

Impactos da ausência do levantamento topográfico em obras de infraestrutura rodoviária: Estudo de caso em Araucária, Paraná, Brasil

Impacts of the absence of topographic survey on road infrastructure works: A case study in Araucária, Paraná, Brazil

Impactos de la ausencia del levantamiento topográfico en obras de infraestructura vial: Estudio de caso en Araucária, Paraná, Brasil

Recebido: 15/04/2026 | Aceito: 21/04/2026 | Publicado: 22/04/2026

Ben Hur Custódio de Oliveira Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6872-1820>
Centro Universitário UNIFACEAR, Brasil
E-mail: benjuh12@gmail.com

Douglas Alduan

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4179-2345>
Centro Universitário UNIFACEAR, Brasil
E-mail: alduanengenharia@gmail.com

Matheus Pereira Mendes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9849-9306>
Centro Universitário UNIFACEAR, Brasil
E-mail: matheuspereiramendes99@gmail.com

Maysa Aparecida Cubas Colaço

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4757-3059>
Centro Universitário UNIFACEAR, Brasil
E-mail: maysacubas@gmail.com

Stephanie Abisag Sáez Meyer Piazza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8301-6734>
Universidade Cesumar, Brasil
E-mail: s.meyer.piazza@gmail.com

Giuliano Torrieri Nigro¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7537-7118>
Universidade Cesumar, Brasil
E-mail: giuliano.nigro@vitru.com.br

Vanessa Campagnoli Ursulino

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2690-8826>
Universidade Cesumar, Brasil
E-mail: campagnolivanessal@gmail.com

Aline Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5771-4643>
Universidade Cesumar, Brasil
E-mail: <https://orcid.org/0000-0001-5771-4643>

Resumo

Em obras de infraestrutura rodoviária, a topografia cumpre papel fundamental ao fornecer dados precisos sobre o terreno que fundamentam o projeto geométrico, a locação da obra, a fiscalização e o controle de volumes. O objetivo deste trabalho foi comparar a execução de uma obra de infraestrutura rodoviária com e sem o levantamento topográfico, avaliando os impactos financeiros decorrentes de sua ausência. A pesquisa adotou abordagem de estudo de caso qualitativo-quantitativo, realizado em 2022 no bairro Campina da Barra, município de Araucária, Paraná, em uma obra rodoviária urbana de 4,5 km. O levantamento de campo foi executado com Estação Total Leica TS02 pelo método planialtimétrico; os dados foram processados nos *softwares* Posição e AutoCAD Civil 3D para geração de seções transversais de corte e aterro. Os resultados revelaram diferenças de até 1,47 m nas profundidades da rede de drenagem e de 33 cm no greide de pista em relação ao projeto geométrico fornecido pela contratante. Essas divergências geraram dois aditivos contratuais: o primeiro no valor de R\$ 265.407,17 (2,42% do valor contratual) e o segundo de R\$ 1.451.243,15 (14,94%), totalizando R\$ 1.716.650,32, montante que representa 17,67% do valor total da obra e que não seria recebido pela executora sem o respaldo dos dados topográficos coletados. Conclui-se que o

¹ Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas, Universidade Cesumar, Brasil.

investimento em levantamento topográfico é economicamente justificável e tecnicamente indispensável na execução de obras rodoviárias.

Palavras-chave: Topografia rodoviária; Levantamento topográfico; Comparativo de custos; Projeto geométrico; Infraestrutura rodoviária.

Abstract

In road infrastructure works, topography plays a fundamental role by providing accurate terrain data that underpin the geometric design, construction staking, inspection, and volume control. The objective of this study was to compare the execution of a road infrastructure project with and without topographic survey, assessing the resulting financial impacts. A qualitative-quantitative case study approach was adopted, conducted in 2022 in the Campina da Barra neighborhood, municipality of Araucária, Paraná, Brazil, involving a 4.5 km urban road project. Field surveys were performed using a Leica TS02 Total Station via the planialtimetric method; data were processed in Posição and AutoCAD Civil 3D software to generate cross-sections for cut-and-fill analysis. Results revealed discrepancies of up to 1.47 m in drainage network depths and 33 cm in the road gradient profile compared to the geometric design supplied by the contracting authority. These differences generated two contractual addenda: the first amounting to R\$ 265,407.17 (2.42% of the contract value) and the second to R\$ 1,451,243.15 (14.94%), totaling R\$ 1,716,650.32, representing 17.67% of the total contract value, which would have been lost without the topographic data collected. It is concluded that investment in topographic surveying is economically justifiable and technically indispensable in road infrastructure works.

Keywords: Road topography; Topographic survey; Cost comparison; Geometric design; Road infrastructure.

