AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE OS MÉTODOS DE LEVANTAMENTO DE CUSTO E MEDIÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO POR PREÇO UNITÁRIO E POR PREÇO GLOBAL POR EXTENSÃO DE COLETOR IMPLANTADO

Bruno Dilmo de Souza
Engenheiro Civil, especialista em Gestão de Obras e Projetos e em Engenharia do Saneamento Básico, com ênfase em Sistemas de Água e Esgoto. Atua na gestão, planejamento, fiscalização e execução de obras de infraestrutura de saneamento, com experiência em sistemas de abastecimento de água e coleta de esgoto sanitário.

Endereço: Rua Erwino Menegotti, 478 – Água Verde – Jaraguá do Sul - SC - CEP: 89255-703 - Brasil - Tel: +55 (47) 2106-9155 - e-mail: brunod@samaejs.com.br.

RESUMO

Com o objetivo de definir uma metodologia de levantamento de custos e medição de serviços de implantação de redes coletoras de esgoto sanitário que seja mais adequada e justa aos entes envolvidos, além de proporcionar maior agilidade e segurança financeira, este trabalho analisou e comparou duas metodologias de precificação: por custo unitário por item de serviço e por custo unitário por metro de coletor de esgoto executado. Para a composição dos custos por item de serviço, foram utilizados como referência os valores contratados pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) do Município de Jaraguá do Sul. A partir da planilha de custos unitários por item, foram elaboradas diferentes composições de custos por metro de coletor implantado, considerando parâmetros como escoramento, profundidade da rede e tipo de pavimentação existente. Em seguida, compararam-se os valores obtidos pelas duas metodologias para os trechos selecionados, identificando-se as diferenças entre os resultados.

PALAVRAS-CHAVE: rede coletora de esgoto, custo de implantação, metodologia de levantamento de custos.

INTRODUÇÃO

De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2022, 56,0% da população brasileira era atendida com coleta de esgoto sanitário, existiam 379,3 mil km de redes de esgoto em funcionamento e 37,5 milhões de ligações de esgoto ativas. Considerando esse cenário, no qual quase metade da população brasileira ainda não era atendida por sistema público de esgotamento sanitário, torna-se fundamental ampliar os investimentos na coleta, no afastamento e no tratamento do esgoto sanitário.

Netto et al. (1998) definem sistema de esgoto sanitário como o conjunto de obras e instalações destinado a propiciar a coleta, o afastamento, o condicionamento e a disposição final do esgoto sanitário. Segundo Netto, Fernandez y Fernandez et al. (1998), o sistema de esgotamento sanitário compreende canalizações, órgãos acessórios, estações elevatórias, estações de tratamento, obras de lançamento final e corpo receptor.

No Brasil, em se tratando de coleta e transporte de esgotos, utiliza-se basicamente o sistema separador absoluto, no qual as águas residuárias e as águas de infiltração — água do subsolo que penetra nas tubulações e peças acessórias — escoam em sistema de transporte independente (TSUTIYA; SOBRINHO, 1999). Sobre as redes coletoras de esgoto, Dacach (1984) afirma que estas são constituídas de trechos de tubulações que podem ser inspecionadas e sofrer limpeza por meio dos poços de visita que as delimitam. Tsutiya e Sobrinho (1999) complementam afirmando que a rede coletora é um conjunto de canalizações destinado a receber e conduzir os esgotos dos edifícios.

No Brasil, ainda há carência de informações sobre os custos de implantação de sistemas de esgotamento sanitário. Alguns estudos, como o de Brudeki e Aisse (2007), apontam o investimento necessário por habitante; Salazar e von Sperling (2011) apresentaram faixas de valores e funções de custo para implantação de redes coletoras de esgoto com base em orçamentos desenvolvidos por empresas de consultoria; Cobrape-Engecorps-Geoambiente (2007) elaboraram curvas de custos para transporte de efluentes líquidos, apresentando custos de

assentamento de tubulação por metro linear, tendo como variável o diâmetro dos tubos; e Pacheco e Gallego et al. (2015) estimaram custos unitários com o objetivo de auxiliar a tomada de decisão para implantação de redes, coletores e elevatórias de esgoto.

