao fato de essas equações serem ajustadas a uma amostra mais ampla, representativa e metodologicamente homogênea, reduzindo efeitos de segmentação excessiva e garantindo maior estabilidade dos parâmetros do modelo.

Os resultados obtidos ao longo das diferentes etapas de análise indicaram que a distância de transporte se caracteriza como a variável que exerce maior influência sobre o peso do serviço de transporte nos orçamentos analisados. A recorrência de elevados valores de correlação e de determinação, observados tanto nas análises preliminares quanto nas análises subsequentes, padronizadas e segmentadas por faixas de área, evidencia que as variações no peso do serviço de transporte estão predominantemente associadas às distâncias adotadas entre a jazida do insumo e o local de execução das obras.

Dessa forma, as equações padronizadas geral e específica, são as que devem ser consideradas como referência final dos resultados desta pesquisa, pois constituem a melhor representação global da influência da distância de transporte no peso do

serviço de transporte em obras públicas de pavimentação em paralelepípedo no Estado do Piauí, sendo mais adequadas para análises comparativas, estimativas técnicas e avaliação orçamentária.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal analisar a influência da distância de transporte da pedra paralelepípedo no peso percentual do serviço de transporte no valor final das obras públicas de pavimentação no Estado do Piauí. Para tanto, foram analisados orçamentos de obras licitadas em 2024, após a Nota Técnica nº 01/2024 do TCE-PI, com foco exclusivo naquelas que orçaram o serviço de transporte por meio do momento de transporte.

Durante a análise, e com os resultados obtidos desta, evidenciou-se que a distância de transporte se apresentava como a variável de maior influência sobre o valor do serviço de transporte, apresentando forte correlação com sua representatividade tanto em relação ao valor global da obra quanto ao valor específico da pavimentação. As análises estatísticas realizadas, especialmente após o processo de padronização da amostra, demonstraram coeficientes elevados de correlação e determinação, confirmando que o aumento da distância impacta de forma direta o peso do serviço de transporte nos orçamentos analisados.

Ademais, quando houve a separação da análise por faixas de áreas pavimentadas, foi revelado comportamentos coerentes e tendências bem definidas dentro de cada segmento, indicando que a relação entre distância e representatividade do transporte se mantém de certo modo estável e coeso mesmo quando considerados diferentes portes de obras. Contudo, verificou-se que a segmentação excessiva da amostra tende a reduzir a consistência estatística dos modelos, uma vez que limita o número de observações e amplia a sensibilidade a variações pontuais. Nesse sentido, as equações geral e específica obtidas a partir da amostra padronizada mostraram-se estatisticamente mais sólidas, representativas e metodologicamente consistentes.

Dessa forma, conclui-se que as equações empíricas geral e específica da amostra padronizada devem ser consideradas como referência final dos resultados desta pesquisa, sendo mais adequadas para análises comparativas, estimativas técnicas e avaliações orçamentárias no âmbito das obras públicas de pavimentação

em paralelepípedo no Estado do Piauí.

Durante o levantamento das obras de pavimentação que compuseram a amostra desta pesquisa, apresentado no Apêndice A, observou-se que a maioria dos orçamentos ainda adotava o valor da pedra paralelepípedo com base em custos da data-base ORSE, apesar de a Nota Técnica nº 01/2024 do TCE-PI apontar que esses valores não refletem a realidade das cotações do milheiro de pedra no Estado do Piauí. Além da diferença de valores, identificou-se uma incompatibilidade quanto à mineralogia da rocha, uma vez que a composição do ORSE descreve pedras de origem granítica, enquanto, que na prática das obras analisadas, o material efetivamente empregado é predominantemente arenítico, condição esta compatível com o contexto geológico do Estado do Piauí, onde são mais frequentes os afloramentos de rochas areníticas, conforme discutido no tópico de geologia desta pesquisa.

Essa situação foi recorrente na maior parte dos contratos analisados, abrangendo tanto aqueles que escolheram orçar pelo momento de transporte quanto os que consideraram o frete embutido no custo do serviço de pavimentação. Ademais, verificou-se que pouquíssimos orçamentos apresentaram cotações específicas do milheiro de pedra, conforme exigido para a precificação desse tipo de obra, o que se evidencia pelo fato de que, em grande parte dos orçamentos constados no Apêndice A, a localização da jazida não foi informada, não sendo identificada nem nos orçamentos, nem nas memórias de cálculo ou nos projetos apresentados. Vale ressaltar que, embora essas constatações não constituíram o foco central desta pesquisa, elas foram observadas de forma recorrente durante o levantamento da amostra.

Por fim, este trabalho busca contribuir para maior compreensão da relevância da distância no peso do serviço de transporte da pedra em obras públicas de pavimentação em paralelepípedo. Ao evidenciar estatisticamente a influência dessa variável, a pesquisa pretende oferecer subsídios técnicos para engenheiros orçamentistas, gestores públicos e órgãos de controle auxiliando na tomada de decisões nesse tipo de intervenção. Destaca-se, contudo, que as equações propostas no modelo desenvolvido são válidas para o conjunto de dados analisados nesta pesquisa, não devendo ser interpretadas como regras universais, mas sim como ferramentas auxiliares de estimativa e análise, capazes de apoiar a tomada de decisão técnica e a avaliação da coerência dos valores orçados no contexto estudado.

REFERÊNCIAS

BERNUCCI, Liedi Bariani; ABEDA, Petrobras. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2011.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO PIAUÍ. **Nota Técnica nº 01/2024: Pavimentação em Paralelepípedo**. Teresina: TCE-PI, 2024. Disponível em: <https://www.tce.pi.gov.br>. Acesso em: 10 set. 2025.

MINERAIS DO PARANÁ S.A. – MINEROPAR. **Paralelepípedos e Alvenaria Poliédrica: Manual de Utilização**. Curitiba: Minerais do Paraná S.A., 1983

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. **Manual de Pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006. 274 p. (Publicação IPR, n. 719).

MACIEL, Anderson Brum. **Pavimentos intertravados**. Porto Alegre: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT), 2007. Dossiê técnico. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br>. Acesso em: 7 dez. 2025.

SAMPAIO, Matheus Caetano. **Análise comparativa entre pavimento asfáltico e pavimento intertravado**. 2016. 66 f. Trabalho de Graduação (Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Guaratinguetá, 2016.

Caixa Econômica Federal. **SINAPI: Caderno Técnico de Composições – Pavimentações diversas: paralelepípedos e pedras poliédricas**. Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2020. Atualizado em mar. 2023.

VAZ, Luiz F. **Classificação genética dos solos e dos horizontes de alteração de rocha em regiões tropicais**. *Solos e Rochas*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 117–136, ago. 1996.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. **Geodiversidade do Estado do Piauí**. Recife: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2010. 260 p. (Programa Geologia do Brasil: Levantamento da Geodiversidade).

SANTOS, Álvaro Rodrigues dos. **Geologia de Engenharia: conceitos, método e prática**. 4. ed. rev. e ampl. São Paulo: O Nome da Rosa Editora, 2023.

TERRA, Gerson José Salamoni; SPADINI, Adali Ricardo; FRANÇA, Almério Barros et al. **Classificação de rochas carbonáticas aplicável às bacias sedimentares brasileiras**. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 9–29, nov. 2009/maio 2010.