Resumen

En las obras de infraestructura vial, la topografía desempeña un papel fundamental al proporcionar datos precisos sobre el terreno que sustentan el proyecto geométrico, la implantación de la obra, la fiscalización y el control de volúmenes. El objetivo de este trabajo fue comparar la ejecución de una obra de infraestructura vial con y sin levantamiento topográfico, evaluando los impactos financieros resultantes de su ausencia. La investigación adoptó un enfoque de estudio de caso cualitativo-cuantitativo, realizado en 2022 en el barrio Campina da Barra, municipio de Araucária, Paraná, Brasil, en una obra vial urbana de 4,5 km. El levantamiento de campo se ejecutó con Estación Total Leica TS02 mediante el método planialtimétrico; los datos fueron procesados en los *softwares* Posição y AutoCAD Civil 3D para la generación de secciones transversales de corte y relleno. Los resultados revelaron diferencias de hasta 1,47 m en las profundidades de la red de drenaje y de 33 cm en el perfil de la calzada en relación al proyecto geométrico suministrado por la contratante. Estas divergencias generaron dos adendas contractuales: la primera por valor de R\$ 265.407,17 (2,42% del valor contractual) y la segunda por R\$ 1.451.243,15 (14,94%), totalizando R\$ 1.716.650,32, equivalente al 17,67% del valor total de la obra. Se concluye que la inversión en levantamiento topográfico es económicamente justificable e indispensable en la ejecución de obras viales.

Palabras clave: Topografía vial; Levantamiento topográfico; Comparativo de costos; Proyecto geométrico; Infraestructura vial.

1. Introdução

Desde as civilizações mais antigas, a topografia tem sido utilizada para dividir porções de terra, determinar limites de propriedades e orientar atividades humanas no espaço. Com o desenvolvimento tecnológico e a crescente complexidade das obras de engenharia, tornou-se praticamente impossível conceber projetos sem o suporte de operações topográficas, especialmente com a incorporação de técnicas modernas como GNSS e sensoriamento remoto (McCormac, 2007, Madimarova et al., 2024).

De modo geral, a topografia consiste em levantamentos planialtimétricos em escalas e normas adequadas de uma superfície terrestre específica, tendo como operações fundamentais o levantamento e a locação topográfica (Coelho Junior et al., 2014; Filip et al., 2024). Trata-se da representação de um relevo específico, incluindo suas depressões e elevações, configurando-se como a operação inicial de qualquer obra de engenharia civil (Borges, 2013).

A topografia é considerada a base para diversos trabalhos de engenharia, uma vez que fornece informações sobre as formas e dimensões do terreno, as quais servirão de base para diversas aplicações, tais como projetos e execução de estradas, locação de obras, trabalhos de terraplenagem, implantação de sistemas de drenagem, entre outros (Veiga et al, 2012; Ali et al., 2025).

A realização de um levantamento topográfico segue as seguintes etapas: reconhecimento do terreno (que consiste na

delimitação da área a ser levantada e implantação dos piquetes); levantamento da poligonal (na qual percorre-se as estações da poligonal – materializadas em campo pelos piquetes, e efetua-se a medição de ângulos e distâncias horizontais); e por fim, levantamento de detalhes (o qual emprega-se o método das irradiações para a determinação de pontos e feições do terreno necessários para a representação da superfície terrestre, tais como alinhamentos prediais, divisas entre lotes, entrada de veículos das propriedades, pavimentos e meios-fios existentes, caixas de passagem de eletricidade, água, esgoto e telefonia, postes, árvores, sistema de drenagem pluvial existente, córregos, rios, terreno natural e etc.) (Silva Junior, 2003, Olatunde, & Olatunde, 2025).

Cabe salientar que, de acordo com a finalidade do levantamento topográfico, deve-se obedecer aos critérios de aceite preconizados na ABNT NBR 13.133:1994 – Execução de levantamento topográfico (ABNT, 1994), a qual apresenta as tolerâncias aos erros cometidos durante a aquisição de informações topográficas, aceitando ou rejeitando um dado levantamento topográfico. Os erros de observação podem ser grosseiros, sistemáticos ou aleatórios/acidentais, como: erro na medição, identificação de alvo, erros devido aos efeitos de temperatura e pressão na medição de distâncias, efeito de dilatação da trena, inclinação da baliza, erro de pontaria, entre outros (Filip et al., 2024).

No âmbito das obras rodoviárias, a topografia tem papel central em todas as etapas do ciclo do empreendimento, sendo eles: projeto; execução; e fiscalização. Na fase de projeto, os levantamentos topográficos fornecem dados sobre as formas e dimensões do terreno que fundamentam o projeto geométrico, instrumento que correlaciona os elementos físicos da via com as características de operação, segurança, conforto e uso do solo (DNIT, 2005a; DNIT, 2005b; DNIT, 2010). Assim, o projeto de uma via pode ser apreciado sob cinco aspectos: desempenho, segurança, economia, estética e ecologia, que devem ser tratados de forma harmônica (Antas et al, 2010; Trong & Dung, 2024).

Na etapa de execução, o levantamento topográfico possibilita a locação da obra, que consiste na transposição das coordenadas projetadas para o terreno real, a partir de referências planimétricas e altimétricas (Corrêa, 2012; Olatunde, & Olatunde, 2025). Segundo consta no Manual de Execução de Serviços Rodoviários do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná (DER-PR, 1996), a locação inicial de uma obra de estradas é de grande importância para a execução da etapa de terraplenagem, uma vez que esta depende do posicionamento correto dos elementos constantes no projeto geométrico. A locação deve conter o estaqueamento do eixo em todas as estacas inteiras e de todos os pontos de curva horizontal, a amarração dos pontos de curva circulares e/ou de transição, *offsets*, assim como a marcação das cotas referentes às camadas do pavimento apresentadas nas notas de serviço. Adicionalmente, a locação da obra também abrange a determinação das posições dos elementos que compõem o sistema de drenagem pluvial, tais como caixas de ligação, poços de visita, caixas de captação, bueiros, sarjetas, descidas d'água, dissipadores de energia, entre outros.