Usualmente, a precificação, a contratação e a medição dos serviços de implantação de sistemas de esgotamento sanitário são realizadas por item unitário de serviço. Nesse modelo, cada item é medido e pago separadamente, por unidade de medida e por tipo de serviço, como escavação de solo por volume e tipo de solo, assentamento de tubulação por metro linear e diâmetro do tubo, reaterro de vala por volume e repavimentação por área e tipo de pavimento. Por outro lado, também se observam situações em que a medição é feita de forma simplificada, por metro de coletor de esgoto executado, considerando variáveis como profundidade média do trecho, tipo de pavimentação e outros parâmetros relevantes para a execução e para o valor final do serviço.

Com vistas à definição de um sistema de medição e pagamento para implantação de redes de esgotamento sanitário que seja técnica e economicamente mais vantajoso à Administração Pública, este trabalho avaliou e comparou metodologias de medição e pagamento de implantação de redes de esgoto. Para tanto, foram analisadas planilhas de custo para o sistema de medição por item unitário de serviço e elaborada uma planilha de medição para o sistema de pagamento por metro de coletor instalado, considerando diferentes situações, como a utilização ou não de escoramento, a profundidade média do trecho e o tipo de pavimentação existente.

Como base para a comparação entre os diferentes sistemas de medição de serviços de implantação de rede coletora de esgoto, foram utilizados projetos, quantitativos e custos das redes coletoras do sistema de esgotamento sanitário implantado nos bairros São Luís e Tifa Martins, no município de Jaraguá do Sul, entre os anos de 2014 e 2016.

RELEVÂNCIA DA METODOLOGIA DE MEDIÇÃO EM OBRAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A implantação de redes coletoras de esgoto sanitário envolve diversos serviços interdependentes executados em ambiente urbano, sujeitos a variações de profundidade, condições do solo, pavimentos existentes, interferências de infraestrutura, tráfego e acessos aos imóveis. Nesse contexto, a metodologia de medição e pagamento adotada no contrato influencia a execução da obra, a fiscalização, a previsibilidade dos custos e a relação entre contratante e contratado.

A medição por itens unitários apresenta como principal vantagem a maior correspondência entre os serviços efetivamente executados e os valores pagos, permitindo o controle individualizado de escavação, assentamento de tubulações, recomposição de pavimentos e ligações prediais. Entretanto, exige maior atuação da fiscalização, com registros de campo, conferência de quantitativos e análise detalhada das medições.

Por outro lado, a medição por metro de coletor implantado simplifica o processo de controle e pagamento, reunindo em um único preço os serviços necessários à execução da rede em determinada condição-padrão. Contudo, sua aplicação exige que a composição do valor por metro considere adequadamente os principais fatores que influenciam o custo, como profundidade, escoramento, pavimentação, localização da rede, ligações prediais, solo e interferências existentes.

Assim, a escolha da metodologia de medição deve considerar o nível de variabilidade da obra. Em locais com condições construtivas homogêneas, o pagamento por metro pode representar uma alternativa eficiente; entretanto, em obras com grande diversidade de situações executivas, a medição por itens tende a proporcionar maior precisão e equilíbrio contratual.

VARIÁVEIS TÉCNICAS QUE INFLUENCIAM O CUSTO DE IMPLANTAÇÃO

Entre as variáveis que mais influenciam o custo de implantação de redes coletoras de esgoto, a profundidade da vala destaca-se por impactar diretamente os volumes de escavação e reaterro, o tempo de execução, a necessidade de equipamentos, as condições de segurança e a possibilidade de interferências com lençol freático e estabilidade do solo.

O escoramento também representa fator relevante, pois sua necessidade depende da profundidade, das características do terreno e das condições de execução. Além do custo direto, interfere na produtividade, na logística da obra e no tempo de permanência das valas abertas. A adoção de categorias distintas de escoramento contribui para maior precisão dos orçamentos em situações com condições de campo variadas.