MARTINS-NETO, Marcelo A. **Classificação de bacias sedimentares: uma revisão comentada**. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, p. 165–176, mar. 2006.

MILANI, Edison José; RANGEL, Hamilton Duncan; BUENO, Gilmar Vital et al. **Bacias Sedimentares Brasileiras: cartas estratigráficas**. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 183–205, maio. 2007.

LAGES, Francisco Correia Filho. **Projeto avaliação de depósitos minerais para a construção civil PI/MA**. Teresina: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), 1997. v. 1.

BRASIL. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Mapa geológico do Estado do Piauí**. 2. ed. Brasília, DF: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2006. Escala 1:1.000.000.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. São Paulo: PINI, 2006

Caixa Econômica Federal. **SINAPI – Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. 10. ed. Brasília, DF: CAIXA, 2024.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. **Manual de custos de infraestrutura de transportes: metodologia e conceitos**. 2. ed. Brasília, DF: DNIT, 2025.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **SICRO – Planilha de equipamentos mecânicos: transportes**. Brasília, DF: DNIT, 2025.

17	MARCOLÂNDIA	26/09/2024	Picos (PI)	6°58'13,5860" S 41°27'03,8920" W	MARCOLÂNDIA	E=316901,46 N=9177380,02	20,10%	R\$ 287,594,00	R\$ 175,956,53	1,593,99	123,54	1,107,61	-	R\$ 0,82	R\$ 908,24	7,95%	13,00%	3,98	SICRO/ JANEIRO/2024 5915320	TRANSPORTE DE PEDRA PARALELEPÍPEDO COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³ - RODOVIA EM REVESTIMENTO PRIMÁRIO	
												33,272,45	-	R\$ 0,66	R\$ 21,959,82			119,56	SICRO/ JANEIRO/2024 5915321	TRANSPORTE DE PEDRA PARALELEPÍPEDO COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³ - RODOVIA PAVIMENTADA	
18	SECRETARIA ESTADUAL DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL	18/09/2024	COCAL	N/A.	PARAÍBA	2°54'47,58" S 41°49'34,17" W	28,14%	R\$ 400,181,58	R\$ 400,181,58	2,517,00	130,00	32,721,00	-	R\$ 1,20	R\$ 39,265,20	9,81%	9,81%	130,00	SINAPI 02/2024 - 93590	Transporte de pedra com caminhão basculante de 10 m³	Altura = 0,10 m
19	SECRETARIA DA IRRIGAÇÃO E INFRAESTRUTURA HIDRICA	13/09/2024	ALEGRETE	N/A.	ALEGRETE	E=302233,30 N=9201615,94	21,91%	R\$ 359,183,35	R\$ 359,183,35	2,429,00	20,00	11,309,42	-	R\$ 0,90	R\$ 10,178,48	2,83%	2,83%	20,00	SICRO - 07/2023 5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada	OC01 Massa de pedra por m³ = 0,233 tm³
20	SAO LUIS DO PIAUI	11/09/2024	Picos	6°58'13,5860" S 41°27'03,8920" W	SAO LUIS DO PIAUI	6,821638" S 41,322164" W	20,74%	R\$ 278,966,00	R\$ 202,952,79	1,652,00	52,48	2,908,83	-	R\$ 0,82	R\$ 2,385,24	3,20%	4,40%	11,90	SICRO/ JANEIRO/2024 5915320	TRANSPORTE DE PEDRA PARALELEPÍPEDO COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³ - RODOVIA EM REVESTIMENTO PRIMÁRIO	
												9,919,35	-	R\$ 0,66	R\$ 6,546,77			40,58	SICRO/ JANEIRO/2024 5915321	TRANSPORTE DE PEDRA PARALELEPÍPEDO COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³ - RODOVIA PAVIMENTADA	
21	SECRETARIA DAS CIDADES	10/09/2024	BURITI DOS LOPES	N/A.	BURITI DOS LOPES	3,183628" S 41,876552" W	22,00%	R\$ 276,206,54	R\$ 276,206,54	2,319,00	10,00	4,090,00	-	R\$ 0,62	R\$ 2,535,80	0,92%	0,92%	10,00	SINAPI 02/2024 - 93599	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: TKM)	Massa de pedra por m³ = 0,1764 tm³
22	IDEPI	09/09/2024	BURITI DOS LOPES	N/A.	BURITI DOS LOPES	E(0)=174492,06 N(0)=9541859,6 5	26,85%	R\$ 2,073,272,51	R\$ 2,073,272,51	15,084,00	23,40	-	28,935,26	R\$ 1,17	R\$ 33,854,25	1,63%	1,63%	23,40	SINAPI - 05/2024 93590	TRANSPORTE DE PEDRA COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020 - PEDRA	
23	ISAIAS COELHO	06/09/2024	ISAIAS COELHO	7°44'26" S 41°53,888" W	ISAIAS COELHO	7°44'4,52" S 41°41'11,96" W	25,81%	R\$ 624,358,70	R\$ 624,358,70	5,258,00	41,00	37,301,42	-	R\$ 0,96	R\$ 35,809,36	5,93%	5,93%	39,90	SICRO/ JANEIRO/2024 5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada	
												1,028,36	-	R\$ 1,17	R\$ 1,203,17			1,10	SICRO/ JANEIRO/2024 5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário	
24	DEMERVAL LOBÃO	05/09/2024	DEMERVAL LOBÃO	05°31'58,1" S 42°38'24" W	DEMERVAL LOBÃO	E=758074,91 N=9405996,84	23,10%	R\$ 1,458,650,74	R\$ 1,316,659,84	9,970,64	21,00	2,002,25	-	R\$ 0,81	R\$ 1,621,82	1,26%	1,78%	1,20	SICRO- DMT JULHO/2023 5915320	Transporte de pedra paralelepípedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em revestimento primário	
												33,037,22	-	R\$ 0,66	R\$ 21,804,57			19,80	SICRO- DMT JULHO/2023 5915321	Transporte de pedra paralelepípedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia pavimentada	
25	SECRETARIA DO AGRONEGOCIO E DO EMPREENDEDORISMO RURAL	05/09/2024	VALENÇA	N/A.	VALENÇA	5,453973" S 41,798591" W	22,00%	R\$ 951,397,25	R\$ 951,397,25	6,000,00	10,00	-	6,000,00	R\$ 0,65	R\$ 3,900,00	0,41%	0,41%	10,00	SINAPI 93590	Transporte em caminhão basculante	OC04 Cálculo inverso Altura = 0,10 m
26	SECRETARIA DA ASSISTENCIA TECNICA E DEFESA AGROPECUARIA	28/08/2024	São José do Divino	N/A.	São José do Divino		21,96%	R\$ 642,836,04	R\$ 642,837,04	4,995,00	61,00	18,692,29	-	R\$ 1,62	R\$ 30,281,51	6,63%	6,63%	30,00	SINAPI 01/2024 - 95678	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: TKM), AF_07/2020	OC01 Massa de pedra por m³ = 0,1134 tm³ consumo x volume x peso especifico
												19,315,37	-	R\$ 0,64	R\$ 12,361,83			31,00	SINAPI 01/2024 - 93596	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: TKM), AF_07/2020	0,039 mil/m³ x 2,52 m³/ml x 1,5 tm³
27	SECRETARIA DO AGRONEGOCIO E DO EMPREENDEDORISMO RURAL	27/08/2024	CAMPO GRANDE DO PIAUÍ	N/A.	CAMPO GRANDE DO PIAUÍ	7,132574" S 41,035380" W	22,00%	R\$ 875,902,55	R\$ 875,902,55	5,520,00	44,69	-	20,680,00	R\$ 0,65	R\$ 13,572,00	1,55%	1,55%	44,69	SINAPI 93590	Transporte em caminhão basculante	OC04 Cálculo inverso
			SÃO JULIÃO	N/A.	SÃO JULIÃO	7,077963" S 40,822855" W	22,00%	R\$ 720,389,81	R\$ 720,389,81	4,488,00	47,24	-	17,952,00	R\$ 0,65	R\$ 11,658,80	1,62%	1,62%	47,24	SINAPI 93591	Transporte em caminhão basculante	
28	IDEPI	19/08/2024	NAZÁRIA	5,474445" S 42,902609" W	TERESINA	5°5'26,75" S 42°38'52,25" W	26,85%	R\$ 473,676,00	R\$ 473,676,00	3,384,00	67,56	-	19,257,97	R\$ 1,19	R\$ 23,035,98	4,86%	4,86%	67,56	SINAPI - 01/2024 - 93590	TRANSPORTE DE PEDRA COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020	
29	SECRETARIA ESTADUAL DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL	19/08/2024	NAZÁRIA	N/A.	CURRALINHOS	5,614703" S 42,825187" W	28,14%	R\$ 595,221,49	R\$ 595,221,49	3,954,60	120,00	-	47,455,20	R\$ 1,20	R\$ 56,946,24	9,57%	9,57%	120,00	SINAPI 02/2024 93590	Transporte de pedra com caminhão basculante de 10 m³	Altura = 0,10 m
30	SECRETARIA ESTADUAL DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL	15/08/2024	CAXINGÓ	N/A.	ESPERANTINA	03°53'53,32" S 42°13'28,13" W	28,14%	R\$ 1,541,664,81	R\$ 1,541,664,81	10,277,20	105,00	-	107,910,60	R\$ 1,20	R\$ 128,492,72	8,40%	8,40%	105,00	SINAPI 02/2024 93590	Transporte de pedra com caminhão basculante de 10 m³	Altura = 0,10 m
31	SECRETARIA ESTADUAL DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL	15/08/2025 Nº 023024	MONSENHOR GIL	N/A.	SÃO PEDRO DO PIAUÍ	5°48'4,24" S 42°46'17,62" W	28,14%	R\$ 677,192,64	R\$ 677,192,64	4,350,00	150,00	-	65,250,00	R\$ 1,17	R\$ 76,342,50	11,27%	11,27%	150,00	SINAPI 02/2024 - 93591	Transporte de pedra com caminhão basculante de 10 m³	Altura = 0,10 m
32	PORTO ALEGRE DO PIAUI	09/08/2024	JERUMENHA	7° 449,60" S 43°32'47,80" W	PORTO ALEGRE DO PIAUÍ	E=588283,18 N=9229137,80	21,52%	R\$ 279,237,03	R\$ 197,871,03	1,442,00	89,20	742,28	-	R\$ 0,83	R\$ 616,09	6,02%	8,49%	3,00	OUTUBRO/2023 SICRO 5915320	Transporte de pedra paralelepípedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em revestimento primário	
												23,802,43	-	R\$ 0,68	R\$ 16,185,65			96,20	OUTUBRO/2023 SICRO 5915321	Transporte de pedra paralelepípedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia pavimentada	