Por fim, na fiscalização, métodos topográficos são empregados para o controle geométrico e a quantificação dos serviços executados, conforme estabelecido pela normativa DER/PR PAF 014/10-00 (DER-PR, 2010a). O controle geométrico consiste na realização de medidas geométricas dos serviços executados e suas comparações com os limites de aceitação. Na prática, efetua-se levantamentos topográficos das camadas do pavimento, por exemplo, verificando se a espessura de uma dada camada confere com a sua dimensão projetada, segundo os parâmetros limitadores de aceitação para cada tipo de serviço. Por outro lado, a medição compreende a apreciação quantitativa dos serviços executados por método de precisão variável, em função das exigências de cada caso e deve ser realizada, em geral, com periodicidade mensal. Inicialmente, a execução de uma medição depende do levantamento em campo dos serviços executados durante o período considerado. Por exemplo, nas obras de terraplenagem, efetua-se o levantamento topográfico da situação existente anterior à execução de uma operação de corte ou aterro, para posterior cálculo do volume de material removido ou adicionado.

A Topografia pode ser adotada na geração do *As Built* da obra, que consiste no levantamento topográfico dos elementos constituintes da obra que, mediante o seu posicionamento espacial, permite a representação da forma como a obra

foi executada (Gouveia, 2020; Trong & Dung, 2024).

Os procedimentos de levantamento topográfico se dividem em três tipos: planimétrico, que determina as medições horizontais e os limites de um terreno; altimétrico, que define as cotas e as curvas de nível; e planialtimétrico, que combina ambos em um levantamento mais completo (Comastri; Gripp Junior, 1998). Para a execução de levantamentos em obras rodoviárias, os equipamentos mais utilizados atualmente são as estações totais, que integram teodolito eletrônico, distanciômetro e processador matemático em um único aparelho, além de receptores GNSS de precisão (RTK), níveis topográficos e aeronaves remotamente pilotadas (RPAs) (Veiga et al., 2012; Silva & Segantine, 2015; Trong & Dung, 2024). A norma ABNT NBR 13.133 (1994) regula a execução de levantamentos topográficos no Brasil, estabelecendo as tolerâncias admissíveis para diferentes tipos de erro (grosseiros, sistemáticos e acidentais) e os critérios de aceitação dos dados coletados.

No setor público, as empresas vencedoras de licitações de obras rodoviárias recebem o projeto geométrico e as planilhas de custos elaborados pela contratante. A partir desse momento, a realização do levantamento topográfico fica a critério da empresa executora.

Contudo, o levantamento topográfico pode ter uma grande variação, referente ao quantitativo, se comparado ao projeto geométrico. Dessa forma, algumas empresas optam por utilizar a equipe de topografia só para realizar marcações e não para contabilizar os volumes, já que é mais rápido e menos trabalhoso. Porém, em muitos casos, essa prática expõe a executora a diferenças significativas entre o projeto e a realidade do terreno, decorrentes de erros no levantamento primitivo, de alterações no terreno entre o levantamento original e o início das obras, ou de erros de projeto, diferenças que, se não identificadas, resultam em prejuízos financeiros sem possibilidade de ressarcimento (Agnolo, 2019; Filip et al., 2024).

Do ponto de vista socioambiental, a adequação prévia do projeto ao local de implantação, possibilitada pelo levantamento topográfico, reduz impactos sobre o meio natural e contribui para obras mais seguras e confortáveis (Fattori, 2007; Wang et al., 2024). Economicamente, embora o custo de uma equipe de topografia seja da ordem de R\$ 8.000,00 mensais, com capacidade de atender até três obras simultaneamente, a ausência do levantamento pode gerar aditivos contratuais que representam frações expressivas do valor total da obra. Nesse contexto, cabe ressaltar que aditivos que ultrapassem 25% do valor contratual em obras públicas inviabilizam o recebimento pelos serviços já executados.

Diante desse contexto, a questão que orienta esta pesquisa é: quais os impactos causados pela ausência do levantamento topográfico em obras de infraestrutura rodoviária? O objetivo deste trabalho foi comparar a execução de uma obra de infraestrutura rodoviária com e sem o levantamento topográfico, avaliando os impactos financeiros decorrentes de sua ausência. Como objetivos específicos, buscou-se: (a) analisar os dados do levantamento real executado em contraste com o projeto geométrico; (b) examinar o projeto geométrico e as planilhas fornecidas pela Prefeitura Municipal de Araucária; e (c) acompanhar e documentar a execução do levantamento topográfico em campo.