O tipo de pavimentação existente influencia significativamente o custo final, pois cada revestimento exige procedimentos específicos de remoção, preparação e recomposição. Pavimentos como asfalto, lajota e paralelepípedo possuem diferentes níveis de complexidade, justificando a diferenciação dos custos conforme a superfície afetada.

A posição da rede na via também altera os custos de implantação. Redes localizadas no eixo, bordo ou passeio apresentam diferentes impactos em relação à escavação, interferências, tráfego e execução das ligações prediais. Da mesma forma, a configuração em rede simples ou dupla interfere na extensão dos ramais e na estratégia construtiva.

Além disso, interferências urbanas como redes existentes, drenagem, energia, telecomunicações, acessos e demais obstáculos podem exigir ajustes de projeto, serviços manuais e soluções específicas. Essas ocorrências devem ser consideradas nos critérios de medição, especialmente quando adotada metodologia de custo por metro, a fim de garantir maior aderência entre orçamento e execução real.

MÉTODOS

Para a análise comparativa entre os modelos de medição e pagamento na implantação de redes coletoras de esgoto sanitário, utilizou-se como referência o projeto e as planilhas de quantitativos e orçamento das redes implantadas nos bairros São Luís e Tifa Martins, em Jaraguá do Sul/SC. As obras foram contratadas por meio do Edital nº 148/2014, que contemplou a implantação de aproximadamente 30 km de redes coletoras e de recalque, executadas entre 2014 e 2016.

Para a metodologia de custo unitário por item de serviço, foi utilizada a planilha de quantitativos do processo licitatório, substituindo-se os preços de referência pelos valores unitários propostos pela empresa vencedora, de modo a representar as condições reais da contratação.

A análise identificou que a planilha contempla principalmente os serviços diretamente vinculados à implantação das redes e ligações prediais, como movimentação de terra, assentamento de tubulações e recomposição de pavimentos. Serviços complementares, como canteiro de obras, serviços técnicos, esgotamento e drenagem de valas, embora previstos no termo de referência, não foram quantificados ou orçados na planilha padrão.

Considerando que esses serviços são comuns aos diferentes métodos de medição analisados e que o objetivo do estudo é comparar os critérios de pagamento da implantação da rede, optou-se pela utilização dos quantitativos existentes.

Para a metodologia de custo por metro de rede implantada, foram utilizados os mesmos quantitativos da medição por item, considerando-se os serviços de maior representatividade no custo final, utilizados como base para a composição do preço unitário por metro de rede de esgoto.

- Profundidade de escavação: a classificação foi realizada em quatro intervalos de profundidade: até 1,250 m, correspondente à profundidade sem uso de escoramento; de 1,251 m a 1,500 m; de 1,501 m a 3,000 m; e de 3,001 m a 4,500 m, estes últimos para profundidades com uso de escoramento, conforme a divisão já adotada na planilha de custos por item. Para fins de quantitativo e custo, foram adotadas as profundidades médias das faixas: 1,150 m para a primeira faixa, considerando que a profundidade mínima prevista em projeto foi de 0,800 m; 1,376 m para a primeira faixa intermediária; 2,250 m para a segunda faixa intermediária; e 3,750 m para a faixa entre 3,001 m e 4,500 m;
- Escoramento: para fins de cálculo, foram considerados dois cenários: valas com profundidade de até 1,250 m, nas quais, conforme a norma de segurança em escavações, não há necessidade de utilização de escoramento; e valas com profundidade superior a 1,250 m, nas quais deve haver emprego de escoramento. Para o projeto estudado, considerou-se o escoramento descontínuo em madeira para qualquer faixa de profundidade acima de 1,250 m;
- Tipo de pavimentação: foram considerados quatro tipos de pavimentação: via sem pavimentação, passeio cimentado, paralelepípedo ou lajota e asfalto. Os materiais paralelepípedo e lajota foram agrupados no mesmo tipo, pois apresentam pequenas diferenças de custo tanto para remoção quanto para reposição, respectivamente de 0,11% e 1,31% do custo total para implantação de redes por metro em vias com esse tipo de pavimentação;