33	SECRETARIA ESTADUAL DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL	09/08/2024	CAXINGÓ	N.A.	PIRIPIRI	4,333333° S 41,731278° W	28,14%	R\$ 591,788,94	R\$ 591,788,94	3,830,00	120,00	-	45,960,00	R\$ 1,20	R\$ 55,152,00	9,32%	9,32%	120,00	02/2024 SINAPI - 93590	Transporte de pedra com caminhão basculante de 10 m³	Altura = 0,10 m
34	BATALHA	09/08/2024	BATALHA	E= 817345,61 N= 9552960,38	BATALHA	E=823172 N=9555397	20,59%	R\$ 933,054,48	R\$ 585,800,59	4,831,08	7,00	5,446,63	-	R\$ 0,80	R\$ 4,357,30	0,47%	0,74%	7,00	SINAPI NOVEMBRO/2023 5915320	Transporte de pedra paralelepípedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em revestimento primário	OC01 Massa de pedra por m³ = 0,1663 tm³ 50 um³
35	SECRETARIA ESTADUAL DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL	09/08/2024 Nº 021/2024	ESPERANTINHA	N.A.	ESPERANTINHA	3°47'29,69" S 42°17'12,39" W	22,00%	R\$ 1,784,351,75	R\$ 1,784,351,75	10,950,60	110,00	-	120,456,60	R\$ 1,16	R\$ 139,729,66	7,83%	7,83%	110,00	SINAPI DEZEMBRO/2023	Transporte em caminhão basculante	Cálculo inverso Altura = 0,10 m
36	SECRETARIA ESTADUAL DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL	09/08/2024	TERESINHA	N.A.	TERESINHA	5,192547° S 42,792791° W	22,00%	R\$ 1,519,368,87	R\$ 1,519,368,87	6,777,00	190,11	-	166,860,00	R\$ 1,17	R\$ 195,226,20	12,85%	12,85%	190,11	SINAPI DEZEMBRO/2023 4	Transporte em caminhão basculante	Cálculo inverso Altura = 0,10 m
37	SECRETARIA DO AGRONEGÓCIO E DO EMPREENDEDORISMO RURAL	06/08/2024	PIRIPIRI	N.A.	PIRIPIRI	-4,279819° S -41,796371° W	22,00%	R\$ 2,914,656,05	R\$ 2,914,656,05	18,653,70	40,00	-	74,614,80	R\$ 0,65	R\$ 48,499,62	1,66%	1,66%	40,00	Sinapi 93590	Transporte em caminhão basculante	OC04 Cálculo inverso Altura = 0,10 m
38	SECRETARIA ESTADUAL DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL	06/08/2024	NAZARIA	N.A.	LAGOA ALEGRE	-4,458338° S -62,476444° W	28,14%	R\$ 1,407,784,02	R\$ 1,407,784,02	9,372,00	110,00	-	103,092,00	R\$ 1,20	R\$ 123,710,40	8,79%	8,79%	110,00	SINAPI - 93590 02/2024	Transporte de pedra com caminhão basculante de 10 m³	Altura = 0,10 m
39	HUGO NAPOLEAO	01/08/2024	Monsenhor Gil	E= 760932,64 N= 9388371,09	HUGO NAPOLEAO	E= 769624,00 N= 9337395,00	22,06%	R\$ 326,374,75	R\$ 239,858,29	1,599,24	59,50	289,05	-	R\$ 0,81	R\$ 234,13	2,91%	3,96%	1,20	SICRO 5915320 JULHO/2023	Transporte de pedra paralelepípedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em revestimento primário	OC01 Massa de pedra por m³ = 0,1548 tm³ 50 um³
												14,043,01	-	R\$ 0,66	R\$ 9,268,39			58,30	SICRO 5915321 JULHO/2023	Transporte de pedra paralelepípedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia pavimentada	Altura x largura, comprimento 0,11 x 0,10 x 0,134 m
40	SECRETARIA ESTADUAL DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL	31/07/2024	BOM PRINCÍPIO	N.A.	BOM PRINCÍPIO		22,00%	R\$ 1,688,032,50	R\$ 1,688,032,50	9,552,00	140,00	-	133,728,00	R\$ 1,17	R\$ 156,461,76	9,27%	9,27%	140,00	SINAPI 12/2023 93590	Transporte em caminhão basculante	Cálculo inverso Altura = 0,10 m
41	ITAIPOLIS	31/07/2024	ITAIPOLIS	7°41'14,14"S 41°36'30,11"O	ITAIPOLIS	7°27',10"S 41°29'14,89"W	20,42%	R\$ 1,838,261,77	R\$ 1,237,647,11	10,977,61	13,93	21,589,12	-	R\$ 2,73	R\$ 58,938,30	3,97%	5,46%	11,06	SINAPI 08/2023 100947	TRANSPORTE COM CAMINHÃO CARROCERIA 9T, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30KM (UNIDADE: TKKM), AF_07/2020	OC02 Caminhão Carroceria 9T
												5,607,59	-	R\$ 2,52	R\$ 14,131,13			2,87	SINAPI 08/2023 100946	TRANSPORTE COM CAMINHÃO CARROCERIA 9T, EM VIA URBANA SEM REVESTIMENTO PRIMÁRIO (UNIDADE: TKKM), AF_07/2020	
42	P. M. DE NOSSA SENHORA DOS REMEDIOS	31/07/2024	P. M. DE NOSSA SENHORA DOS REMEDIOS	4° 00' 21,60" S 42° 38' 52,00" W	P. M. DE NOSSA SENHORA DOS REMEDIOS	3° 58' 44,552" S 42° 37' 01,288" W	22,00%	R\$ 574,000,17	R\$ 574,000,17	4,789,92	5,20	57,948,33	-	R\$ 0,82	R\$ 47,517,63	8,28%	8,28%	5,20	SICRO3 - 01/2024 5915320	Transporte com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em revestimento primário	OC01 Massa de pedra por m³ = 0,7580 tm³ Massas das pedras variavam na memória de cálculo