2. Metodologia

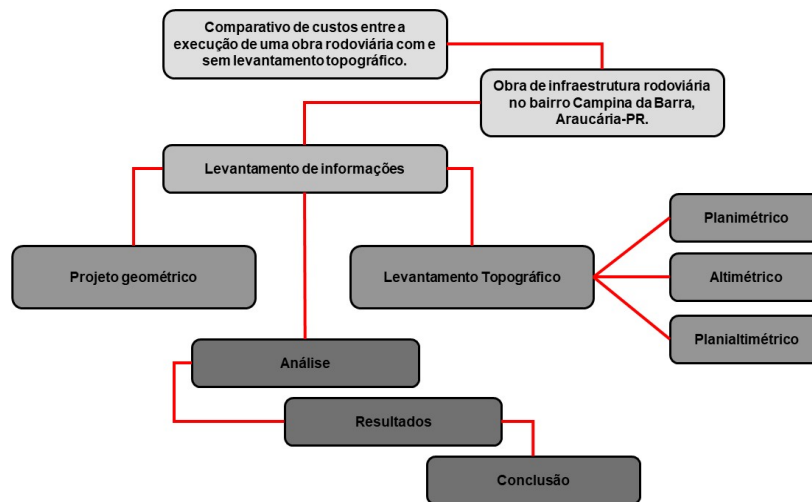
A pesquisa foi desenvolvida com base em um estudo de caso de obra de infraestrutura rodoviária executada em 2022 no bairro Campina da Barra, município de Araucária, Paraná. Trata-se de um estudo observacional e descritivo, com abordagem qualitativa no que se refere à análise de imagens e quantitativa quanto à avaliação de valores de quotas e custos (Risemberg et al., 2026), caracterizado como estudo de caso (Pereira et al., 2018; Yin, 2018).

O método seguiu as etapas descritas no fluxograma apresentado na Figura 1: (i) levantamento e análise comparativa de custos com e sem topografia; (ii) coleta e processamento de dados topográficos em campo; e (iii) comparação entre os dados levantados pela executora e o projeto geométrico fornecido pela contratante.

Primeiramente foi realizado um levantamento de comparação de custos referentes às obras rodoviárias comparando seus valores com e sem a realização de levantamento topográfico. Posteriormente, foi verificada a execução da obra rodoviária

no local de estudo com seu respectivo levantamento de informações referente ao projeto e o levantamento topográfico (planimétrico, altimétrico e planialtimétrico). Por fim, foi trabalhado na análise dos resultados e verificada a conclusão do trabalho.

Figura 1 — Fluxograma da metodologia utilizada.



Fonte: Autores (2022).

A área de estudo está localizada no bairro Campina da Barra, município de Araucária-PR (Figura 2), mais especificamente ao longo da Rua das Violetas, no trecho entre a Rua Tocantins e a Rua Amarílis. Trata-se de uma obra de infraestrutura rodoviária urbana com extensão de 4,5 km. A empresa executora está sediada em Curitiba-PR e a empresa contratante, na cidade de Araucária-PR.

Figura 2 — Localização da área de estudo.



Fonte: Autores (2022).

2.1 Coleta de dados

O levantamento topográfico foi executado com Estação Total Leica TS02, utilizando-se o método planialtimétrico. Os pontos da poligonal de apoio e o projeto geométrico foram fornecidos pela empresa contratante, com base no levantamento primitivo realizado em 2019. A partir dessas informações, a empresa executora iniciou a locação da obra, abrangendo os elementos de drenagem e as áreas destinadas às escavações.

A execução da obra teve início pela implantação do sistema de drenagem. Após a escavação das valas, a equipe de topografia da empresa executora realizou o levantamento de campo com o objetivo de conferir as cotas das caixas de drenagem e levantar a crista e o fundo das valas, de modo a subsidiar a determinação dos volumes efetivos de escavação e reaterro.

Para a orientação da estação total em campo, foram utilizados dois pontos conhecidos da poligonal. Em um deles, o equipamento foi instalado e devidamente centralizado; no outro, foi posicionado o prisma, permitindo a leitura necessária para a orientação do instrumento. Esse procedimento foi essencial para garantir o correto referenciamento do levantamento e a confiabilidade dos dados obtidos.

Após a orientação do equipamento, foram levantados os pontos característicos da escavação. Os pontos correspondentes à crista e ao fundo da vala foram coletados em intervalos de 10 a 20 metros, conforme as variações do terreno ao longo do trecho analisado. Esses dados foram posteriormente utilizados na elaboração das seções transversais e na quantificação dos volumes reais movimentados durante a execução da obra.

2.2 Processamento dos dados

Após a conclusão da etapa de campo, os dados coletados foram transferidos da Estação Total Leica TS02 para ambiente computacional com o auxílio do *software* Posição, utilizado para a extração e organização dos arquivos gerados pelo equipamento. O acesso ao programa foi realizado por meio de chave de licença disponibilizada pela empresa executora. Inicialmente, selecionou-se o arquivo correspondente à obra e, em seguida, foram efetuados ajustes de formatação nos dados exportados, especialmente a substituição de espaçamentos por vírgulas, de modo a compatibilizar o arquivo com o *software* empregado na etapa subsequente de processamento.

Na sequência, os dados foram importados para o AutoCAD Civil 3D, *software* amplamente utilizado em projetos de engenharia e que dispõe de ferramentas específicas para análise de terraplenagem e pavimentação. A partir do arquivo do levantamento primitivo e dos pontos obtidos em campo, foram geradas seções transversais de corte e aterro das camadas da obra. A análise dessas seções evidenciou que o volume real de escavação na rede de drenagem era superior ao volume previsto em projeto.