- Assentamento de tubulação: tendo em vista a pequena variação de valores entre os tubos de diâmetro 150 mm e 400 mm, menor e maior diâmetro utilizados no projeto, respectivamente, adotou-se como padrão, para o levantamento de custo por metro, o diâmetro que apresentou valor mediano de instalação, ou seja, 250 mm;
- Ligações prediais: foram adotadas diferenciações conforme o tipo de pavimentação. Para o passeio, considerou-se uma ligação para cada 12 m de rede, com comprimento de 2 m por ligação, adotando-se a testada mínima de lote de 12 m e a rede dupla nas calçadas. Para os demais pavimentos, consideraram-se duas ligações para cada 12 m de rede e 6 m de tubulação para ligação, sendo considerada rede simples pelo eixo da via.

OBJETO DE ESTUDO

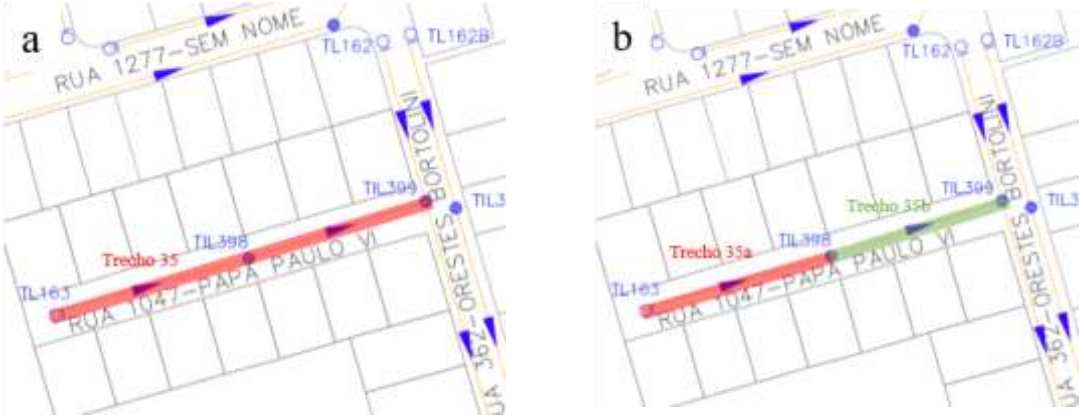
Para fins de levantamento de custos e comparação entre os valores obtidos com a medição por item unitário e por metro de coletor executado, e visando obter amostras que abrangessem o maior número possível de variáveis consideradas na formação dos custos por metro, foram analisadas duas sub-bacias do projeto objeto da licitação.

Entre as sub-bacias do projeto, foram escolhidas as duas mais próximas à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), pois apresentavam vias com todos os tipos de pavimentação avaliados, trechos com profundidades médias enquadradas nas faixas consideradas e trechos com e sem escoramento.

Para a medição por item unitário, foram realizados as quantificações e o levantamento de custos por trechos de ruas, conforme indicado na Figura 1a. Esses trechos já estavam definidos no projeto estudado e separados em planilhas de medição por item unitário. Nessa metodologia, foram analisados 42 trechos de rede, distribuídos em 15 ruas e em duas sub-bacias do sistema de coleta de esgoto do bairro São Luís, em Jaraguá do Sul.

Para a metodologia de levantamento de custos por metro de rede implantada, foram considerados os trechos entre conexões, sejam Terminais de Inspeção e Limpeza (TILs), Terminais de Limpeza (TLs) ou Poços de Visita (PVs), conforme ilustra a Figura 1b. Adotou-se como profundidade para o levantamento do custo o valor médio entre as profundidades das conexões de montante e de jusante de cada trecho, de acordo com os parâmetros descritos anteriormente. Nesse sistema de medição, as sub-bacias analisadas foram subdivididas em 137 trechos entre conexões.

Figura 1: Trechos considerados em cada forma de cálculo de custo.



Fonte: Autoria própria, 2026.