43	SETRANS	24/07/2024	Monsenhor Gil	N.A.	TERESINHA	E= 5° 252,19"S N= 42°41'6,88"O	26,85% CD	R\$ 485,643,66	R\$ 485,643,66	3,162,00	90,00	54,639,36	-	R\$ 1,71	R\$ 93,433,31	19,24%	19,24%	90,00	SINAPI OUTUBRO/2023 95879	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: TKKM), AF_07/2020 (PARALELEPÍPEDO)	OC01 Massa de pedra por m³ = 0,1920 tm³ consumo = 0,035 m³/m² peso = 607,10 ton
44	SETRANS	23/07/2024	BARRAS	N.A.	BARRAS	E=794275,89 N=9520863,30	26,77% CD	R\$ 455,603,74	R\$ 455,603,74	3,036,00	30,00	-	1,845,00	R\$ 1,37	R\$ 2,527,65	0,55%	0,55%	30,00	SINAPIPI - JULHO/2023 93590	Transporte com caminhão basculante em via urbana	OC01 Largura x Altura = 0,123 m²
45	P. M. DE CAMPO MAIOR	22/07/2024	COIVARAS	05°01'23,85" S 42°19'16,32" O	CAMPO MAIOR	E = 804347,1275 N = 9494057,7585	20,94%	R\$ 487,370,38	R\$ 487,370,38	4,319,54	65,00	6,912,13	-	R\$ 0,80	R\$ 5,529,70	6,87%	6,87%	9,00	SICRO 5915320 JULHO/2023	Transporte de pedra paralelepípedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em revestimento primário	
												43,008,80	-	R\$ 0,65	R\$ 27,956,72			56,00	SICRO 5915321 JULHO/2023	Transporte de pedra paralelepípedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia pavimentada	
46	IDEPI	19/07/2024	Teresina	N.A.	Teresina	E=756733,74 N=9429597,14	29,95%	R\$ 347,124,24	R\$ 347,124,24	2,771,68	53,10	394,24	-	R\$ 2,26	R\$ 890,98	8,93%	8,93%	0,80	SINAPI - 03/2024 93595	TRANSPORTE DE PEDRA COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA EM REVESTIMENTO PRIMÁRIO (UNIDADE: TKKM), AF_07/2020	OC03 PREÇO SINAPI
												37,167,95	-	R\$ 0,81	R\$ 30,106,04			52,30	SINAPI - 03/2024 93596	TRANSPORTE DE PEDRA COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: TKKM), AF_07/2020	
45	SECRETARIA DA IRRIGAÇÃO E INFRAESTRUTURA HÍDRICA	19/07/2024	Colônia do Gurgulú	N.A.	Colônia do Gurgulú	-6,089662° -43,774720°	21,91%	R\$ 597,789,60	R\$ 597,789,60	4,025,00	26,00	19,677,42	-	R\$ 0,90	R\$ 17,709,68	3,83%	3,83%	21,00	SICRO JAN 5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada	OC01 Massa de pedra por m³ = 0,2330 tm³
												4,685,10	-	R\$ 1,11	R\$ 5,200,46			5,00	SICRO JAN 5914390	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário	
48	SECRETARIA DO AGRONEGÓCIO E DO EMPREENDEDORISMO RURAL	19/07/2024	OEIRAS	N.A.	OEIRAS	-7,022394 -42,12778	22,00%	R\$ 759,114,22	R\$ 759,114,22	4,953,35	40,00	-	19,813,40	R\$ 1,17	R\$ 23,181,68	3,05%	3,05%	40,00	SINAPI 93590	Transporte em caminhão basculante	Cálculo inverso Altura = 0,10 m
49	P. M. DE SÃO JOSE DO PAUÍ	19/07/2024	PICOS	E= 223476,39 N= 9215469,44	São José do Pauí	E= 225760,00 m N= 9239671,00 m S	19,91%	R\$ 279,237,03	R\$ 185,469,92	1,452,00	36,10	7,736,72	-	R\$ 0,65	R\$ 5,028,87	1,80%	2,71%	36,10	SICRO 5915321	Transporte de pedra paralelepípedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia pavimentada	
50	SECRETARIA DO AGRONEGÓCIO E DO EMPREENDEDORISMO RURAL	18/07/2024	VERA MENDES	N.A.	VERA MENDES	-7,601100° -41,473644°	22,00%	R\$ 560,221,05	R\$ 560,221,05	3,414,40	40,00	-	13,657,60	R\$ 0,65	R\$ 8,877,44	1,58%	1,58%	40,00	SINAPI 93590	Transporte em caminhão basculante	OC04 Cálculo inverso Altura = 0,10 m
51	SECRETARIA DO AGRONEGÓCIO E DO EMPREENDEDORISMO RURAL	18/07/2024	URUÇUI	N.A.	URUÇUI	-8,200444 -44,394235	22,00%	R\$ 922,703,10	R\$ 922,703,10	5,760,00	40,00	-	23,040,00	R\$ 0,65	R\$ 14,976,00	1,62%	1,62%	40,00	SINAPI 93590	Transporte em caminhão basculante	OC04 Cálculo inverso Altura = 0,10 m
52	SECRETARIA DO AGRONEGÓCIO E DO EMPREENDEDORISMO RURAL	17/07/2024	MARCOS PARENTE	N.A.	MARCOS PARENTE	7° 7' 38" S 43° 58' 34" W	22,00%	R\$ 729,921,61	R\$ 729,921,61	4,521,04	40,00	-	19,284,16	R\$ 0,65	R\$ 11,754,70	1,61%	1,61%	40,00	SINAPI 93590	Transporte em caminhão basculante	OC04 Cálculo inverso Altura = 0,10 m