Após a identificação das inconsistências relacionadas à drenagem, a empresa executora solicitou a realização de um novo levantamento primitivo, com a finalidade de verificar a existência de outras divergências no projeto geométrico. Com base nesse novo levantamento, novas seções transversais foram elaboradas e comparadas ao primitivo anteriormente fornecido pela contratante. Essa comparação demonstrou a existência de diferenças adicionais, confirmando que o projeto também apresentava inconsistências em outros trechos da obra.

3. Resultados e Discussão

Iniciada a execução da obra, foram realizados os levantamentos com a Estação Total Leica TS02 utilizando o método planialtimétrico descrito na seção anterior. O cadastramento do topo e fundo de vala determinou as alturas reais das valas para comparação com o projeto. Após análise em escritório, constataram-se divergências em todas as ruas levantadas. O Quadro 1 apresenta os trechos com as maiores diferenças verificadas entre as cotas de projeto e as cotas reais medidas em campo.

Quadro 1 — Cotas de levantamento em campo com diferença de projeto.

Rua	Caixa	Cota de Topo (Terreno)	Cota de fundo (Lâmina d'água)	H Executado (m)	H Projeto (m)	Diferença (m)
RUA DAS VIOLETAS						
Rua das Violetas	CL-303	867.523	865.465	2.058	1.708	0.35
Rua das Violetas	CL-302	868.577	866.166	2.411	1.771	0.64
Rua das Violetas	CL-301	869.891	868.014	1.877	1.297	0.58
Rua das Violetas	CL-312	878.261	876.401	1.86	1.29	0.57
Rua das Violetas	CL-311	879.106	877.066	2.04	1.48	0.56
Rua das Violetas	PV-305	879.277	877.48	1.797	1.307	0.49
Rua das Violetas	CL-310	879.646	877.736	1.91	1.24	0.67
Rua das Violetas	CL-309	881.261	879.211	2.05	1.55	0.5
Rua das Violetas	CL-308	882.803	881.081	1.722	1.352	0.37
Rua das Violetas	CL-307	883.515	881.92	1.595	1.165	0.43
Rua das Violetas	CL-306	884.68	883.06	1.62	1.31	0.31
Rua das Violetas	CL-305	885.762	884.16	1.602	1.292	0.31
Rua das Violetas	CL-304	886.876	885.29	1.586	1.246	0.34
Rua das Violetas	PV-303	888.551	886.94	1.611	1.231	0.38
Rua das Violetas	CL-316	887.692	885.66	2.032	1.142	0.89
Rua das Violetas	CL-317	885.164	882.714	2.45	0.98	1.47
Rua das Violetas	CL-318	883.305	881.21	2.095	0.595	1.5
Rua das Violetas	PV-307	882.711	879.591	3.12	2.15	0.97
Rua das Violetas	PV-308	882.626	879.106	3.52	2.51	1.01
Rua das Violetas	CL-319	883.221	881.221	2	0.58	1.42
Rua das Violetas	CL-320	884.359	881.981	2.378	1.338	1.04
Rua das Violetas	PV-309	885.348	883.608	1.74	0.93	0.81
Rua das Violetas	CL-321	886.409	884.489	1.92	0.89	1.03
Rua das Violetas	CL-322	887.585	885.91	1.675	0.755	0.92
Rua das Violetas	CL-323	888.637	886.927	1.71	0.61	1.1

Fonte: Autores (2022).

O Quadro 1 evidencia diferenças de até 1,47 m nas profundidades das valas em relação ao projetado. Essas discrepâncias apontam para erros no levantamento primitivo utilizado como base pelo projeto da contratante.

Devido a grande diferença na profundidade da rede, a empresa já desconfiava que havia um erro do projeto, já que na planilha de orçamento a rede não mostrava ser tão profunda, mas depois que a equipe de topografia conferiu o corte da escavação foi constatado que realmente havia um erro de projeto e logo foi comunicado a empresa contratante. Após a análise foi constatado um erro de projeto, onde todas as alturas usadas para calcular o volume de escavação e reaterro das valas estavam incorretos, impactando em um valor de aditivo de R\$ 265.407,17, que chega a 2,42% do valor contratual de R\$ 9.709.046,11, o que seria prejuízo para a empresa executora se não fizesse uso de levantamento topográfico, pois não seria possível saber essa diferença sem os dados coletados. No Quadro 2 é apresentada a planilha com os itens descritos e valor de aditivo de cada item:

O primeiro aditivo totalizou R\$ 265.407,17, equivalente a 2,42% do valor contratual de R\$ 9.709.046,11. Conforme detalhado no Quadro 2, o aditivo abrangeu os itens de serviço diretamente impactados pelas diferenças de volume.

Quadro 2 — Descrição de serviços aditivados (1º aditivo — rede de drenagem).

DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS	UNIDADE	QUANTIDADE ORÇADA	QUANTIDADE REVISADA	R\$ UNITARIO	R\$ ADITIVO
MOVIMENTO DE TERRA					
Escavação do material de 1a.Cat - bueiros	m³	R\$ 11,655.45	R\$ 17,177.28	R\$ 8.00	R\$ 44,174.64
Reaterro e aplicação mecânico	m³	R\$ 4,758.69	R\$ 7,393.84	R\$ 18.00	R\$ 47,432.64
compactação de aterros em saibro - 100% Pt.Inclusive material	m³	R\$ 470.54	R\$ 6,083.30	R\$ 42.00	R\$ 56,395.74
Transporte de Saibro	ton	R\$ 9,244.06	R\$ 12,628.94	R\$ 15.00	R\$ 50,773.18
Carga e Transp. 1a cat. Até 20km - bota fora	m³	R\$ 7,785.47	R\$ 9,783.44	R\$ 22.00	R\$ 43,955.37
Espalhamento e conformação bota – fora	m³	R\$ 7,785.47	R\$ 9,783.44	R\$ 0.61	R\$ 1,218.76
Lastro de brita	m³	R\$ 606.71	R\$ 593.45	R\$ 90.00	-R\$ 1,193.40
Lastro de rachão	m³	R\$ 14.77	R\$ 13.93	R\$ 80.00	-R\$ 67,20
Obras de Arte Corrente					
Escoamento de Valas de drenagem	m²	R\$ 8,362.42	12905.76	R\$ 5.00	R\$ 22,716.72
TOTAL					R\$ 265,406.50

Fonte: Autores (2022).

Na planilha orçamentária (Quadro 2), verificou-se quais serviços foram impactados financeiramente em decorrência das divergências identificadas em campo. Com base nesses dados, a empresa executora formalizou o pedido de aditivo contratual. A partir dessa solicitação, a empresa contratante realizou a conferência e a revisão completa dos volumes inicialmente previstos, autorizando posteriormente o pagamento do valor adicional referente aos serviços que já haviam sido executados.

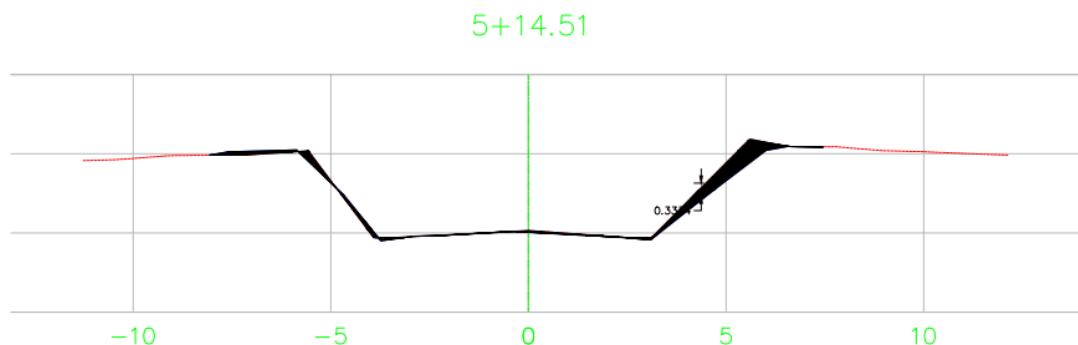
Destaca-se que divergências de grande magnitude exigem atenção especial, uma vez que, em contratos de obras públicas, os aditivos estão limitados a 25% do valor total contratado. Quando esse limite é ultrapassado, a empresa executora pode enfrentar impedimentos para o recebimento dos serviços executados, o que pode comprometer significativamente a viabilidade financeira da obra. Nesse sentido, evidencia-se a importância da conferência do projeto tanto antes quanto durante a execução.

Após a análise da drenagem, procedeu-se também à verificação do greide da pista. A partir da reexecução do levantamento primitivo, foram identificadas diferenças adicionais relacionadas aos volumes de corte e aterro.

Os resultados obtidos evidenciam que o levantamento topográfico foi decisivo para a identificação e quantificação das divergências entre o projeto e as condições reais de campo, subsidiando tecnicamente a solicitação de aditivo contratual. Esse achado confirma o que apontam Veiga et al. (2012), ao destacarem a topografia como base para atividades de engenharia relacionadas ao controle de terraplenagem e drenagem. De modo complementar, Silva Junior (2003) e Wang et al (2024) ressaltam que a locação e a conferência de obras rodoviárias dependem do correto posicionamento dos elementos do projeto geométrico, o que reforça a necessidade de levantamentos topográficos sistemáticos.

Concluída a análise da rede pluvial, procedeu-se ao levantamento do greide de pista. A reexecução do primitivo pela empresa executora revelou diferenças de corte e aterro em relação ao primitivo utilizado no projeto. Cabe considerar que, no intervalo de três anos entre o levantamento original (2019) e o início da obra (2022), ocorreram alterações no terreno, tais como manutenções emergenciais de pavimento e eventos pluviométricos, que contribuíram para tais divergências. A Figura 3 apresenta uma seção representativa dessa comparação.

Figura 3 — Seção de comparativo de primitivo.



Fonte: Autores (2022).

Na seção 5+14,51, verifica-se uma diferença de 33 cm entre os dois primitivos. Ao longo das 98 seções levantadas, essas diferenças acumuladas geraram o segundo aditivo contratual de R\$ 1.451.243,15, correspondente a 14,94% do valor contratual de R\$ 9.709.046,11, incluindo volumes não previstos de rebaixo de trecho. O Quadro 3 detalha os serviços contemplados no segundo aditivo.