CRITÉRIOS DE COMPOSIÇÃO DO CUSTO POR METRO DE COLETOR

A adoção de uma metodologia de custo por metro de coletor implantado exige a definição prévia de critérios objetivos de composição e enquadramento. Esses critérios devem permitir que cada trecho executado seja classificado conforme suas características predominantes, evitando subjetividade na medição. Entre os parâmetros mínimos recomendáveis estão a faixa de profundidade, o tipo de pavimento, a necessidade de escoramento, o diâmetro da tubulação, a existência de rede simples ou dupla, a posição da rede na via e o padrão de ligações prediais considerado.

A utilização de faixas de profundidade é uma estratégia adequada para simplificar a composição dos custos, desde que os intervalos adotados representem mudanças reais no método executivo. Profundidades reduzidas, por exemplo, tendem a apresentar menor complexidade operacional, enquanto valas mais profundas exigem maior atenção quanto à estabilidade, produtividade e segurança. Portanto, a definição das faixas deve refletir não apenas uma divisão aritmética, mas também os pontos em que ocorrem alterações relevantes na execução, como a necessidade de escoramento, mudança de equipamento ou redução de produtividade.

Da mesma forma, a classificação por tipo de pavimento deve considerar não apenas o custo do material de recomposição, mas todo o conjunto de serviços associados à remoção e restauração da superfície. Em vias asfaltadas, por exemplo, o custo por metro pode ser influenciado pela largura de recomposição, pela espessura das camadas, pela necessidade de base granular, pelo transporte de material fresado ou removido e pela forma de liberação da via ao tráfego. Em passeios, por sua vez, a heterogeneidade dos acabamentos existentes pode dificultar a padronização, exigindo critérios claros para enquadramento.

Para que o custo por metro seja tecnicamente confiável, é recomendável que sua composição seja derivada de uma planilha analítica por itens de serviço suficientemente completa. A simplificação da medição não deve significar simplificação excessiva do orçamento. Ao contrário, o preço por metro deve ser resultado de uma composição detalhada, capaz de representar a realidade de execução da obra. Dessa forma, a metodologia por metro pode funcionar como instrumento de medição simplificada, mas precisa estar apoiada em uma base de custos robusta, transparente e auditável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consideradas as especificações descritas anteriormente e os parâmetros adotados para tipo de pavimentação e profundidade da rede, os valores obtidos para o custo de implantação de redes coletoras de esgoto por metro são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Custo (R$/m) para implantação de redes coletoras de esgoto.

		Tipo de pavimento			
		S/pavimento	Passeio	Calçamento	Asfalto
Profundidade da rede	até 1,250 m	R$ 70,80	R$ 82,75	R$ 118,27	R$ 170,43
	1,251 a 1,500 m	R$ 112,13	R$ 124,08	R$ 159,60	R$ 211,76
	1,501 a 3,000 m	R$ 172,01	R$ 186,72	R$ 221,88	R$ 276,67
	3,001 a 4,500 m	R$ 282,46	R$ 299,92	R$ 334,71	R$ 392,14

Fonte: Autoria própria, 2018.

Definidos os custos de implantação de rede coletora de esgoto por metro, realizou-se o levantamento dos custos de implantação por item unitário, conforme as planilhas existentes, chegando-se aos resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Custos de implantação de rede de esgoto por item e por metro.

Trecho	Prof. média (m)	Tipo de pavimento	Custo por Item (R$)	Custo por metro (R$)	Diferença entre custos (%)
Trecho 01	1,201	asfalto	R$ 30.632,76	R$ 34.086,04	-11,27%
Trecho 02	1,201	asfalto	R$ 31.295,08	R$ 34.086,04	-8,92%
Trecho 03	1,220	passeio	R$ 36.121,98	R$ 25.027,01	30,72%
Trecho 04	1,220	passeio	R$ 36.025,88	R$ 25.027,01	30,53%
Trecho 05	1,200	passeio	R$ 12.794,51	R$ 8.274,78	35,33%
Trecho 06	1,200	passeio	R$ 12.790,61	R$ 8.274,78	35,31%
Trecho 07	1,189	passeio	R$ 12.407,74	R$ 8.274,78	33,31%
Trecho 08	1,189	passeio	R$ 12.396,13	R$ 8.274,78	33,25%
Trecho 09	1,573	passeio	R$ 11.507,62	R$ 11.203,08	2,65%