89	SECRETARIA DA IRRIGAÇÃO E INFRAESTRUTURA HÍDRICA	04/04/2024	AMARANTE	NA,	AMARANTE	-6°47'20"12" -42,72657°	21,91%	R\$ 399,872,81	R\$ 399,872,81	2,604,00	30,00	18.186,34	-	R\$ 0,90	R\$ 16,367,71	4,09%	4,09%			30,00	SICRO - 07/2023 5914390	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada	OC01 Massa de pedra por m³ = 0,2330 tm³ 55 un/m³
90	SECRETARIA DO AGRONEGOCIO E DO EMPREHEDEDORISMO RURAL	03/04/2024	JAICOS	NA,	JAICOS	-7°36'166" -41,141889°	22,00%	R\$ 1.063,876,82	R\$ 1.063,876,82	6,901,90	39,97	-	27,583,60	R\$ 0,65	R\$ 17,929,34	1,69%	1,69%			39,97	SINAPI 10/23 93590	Transporte em caminhão basculante	OC04 Cálculo inverso Altura = 0,10 m
91	SECRETARIA DO AGRONEGOCIO E DO EMPREHEDEDORISMO RURAL	27/03/2024	ALTO LONGA	NA,	ALTO LONGA	-5°36'2461" -42,202836°	22,00%	R\$ 894,572,52	R\$ 894,572,52	5,130,00	40,00	-	20,020,00	R\$ 0,65	R\$ 13,338,00	1,49%	1,49%			40,00	SINAPI 10/23 93590	Transporte em caminhão basculante	OC04 Cálculo inverso Altura = 0,10 m
92	SECRETARIA DE TURISMO	27/03/2024	Burit dos Montes	NA,	Burit dos Montes	5°12'49,99"S 41°35'0,95"O	25,22%	R\$ 2,524,148,86	R\$ 2,524,148,86	19,446,59	5,00	13,583,45	-	R\$ 2,05	R\$ 27,846,07	1,10%	1,10%			5,00	SHAPI - 95878 - nov/23	TRANSPORTE COMERCIAL COM CAMINHÃO CARROCERIA 9 T, RODOVIA PAVIMENTADA	OC01 Massa de pedra por m³ = 0,1397 tm³ 33,00 un/m³
93	P. M. DE SANTA FLORENA	18/03/2024	SANTA FLORENA	9° 31' 26,30" S e 46° 10' 33,76" W	SANTA FLORENA	S009° 07' 13,75" W045° 55' 15,13"	19,81%	R\$ 243,734,73	R\$ 243,734,73	2,069,90	79,00	552,04	-	R\$ 0,93	R\$ 513,40	13,55%	13,55%			1,50	Abri 2023 SICRO 5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada	
												28,524,05	-	R\$ 1,14	R\$ 32,517,42				77,50	Abri 2023 SICRO 5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia não pavimentada		
94	P. M. DE SANTA FLORENA	18/03/2024	SANTA FLORENA	9° 31' 26,30" S e 46° 10' 33,76" W	SANTA FLORENA	390093 m E 8991824 m S	19,81%	R\$ 244,473,00	R\$ 244,473,00	2,030,50	79,45	703,98	-	R\$ 0,93	R\$ 654,70	13,32%	13,32%			1,95	Abri 2023 SICRO 5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada	
												27,981,10	-	R\$ 1,14	R\$ 31,898,45				77,50	Abri 2023 SICRO 5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia não pavimentada		
95	P. M. DE SUSSUAPARA	15/03/2024	Picos	6°58'13,5860"S 41°27'03,8920" W	SUSSUAPARA	E = 236234,79 N = 9224307,64	20,74%	R\$ 536,775,85	R\$ 321,230,16	2,758,00	22,91	5,682,97	-	R\$ 0,80	R\$ 4,546,38	1,49%	2,49%			11,86	SICRO: JULHO/2023 5915320	TRANSPORTE DE PEDRA PARALELEPÍPEDO COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³ - RODOVIA EM REVESTIMENTO PRIMÁRIO	
												5,294,84	-	R\$ 0,65	R\$ 3,441,65				11,05	SICRO: JULHO/2023 5915321	TRANSPORTE DE PEDRA PARALELEPÍPEDO COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³ - RODOVIA PAVIMENTADA		
96	SECRETARIA DA IRRIGAÇÃO E INFRAESTRUTURA HÍDRICA	14/03/2024	ALEGRETE	NA,	ALEGRETE	-7°20'0611" -40,784720°	21,91%	R\$ 399,027,62	R\$ 399,027,62	2,640,00	20,00	12,291,84	-	R\$ 0,90	R\$ 11,062,66	2,77%	2,77%			20,00	SICRO - 07/2023 5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada	OC01 Massa de pedra por m³ = 0,2330 tm³ 55 un/m³
97	P. M. DE JAICOS	11/03/2024	JAICOS	NA,	JAICOS	E = 263305,80 N = 9185031,99	21,19%	R\$ 1.401,218,13	R\$ 950,647,81	7,849,92	63,60	48,226,42	-	R\$ 0,84	R\$ 40,510,19	4,67%	6,88%			36,40	SICRO ABRIL/2023 5915320	Transporte de pedra paralelepipedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em revestimento primário	
												36,037,32	-	R\$ 0,69	R\$ 24,865,75				27,20	SICRO ABRIL/2023 5915321	Transporte de pedra paralelepipedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia pavimentada		
98	P. M. DE BATALHA	07/03/2024	BATALHA	E= 817345,61 N= 9652960,58	BATALHA	E=822634,00 N= 9553905,00	19,70%	R\$ 1,858,650,74	R\$ 1,208,112,43	10,020,75	7,80	10,514,16	-	R\$ 0,83	R\$ 8,726,75	0,55%	0,84%			6,50	SICRO JANIEIRO/2023 5915320	Transporte de pedra paralelepipedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em revestimento primário	
												2,102,83	-	R\$ 0,68	R\$ 1,429,92				1,30	SICRO JANIEIRO/2023 5915321	Transporte de pedra paralelepipedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia pavimentada		
99	P. M. DE CAMPO MAIOR	04/03/2024	Covaras	E= 809171,49 N= 9444067,00	CAMPO MAIOR	E= 812265,35; N= 9463946,26	20,94%	R\$ 1,858,650,74	R\$ 704,641,83	29,552,39	25,20	17,149,25	-	R\$ 0,83	R\$ 14,233,88	4,71%	12,43%			3,50	SICRO JANIEIRO/2023 5915320	Transporte de pedra paralelepipedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em revestimento primário	
												106,325,35	-	R\$ 0,69	R\$ 73,364,49				21,70	SICRO JANIEIRO/2023 5915321	Transporte de pedra paralelepipedo com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia pavimentada		
100	SECRETARIA DO AGRONEGOCIO E DO EMPREHEDEDORISMO RURAL	04/03/2024	SANTA HELENA	NA,	SANTA HELENA	4°54'48,56" S 42°51'47,71" O	22,00%	R\$ 849,950,18	R\$ 849,950,18	5,670,00	40,00	-	22,680,00	R\$ 0,65	R\$ 14,742,00	1,73%	1,73%			40,00	SINAPI 10/23 93590	Transporte em caminhão basculante	OC04 Cálculo inverso Altura = 0,10 m