Somados os dois aditivos, o valor total atingiu R\$ 1.716.650,32, representando 17,67% do valor contratual de R\$ 9.709.046,11. Esse montante, embora expressivo, manteve-se dentro do limite legal de 25% previsto para aditivos em contratos públicos, preservando o direito da executora ao recebimento pelos serviços realizados. O não cumprimento desse limite implicaria a perda dos valores já executados e poderia comprometer a continuidade da empresa, conforme apontado por Agnolo (2019).

O custo mensal estimado de uma equipe de topografia é de R\$ 8.000,00, com capacidade de atender até três obras simultaneamente, fator que demonstra uma relação custo-benefício altamente favorável ao investimento no levantamento sistemático. Para o período de execução desta obra, o custo total da equipe topográfica seria consideravelmente inferior ao valor dos aditivos identificados, corroborando a premissa de que a ausência do levantamento expõe a empresa executora a perdas financeiras de grande monta.

Quadro 3 — Descrição de serviços aditivados (2º aditivo — greide de pista).

Descrição	Un	Qtde Original	Preço Unitário	Valor Contratual	2º ADITIVO		
					%	QUANT.	VALOR
VALOR TOTAL DA OBRA				9,709,046.11	14.95%		1,451,243.15
SERVIÇOS PRELIMINARES				143,204.80			-
Placa de Obra 4,00 x 2,00	ud	1	3,000.00	3,000.00			-
Remanejamento postes linha transmissão	ud	1	3,000.00	3,000.00			-
Demolição de concreto simples	m3	665.83	80	53,266.40			-
Demolição mecânica de pavimento	m3	2,592.80	32	82,969.60			-
Arrancamento de bloco intertravado - para dispor	m2	27.68	35	968.8			-
TERRAPLENAGEM				583,818.25			RS 1,451,243.15
Desmatamento e limpeza diam. até 30cm	m2	41906.75	0.8	33525.4			-
Destocamento árvores diam. > 30cm	ud	6	39.84	239.04			-
Carga e transp. 1a. cat. até 20km - Limpeza	m3	8381.37	20	167627.4			-
Esc. carga e transp. 1a. cat. até 20km - bota fora	m3	14127.12	19	268415.28	15991.66		RS 303,841.54
Espalhamento e conformação de bota-fora (terraplenagem)	m3	29261.04	0.5	14630.52	15991.66		RS 7,995.83
Esc. carga e transp. 1a. cat. 200-400m	m3	1049.09	6.7	7028.9			-
Carga e transp. 1a. cat. 200-400m - Bota-Espera	m3	1049.09	28	29374.52			-
Compactação de aterros c/controlado visual	m3	806.99	1.2	968.39			-
Compactação de Aterros em Saibro - 100% PI - Inclusive material -	m3	870.3	42	36552.6	15991.66		RS 671,649.72
Aterro e Substituição							
Transporte de Saibro (terraplenagem)	t	1697.08	15	25456.2		31183.74	RS 467,756.06

Fonte: Autores (2022).

Ressalta-se, contudo, que a literatura científica específica sobre custos topográficos em obras rodoviárias ainda é escassa, o que limita comparações mais abrangentes, indicando uma lacuna de pesquisa a ser explorada em estudos futuros.

4. Considerações Finais

O presente estudo demonstrou, por meio de um estudo de caso em obra de infraestrutura rodoviária realizada em Araucária-PR, que a ausência ou a insuficiência do levantamento topográfico durante a execução da obra impossibilita a identificação de divergências entre o projeto geométrico e a realidade do terreno, expondo a empresa executora a significativas perdas financeiras. Os dois aditivos contratuais identificados totalizaram R\$ 1.716.650,32, equivalente a 17,67% do valor contratual de R\$ 9.709.046,11, valor que seria integralmente perdido pela executora sem o suporte dos dados topográficos coletados.

A comparação entre o custo mensal da equipe de topografia (R\$ 8.000,00) e o montante dos aditivos identificados evidencia que o investimento no levantamento sistemático é não apenas tecnicamente indispensável, mas economicamente justificável. Os resultados alinham-se à literatura ao confirmar que o levantamento topográfico constitui a base para o controle

de volumes de terraplenagem e drenagem, a quantificação dos serviços executados e a locação correta dos elementos do projeto geométrico (Veiga et al., 2012; Silva Junior, 2003; DER-PR, 2010b; Wang et al., 2024).

Como limitação, destaca-se a escassez de literatura científica específica sobre custos topográficos em obras rodoviárias, o que restringiu as comparações bibliográficas. Recomenda-se que estudos futuros investiguem sistematicamente a relação custo-benefício do levantamento topográfico em obras de diferentes portes e naturezas, bem como o impacto de metodologias mais modernas, tais como o uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) e levantamentos por nuvem de pontos com *laser scanning* na redução de erros no levantamento primitivo e na precisão dos projetos geométricos.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICETI) pela bolsa de produtividade em Pesquisa para G.T.N. e A.L. e à Fundação Araucária pela bolsa de pesquisa concedida a A.L.