Trecho 10	2,158	passeio	R$ 14.327,73	R$ 11.203,08	21,81%
Trecho 11	1,227	passeio	R$ 1.330,57	R$ 827,48	37,81%
Trecho 12	1,786	passeio	R$ 2.091,60	R$ 1.867,18	10,73%
Trecho 13	2,162	calçamento	R$ 102.155,17	R$ 78.521,35	23,14%
Trecho 14	1,547	passeio	R$ 73.616,27	R$ 69.283,41	5,89%
Trecho 15	1,547	passeio	R$ 73.616,27	R$ 69.283,41	5,89%
Trecho 16	1,198	passeio	R$ 9.567,50	R$ 6.288,84	34,27%
Trecho 17	1,198	passeio	R$ 9.567,50	R$ 6.288,84	34,27%
Trecho 18	1,212	passeio	R$ 60.966,83	R$ 39.842,95	34,65%
Trecho 19	1,212	passeio	R$ 60.966,83	R$ 39.842,95	34,65%
Trecho 20	1,609	calçamento	R$ 80.214,94	R$ 72.161,90	10,04%
Trecho 21	1,358	calçamento	R$ 47.164,40	R$ 39.016,00	17,28%
Trecho 22	1,207	s/pavimento	R$ 4.455,53	R$ 4.247,85	4,66%
Trecho 23	1,467	s/pavimento	R$ 24.159,01	R$ 23.066,16	4,52%
Trecho 24	1,203	s/pavimento	R$ 2.758,07	R$ 2.407,11	12,72%
Trecho 25	2,101	asfalto	R$ 139.490,42	R$ 121.732,96	12,73%
Trecho 26	2,220	asfalto	R$ 55.926,06	R$ 44.266,53	20,85%
Trecho 27	3,182	asfalto	R$ 357.252,15	R$ 271.834,12	23,91%
Trecho 28	1,205	calçamento	R$ 16.252,00	R$ 12.891,38	20,68%
Trecho 29	1,894	asfalto	R$ 41.920,10	R$ 36.243,22	13,54%
Trecho 30	2,406	asfalto	R$ 136.549,15	R$ 109.291,53	19,96%
Trecho 31	1,244	passeio	R$ 70.654,58	R$ 54.849,14	22,37%
Trecho 32	1,244	passeio	R$ 70.711,22	R$ 54.849,14	22,43%
Trecho 33	1,203	passeio	R$ 28.146,44	R$ 18.204,52	35,32%
Trecho 34	1,239	passeio	R$ 28.159,34	R$ 22.130,39	21,41%
Trecho 35	1,206	s/pavimento	R$ 11.211,84	R$ 7.575,33	32,43%
Trecho 36	1,899	asfalto	R$ 110.317,04	R$ 94.066,38	14,73%
Trecho 37	1,294	passeio	R$ 34.318,34	R$ 24.161,14	29,60%
Trecho 38	1,294	passeio	R$ 34.318,34	R$ 24.161,14	29,60%
Trecho 39	1,338	passeio	R$ 21.577,26	R$ 15.429,24	28,49%
Trecho 40	1,338	passeio	R$ 21.618,25	R$ 15.429,24	28,63%
Trecho 41	1,201	passeio	R$ 10.254,21	R$ 6.619,83	35,44%
Trecho 42	1,226	passeio	R$ 10.282,88	R$ 6.619,83	35,62%

Fonte: Autoria própria, 2018.