APÊNDICE B - PLANILHA DE ANÁLISE PRELIMINAR

AMBAS AS UNIDADES

Correlação r entre A e B (Geral)	0,869
Correlação r entre A e C (Espec)	0,867

	Área Pavimentada (M²)	A	B	C	Situação das calçadas
		Distância (KM)	Repre. Geral	Repre. Espec.	
T x KM	779,80	18,00	1,27%	1,80%	TEM
	1.232,10	154,00	11,29%	15,38%	TEM
	1.362,00	123,42	8,06%	11,14%	TEM
	1.442,00	99,20	6,02%	8,49%	TEM
	1.452,00	36,10	1,80%	2,71%	TEM
	1.463,90	19,60	1,32%	1,74%	TEM
	1.593,99	123,54	7,95%	13,00%	TEM
	1.599,24	59,50	2,91%	3,96%	TEM
	1.600,00	77,20	5,89%	7,70%	TEM
	1.652,00	52,48	3,20%	4,40%	TEM
	2.030,50	79,45	13,32%	13,32%	Sem calçadas
	2.069,90	79,00	13,55%	13,55%	Sem calçadas
	2.162,50	18,00	1,72%	2,52%	TEM
	2.319,00	10,00	0,92%	0,92%	Sem calçadas
	2.429,00	20,00	2,83%	2,83%	Sem calçadas
	2.514,00	50,00	7,71%	7,71%	Sem calçadas
	2.604,00	30,00	4,09%	4,09%	Sem calçadas
	2.637,11	108,30	6,53%	9,07%	TEM
	2.640,00	20,00	2,77%	2,77%	Sem calçadas
	2.758,00	22,91	1,49%	2,49%	TEM
	2.765,00	15,00	2,17%	2,17%	Sem calçadas
	2.771,68	53,10	8,93%	8,93%	Sem calçadas
	2.858,02	18,40	3,09%	3,09%	Sem calçadas
	3.030,00	32,19	2,61%	2,61%	Sem calçadas
	3.036,00	30,00	0,55%	0,55%	Sem calçadas
	3.144,30	23,46	3,26%	3,26%	Sem calçadas
	3.162,00	90,00	19,24%	19,24%	Sem calçadas
	3.454,80	50,00	7,71%	7,71%	Sem calçadas
	3.633,23	19,60	2,85%	2,85%	Sem calçadas
	3.710,00	34,38	3,31%	3,31%	Sem calçadas
	4.025,00	26,00	3,83%	3,83%	Sem calçadas
	4.351,00	66,10	3,05%	3,05%	Sem calçadas
	4.412,46	30,90	3,94%	3,94%	Sem calçadas
	4.718,50	104,00	4,98%	6,98%	TEM
	4.788,00	12,00	2,13%	2,13%	Sem calçadas
	4.789,92	5,20	8,28%	8,28%	Sem calçadas
	4.831,08	7,00	0,47%	0,74%	TEM
	4.833,72	9,00	1,85%	1,85%	Sem calçadas
	4.935,64	4,10	0,89%	0,89%	Sem calçadas
	4.995,00	61,00	6,63%	6,63%	Sem calçadas
	5.016,31	265,00	22,06%	22,06%	Sem calçadas
	5.258,00	41,00	5,93%	5,93%	Sem calçadas
	7.266,00	45,00	4,46%	4,46%	Sem calçadas
	7.783,60	21,85	4,73%	4,73%	Sem calçadas
	7.849,92	63,60	4,67%	6,88%	TEM
	8.057,69	265,00	22,40%	22,40%	Sem calçadas
	9.075,00	110,40	6,56%	10,37%	TEM
	9.970,64	21,00	1,26%	1,78%	TEM
	10.020,75	7,80	0,55%	0,84%	TEM
	10.191,00	38,10	3,34%	4,64%	TEM
	10.698,00	50,00	4,86%	4,86%	Sem calçadas
	10.977,61	13,93	3,97%	5,46%	TEM
	12.024,78	163,00	15,55%	15,55%	Sem calçadas
	12.331,83	26,97	1,56%	2,33%	TEM
	12.984,00	6,10	1,56%	1,56%	Sem calçadas