Referências

- Agnolo, D. D. (2019). *Análise comparativa de levantamento topográfico convencional e levantamento com VANT: Estudo de caso de um terreno urbano* [Undergraduate thesis, Centro Universitário Católica de Santa Catarina].
- Ali, A., Mustakim, M., & Jabir, M. (2025). Integration of topographic data into 3D civil software as road design support. *International Journal of Civil Engineering and Infrastructure*, 5(1). <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/ijcei/article/view/28776>
- Antas, P. M., Paris, A. C. R., Souza, T. M., & Figueiredo, E. (2010). *Estradas: projeto geométrico e de terraplenagem*. Interciência.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1994). *NBR 13133: Execução de levantamento topográfico*. ABNT.
- Borges, A. de C. (2013). *Topografia aplicada à engenharia civil* (3rd ed.). Blucher.
- Coelho Junior, J. M., Rolim Neto, F. C., & Andrade, J. da S. C. de O. (2014). *Topografia geral*. Edufrpe.
- Comastri, J. A., & Gripp Junior, J. (1998). *Topografia aplicada: medição, divisão e demarcação*. UFV.
- Corrêa, I. C. S. (2012). *Topografia aplicada à engenharia civil* (13th ed.). UFRGS. https://www.ufpe.br/documents/801160/801815/TopoAplicada_2012.pdf
- Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná (DER-PR). (1996). *Manual de execução de serviços rodoviários*. DER-PR. https://www.der.pr.gov.br/sites/der/arquivos_restritos/files/documento/2019-10/manualdeexecucaodeservicosrodoviarios.pdf
- Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná (DER-PR). (2010a). *PAF 014/10-00: Processo de controle geométrico de serviços rodoviários*. DER-PR. https://www.der.pr.gov.br/sites/der/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/processo_de_controle_geometrico_de_recursos_rodoviarios.pdf
- Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná (DER-PR). (2010b). *PAF 015/10-00: Quantificação e medição dos serviços executados*. DER-PR. https://www.der.pr.gov.br/sites/der/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/quantificacao_e_medicao_dos_servicos_executados.pdf
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). (2005a). *Manual de conservação rodoviária*. DNIT. https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/710_manual_de_conservacao_rodoviaria.pdf
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). (2005b). *Manual de projeto de interseções* (2nd ed., IPR Publ. 718). DNIT.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). (2010). *Manual de projeto geométrico de travessias urbanas*. DNIT.
- Fattori, B. J. (2007). *Manual para manutenção de estradas com revestimento primário* [Undergraduate thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul].
- Filip, L. O., Popescu, G., & Andrei, F. (2024). Influence of measurement errors on underground topographic bases. *Mining Review*, 30(4), 19–24. <https://doi.org/10.2478/minrv-2024-0058>
- Gouveia, V. B. (2020). *Comparação entre os métodos as built tradicional e com modelagem BIM sobre nuvem de pontos* [Undergraduate thesis, Universidade Federal de Santa Catarina]. <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/212972/TCC%20-%20Vitor%20Bez%20Gouveia.pdf>
- Madimarova, G., Nurpeissova, T., Ormambekova, A., Suleimenova, D., & Zhildikbayeva, A. (2024). Advanced topographic-geodetic surveys and GNSS methodologies in urban planning. *Journal of Applied Geodesy*, 18(3), 449–462. <https://doi.org/10.1515/jag-2023-0088>
- McCormac, J. (2007). *Topografia* (5th ed.). LTC.
- Olatunde, F. O., & Olatunde, M. (2025). Comparative case study between different topographic measuring devices such as total station and geodetic GPS. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, 5(2), 1376–1382. <https://doi.org/10.62225/2583049X.2025.5.2.3989>
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Editora da UFSM.

Risemberg, R. I. C., Wakin, M., & Shitsuka, R. (2026). A importância da metodologia científica no desenvolvimento de artigos científicos. *E-Acadêmica*, 7(1), e0171675. <https://doi.org/10.52076/eacad-v7i1.675>.

Silva Junior, J. A. da. (2003). *Metodologia para a utilização de dados topográficos em projetos geométricos automatizados de via* [Master's dissertation, Instituto Militar de Engenharia]. <http://transportes.ime.eb.br/DISSERTAC%C3%87%C3%95ES/DIS180.pdf>

Silva, I., & Segantine, P. C. L. (2015). *Topografia para engenharia: Teoria e prática de geomática*. LTC.

Trong, D. T., & Dung, L. N. (2024). Study on the positioning efficiency of GNSS RTK for road profile surveys: Case study in Vietnam. *Journal of Science and Technology in Civil Engineering*, 18(2), 86–98. [https://doi.org/10.31814/stce.huace2024-18\(2\)-07](https://doi.org/10.31814/stce.huace2024-18(2)-07)

Veiga, L. A., Zanetti, M. A. Z., & Faggion, P. L. (2012). *Fundamentos de topografia*. Universidade Federal do Paraná.

Wang, Z., Zhou, H., Wan, H., Shi, P., Li, C., Qi, J., & Fang, R. (2024). Assessment of the impact of road construction on the ecological environment. *Remote Sensing*, 16(23), 4478. <https://doi.org/10.3390/rs16234478>

Yin, R. K. (2015). *Case study research: Design and methods*. Bookman.