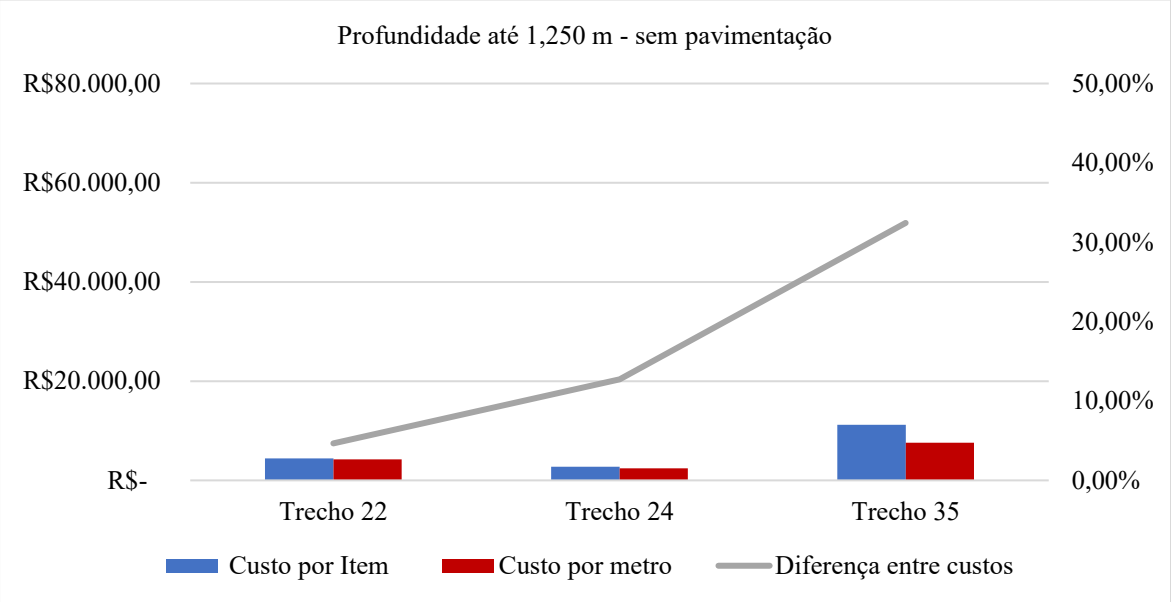
Como, no custo por item unitário, foram considerados trechos maiores, por vias, conforme a divisão do projeto, e, no custo por metro, foram considerados os trechos entre conexões, os valores por metro de coletor implantado foram somados para fins de comparação dos custos totais de cada trecho. Ainda para fins de análise, quando um mesmo trecho apresentou profundidades médias distintas entre conexões, adotou-se como profundidade do trecho a média ponderada das profundidades entre as conexões.

Do Gráfico 1 ao Gráfico 4 são apresentados os comparativos de custos entre as metodologias adotadas — por item unitário de serviço e por metro de rede implantada — para os trechos considerados sem utilização de escoramento, ou seja, com profundidade média menor ou igual a 1,250 m.

Os trechos sem utilização de escoramento e sem pavimentação apresentaram custos, pela metodologia por item unitário, superiores aos custos calculados por metro de rede implantada. A diferença entre os valores, para um

mesmo trecho, variou de 4,66% a 32,43% do valor calculado considerando os itens de serviço separadamente, conforme se verifica no Gráfico 1.

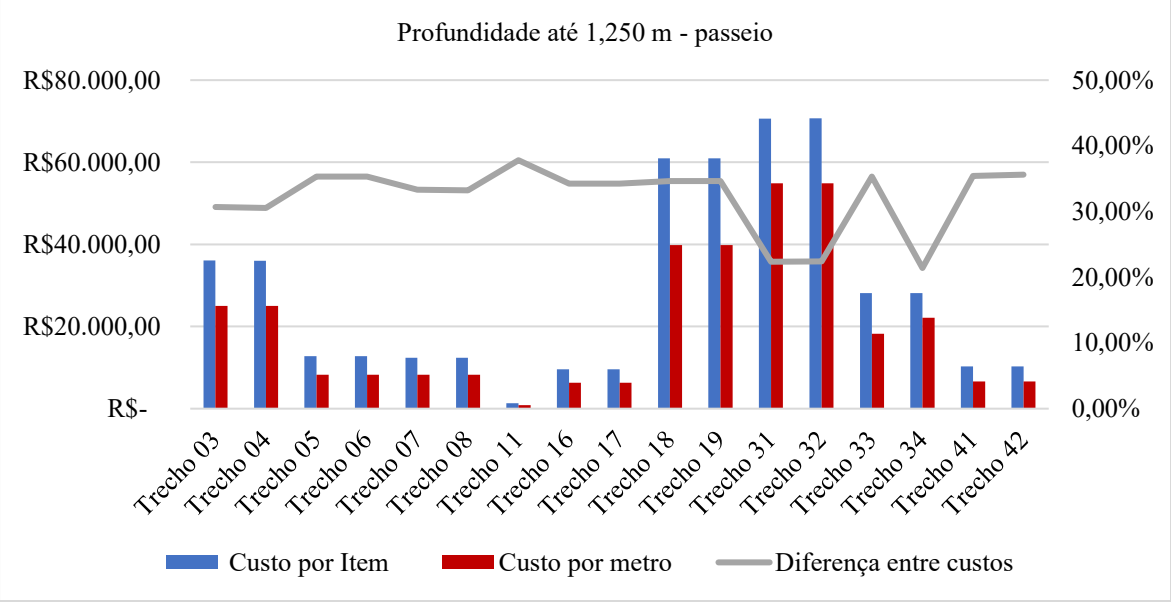
Gráfico 1: Trechos sem escoramento e sem pavimentação.