M³ x KM	18.752,28	23,30	1,52%	3,11%	TEM
	19.446,59	5,00	1,10%	1,10%	Sem calçadas
	19.986,00	50,00	4,88%	4,88%	Sem calçadas
	29.552,39	25,20	4,71%	12,43%	TEM
	2.208,00	40,00	1,62%	1,62%	Sem calçadas
	2.517,00	130,00	9,81%	9,81%	Sem calçadas
	2.772,00	10,00	0,33%	0,33%	Sem calçadas
	2.883,00	43,50	3,21%	3,21%	Sem calçadas
	3.078,00	127,19	12,14%	12,14%	Sem calçadas
	3.384,00	67,56	4,86%	4,86%	Sem calçadas
	3.414,40	40,00	1,58%	1,58%	Sem calçadas
	3.429,40	40,00	1,66%	1,66%	Sem calçadas
	3.830,00	120,00	9,32%	9,32%	Sem calçadas
	3.845,40	40,00	1,57%	1,57%	Sem calçadas
	3.954,60	120,00	9,57%	9,57%	Sem calçadas
	4.038,00	148,00	12,28%	12,28%	Sem calçadas
	4.319,54	65,00	6,87%	6,87%	Sem calçadas
	4.350,00	150,00	11,27%	11,27%	Sem calçadas
	4.488,00	47,24	1,62%	1,62%	Sem calçadas
	4.521,04	40,00	1,61%	1,61%	Sem calçadas
	4.953,35	40,00	3,05%	3,05%	Sem calçadas
	5.130,00	40,00	1,49%	1,49%	Sem calçadas
	5.160,00	10,00	0,73%	0,73%	Sem calçadas
	5.520,00	44,69	1,55%	1,55%	Sem calçadas
	5.670,00	40,00	1,73%	1,73%	Sem calçadas
	5.722,00	77,09	2,68%	2,68%	Sem calçadas
	5.760,00	40,00	1,62%	1,62%	Sem calçadas
	5.994,00	247,45	23,51%	23,51%	Sem calçadas
	5.994,00	66,35	1,71%	1,71%	Sem calçadas
	6.000,00	10,00	0,41%	0,41%	Sem calçadas
	6.335,00	77,09	6,16%	6,16%	Sem calçadas
	6.480,00	71,00	13,80%	13,80%	Sem calçadas
	6.604,00	10,00	3,85%	3,85%	Sem calçadas
	6.720,00	183,00	17,69%	17,69%	Sem calçadas
	6.818,00	40,00	1,62%	1,62%	Sem calçadas
	6.901,90	39,97	1,69%	1,69%	Sem calçadas
	8.777,00	190,11	12,85%	12,85%	Sem calçadas
	9.372,00	110,00	8,79%	8,79%	Sem calçadas
	9.552,00	140,00	9,27%	9,27%	Sem calçadas
	9.995,00	40,00	1,86%	1,86%	Sem calçadas
	10.002,00	40,00	1,64%	1,64%	Sem calçadas
	10.277,20	105,00	8,40%	8,40%	Sem calçadas
	10.500,00	40,00	1,77%	1,77%	Sem calçadas
	10.950,60	110,00	7,83%	7,83%	Sem calçadas
	11.430,00	77,09	6,03%	6,03%	Sem calçadas
	13.468,68	36,90	2,97%	2,97%	Sem calçadas
	14.692,00	40,00	1,69%	1,69%	Sem calçadas
	15.084,00	23,40	1,63%	1,63%	Sem calçadas
	18.192,00	41,07	1,79%	1,79%	Sem calçadas
	18.653,70	40,00	1,66%	1,66%	Sem calçadas

APÊNDICE C - PLANILHA DE ANÁLISE SUBSEQUENTE

AMBAS AS UNIDADES

Correlação r entre A e B (Geral)	0,936
Correlação r entre A e C (Espec)	0,922

		A	B	C	
	Área Pavimentada (M²)	Distância (KM)	Repre. Geral	Repre. Espec.	Situação das calçadas
T x KM	10.020,75	7,80	0,55%	0,84%	TEM
	2.319,00	10,00	0,92%	0,92%	Sem calçadas
	779,80	18,00	1,27%	1,80%	TEM
	2.858,02	18,40	3,09%	3,09%	Sem calçadas
	1.463,90	19,60	1,32%	1,74%	TEM
	3.633,23	19,60	2,85%	2,85%	Sem calçadas
	9.970,64	21,00	1,26%	1,78%	TEM
	2.758,00	22,91	1,49%	2,49%	TEM
	18.752,28	23,30	1,52%	3,11%	TEM
	3.144,30	23,46	3,26%	3,26%	Sem calçadas
	29.552,39	25,20	4,71%	12,43%	TEM
	4.412,46	30,90	3,94%	3,94%	Sem calçadas
	3.030,00	32,19	2,61%	2,61%	Sem calçadas
	3.710,00	34,38	3,31%	3,31%	Sem calçadas
	1.452,00	36,10	1,80%	2,71%	TEM
	10.191,00	38,10	3,34%	4,64%	TEM
	5.258,00	41,00	5,93%	5,93%	Sem calçadas
	2.514,00	50,00	7,71%	7,71%	Sem calçadas
	10.698,00	50,00	4,86%	4,86%	Sem calçadas
	19.986,00	50,00	4,88%	4,88%	Sem calçadas
	3.454,80	50,00	7,71%	7,71%	Sem calçadas
	1.652,00	52,48	3,20%	4,40%	TEM
	7.849,92	63,60	4,67%	6,88%	TEM
	4.319,54	65,00	6,87%	6,87%	Sem calçadas
	4.351,00	66,10	3,05%	3,05%	Sem calçadas
	1.600,00	77,20	5,89%	7,70%	TEM
	2.069,90	79,00	13,55%	13,55%	Sem calçadas
	2.030,50	79,45	13,32%	13,32%	Sem calçadas
	1.442,00	99,20	6,02%	8,49%	TEM
	9.075,00	110,40	6,56%	10,37%	TEM
	1.362,00	123,42	8,06%	11,14%	TEM
	1.593,99	123,54	7,95%	13,00%	TEM
	1.232,10	154,00	11,29%	15,38%	TEM
	12.024,78	163,00	15,55%	15,55%	Sem calçadas
	5.016,31	265,00	22,06%	22,06%	Sem calçadas
	8.057,69	265,00	22,40%	22,40%	Sem calçadas
M³ x KM	5.160,00	10,00	0,73%	0,73%	Sem calçadas
	2.772,00	10,00	0,33%	0,33%	Sem calçadas
	15.084,00	23,40	1,63%	1,63%	Sem calçadas
	13.468,68	36,90	2,97%	2,97%	Sem calçadas
	4.953,35	40,00	3,05%	3,05%	Sem calçadas
	2.883,00	43,50	3,21%	3,21%	Sem calçadas
	3.384,00	67,56	4,86%	4,86%	Sem calçadas
	10.277,20	105,00	8,40%	8,40%	Sem calçadas
	10.950,60	110,00	7,83%	7,83%	Sem calçadas
	9.372,00	110,00	8,79%	8,79%	Sem calçadas
	3.954,60	120,00	9,57%	9,57%	Sem calçadas
	3.830,00	120,00	9,32%	9,32%	Sem calçadas
	3.078,00	127,19	12,14%	12,14%	Sem calçadas
	2.517,00	130,00	9,81%	9,81%	Sem calçadas
	9.552,00	140,00	9,27%	9,27%	Sem calçadas
	4.038,00	148,00	12,28%	12,28%	Sem calçadas
	4.350,00	150,00	11,27%	11,27%	Sem calçadas
	6.720,00	183,00	17,69%	17,69%	Sem calçadas
	8.777,00	190,11	12,85%	12,85%	Sem calçadas
	5.994,00	247,45	23,51%	23,51%	Sem calçadas

APÊNDICE D - PLANILHA DE ANÁLISE PADRONIZADA

AMBAS AS UNIDADES

Correlação r entre A e B (Geral) **0,964****Correlação r entre A e C (Espec)** **0,970**

		A	B	C	
	Área Pavimentada (M²)	Distância (KM)	Repre. Geral	Repre. Espec.	Situação das calçadas
T x KM	10.020,75	7,80	0,55%	0,84%	TEM
	2.319,00	10,00	0,92%	0,92%	Sem calçadas
	779,80	18,00	1,27%	1,80%	TEM
	2.858,02	18,40	3,09%	3,09%	Sem calçadas
	1.463,90	19,60	1,32%	1,74%	TEM
	3.633,23	19,60	2,85%	2,85%	Sem calçadas
	9.970,64	21,00	1,26%	1,78%	TEM
	2.758,00	22,91	1,49%	2,49%	TEM
	18.752,28	23,30	1,52%	3,11%	TEM
	3.144,30	23,46	3,26%	3,26%	Sem calçadas
	4.412,46	30,90	3,94%	3,94%	Sem calçadas
	3.030,00	32,19	2,61%	2,61%	Sem calçadas
	3.710,00	34,38	3,31%	3,31%	Sem calçadas
	1.452,00	36,10	1,80%	2,71%	TEM
	10.191,00	38,10	3,34%	4,64%	TEM
	5.258,00	41,00	5,93%	5,93%	Sem calçadas
	2.514,00	50,00	7,71%	7,71%	Sem calçadas
	10.698,00	50,00	4,86%	4,86%	Sem calçadas
	19.986,00	50,00	4,88%	4,88%	Sem calçadas
	3.454,80	50,00	7,71%	7,71%	Sem calçadas
	1.652,00	52,48	3,20%	4,40%	TEM
	7.849,92	63,60	4,67%	6,88%	TEM
	4.319,54	65,00	6,87%	6,87%	Sem calçadas
	4.351,00	66,10	3,05%	3,05%	Sem calçadas
	1.600,00	77,20	5,89%	7,70%	TEM
	1.442,00	99,20	6,02%	8,49%	TEM
	9.075,00	110,40	6,56%	10,37%	TEM
	1.362,00	123,42	8,06%	11,14%	TEM
	1.593,99	123,54	7,95%	13,00%	TEM
	1.232,10	154,00	11,29%	15,38%	TEM
	12.024,78	163,00	15,55%	15,55%	Sem calçadas
	5.016,31	265,00	22,06%	22,06%	Sem calçadas
	8.057,69	265,00	22,40%	22,40%	Sem calçadas
M³ x KM	5.160,00	10,00	0,73%	0,73%	Sem calçadas
	2.772,00	10,00	0,33%	0,33%	Sem calçadas
	15.084,00	23,40	1,63%	1,63%	Sem calçadas
	13.468,68	36,90	2,97%	2,97%	Sem calçadas
	4.953,35	40,00	3,05%	3,05%	Sem calçadas
	2.883,00	43,50	3,21%	3,21%	Sem calçadas
	3.384,00	67,56	4,86%	4,86%	Sem calçadas
	10.277,20	105,00	8,40%	8,40%	Sem calçadas
	10.950,60	110,00	7,83%	7,83%	Sem calçadas
	9.372,00	110,00	8,79%	8,79%	Sem calçadas
	3.954,60	120,00	9,57%	9,57%	Sem calçadas
	3.830,00	120,00	9,32%	9,32%	Sem calçadas
	3.078,00	127,19	12,14%	12,14%	Sem calçadas
	2.517,00	130,00	9,81%	9,81%	Sem calçadas
	9.552,00	140,00	9,27%	9,27%	Sem calçadas
	4.038,00	148,00	12,28%	12,28%	Sem calçadas
	4.350,00	150,00	11,27%	11,27%	Sem calçadas
	6.720,00	183,00	17,69%	17,69%	Sem calçadas
	8.777,00	190,11	12,85%	12,85%	Sem calçadas
	5.994,00	247,45	23,51%	23,51%	Sem calçadas

APÊNDICE E - PLANILHA DE ANÁLISE PADRONIZADA POR FAIXAS

AMBAS AS UNIDADES POR FAIXAS

Até 5.000 m²	Correlação r entre A e B (Geral)	0,925
	Correlação r entre A e C (Espec)	0,945
Entre 5.000 m² e 10.000m²	Correlação r entre A e B (Geral)	0,971
	Correlação r entre A e C (Espec)	0,973
Superior a 10.000 m²	Correlação r entre A e B (Geral)	0,983
	Correlação r entre A e C (Espec)	0,973

	A	B	C	
Área Pavimentada (M²)	Distância (KM)	Repre. Geral	Repre. Espec.	Situação das calçadas
779,80	18,00	1,27%	1,80%	TEM
1.232,10	154,00	11,29%	15,38%	TEM
1.362,00	123,42	8,06%	11,14%	TEM
1.442,00	99,20	6,02%	8,49%	TEM
1.452,00	36,10	1,80%	2,71%	TEM
1.463,90	19,60	1,32%	1,74%	TEM
1.593,99	123,54	7,95%	13,00%	TEM
1.600,00	77,20	5,89%	7,70%	TEM
1.652,00	52,48	3,20%	4,40%	TEM
2.319,00	10,00	0,92%	0,92%	Sem calçadas
2.514,00	50,00	7,71%	7,71%	Sem calçadas
2.517,00	130,00	9,81%	9,81%	Sem calçadas
2.758,00	22,91	1,49%	2,49%	TEM
2.772,00	10,00	0,33%	0,33%	Sem calçadas
2.858,02	18,40	3,09%	3,09%	Sem calçadas
2.883,00	43,50	3,21%	3,21%	Sem calçadas
3.030,00	32,19	2,61%	2,61%	Sem calçadas
3.078,00	127,19	12,14%	12,14%	Sem calçadas
3.144,30	23,46	3,26%	3,26%	Sem calçadas
3.384,00	67,56	4,86%	4,86%	Sem calçadas
3.454,80	50,00	7,71%	7,71%	Sem calçadas
3.633,23	19,60	2,85%	2,85%	Sem calçadas
3.710,00	34,38	3,31%	3,31%	Sem calçadas
3.830,00	120,00	9,32%	9,32%	Sem calçadas
3.954,60	120,00	9,57%	9,57%	Sem calçadas
4.038,00	148,00	12,28%	12,28%	Sem calçadas
4.319,54	65,00	6,87%	6,87%	Sem calçadas
4.350,00	150,00	11,27%	11,27%	Sem calçadas
4.351,00	66,10	3,05%	3,05%	Sem calçadas
4.412,46	30,90	3,94%	3,94%	Sem calçadas
4.953,35	40,00	3,05%	3,05%	Sem calçadas
5.016,31	265,00	22,06%	22,06%	Sem calçadas
5.160,00	10,00	0,73%	0,73%	Sem calçadas
5.258,00	41,00	5,93%	5,93%	Sem calçadas
5.994,00	247,45	23,51%	23,51%	Sem calçadas
6.720,00	183,00	17,69%	17,69%	Sem calçadas
7.849,92	63,60	4,67%	6,88%	TEM
8.057,69	265,00	22,40%	22,40%	Sem calçadas
8.777,00	190,11	12,85%	12,85%	Sem calçadas
9.075,00	110,40	6,56%	10,37%	TEM
9.372,00	110,00	8,79%	8,79%	Sem calçadas
9.552,00	140,00	9,27%	9,27%	Sem calçadas
9.970,64	21,00	1,26%	1,78%	TEM
10.020,75	7,80	0,55%	0,84%	TEM
10.191,00	38,10	3,34%	4,64%	TEM
10.277,20	105,00	8,40%	8,40%	Sem calçadas
10.698,00	50,00	4,86%	4,86%	Sem calçadas
10.950,60	110,00	7,83%	7,83%	Sem calçadas
12.024,78	163,00	15,55%	15,55%	Sem calçadas

13.468,68	36,90	2,97%	2,97%	Sem calçadas
15.084,00	23,40	1,63%	1,63%	Sem calçadas
18.752,28	23,30	1,52%	3,11%	TEM
19.986,00	50,00	4,88%	4,88%	Sem calçadas