Fonte: Autoria própria, 2018.

No Gráfico 2, observa-se certa uniformidade na diferença entre os valores encontrados pelas duas metodologias de custos para os trechos sem escoramento e com pavimentação em passeio, em torno de 32%. Apenas três dos 17 trechos enquadrados nessas condições apresentaram variação um pouco menor, próxima de 22%.

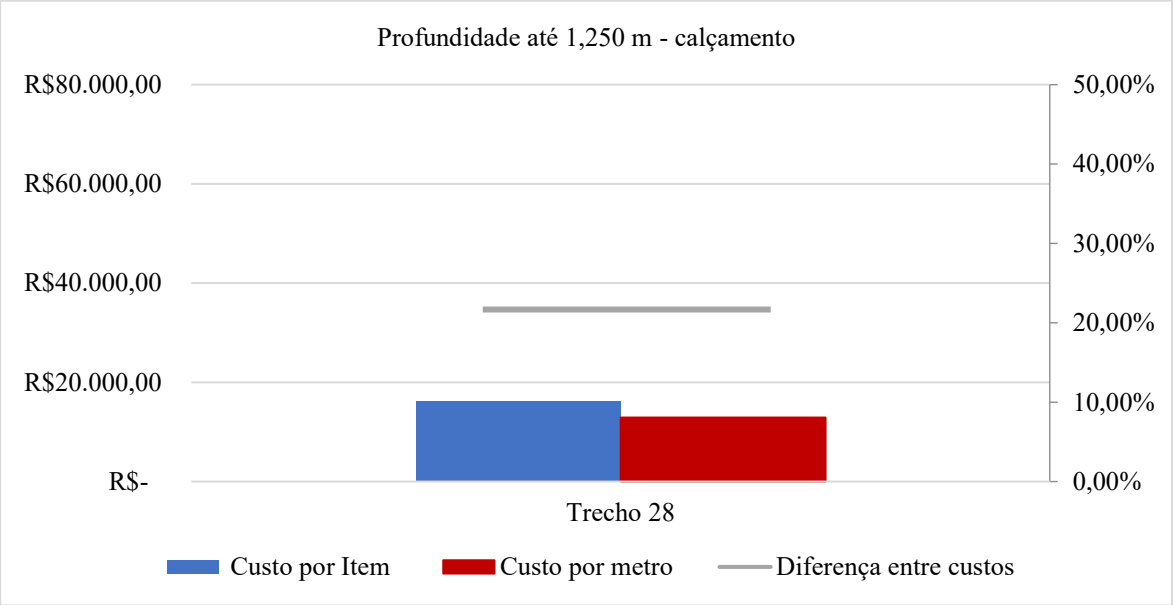
Gráfico 2: Trechos sem escoramento e pavimento passeio.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Apenas um trecho analisado foi classificado na faixa de profundidade até 1,250 m e com pavimentação em calçamento. Esse trecho apresentou variação entre os custos de 20,68% em relação ao custo calculado por item unitário, conforme se verifica no Gráfico 3.

Gráfico 3: Trechos sem escoramento e pavimento calçamento.

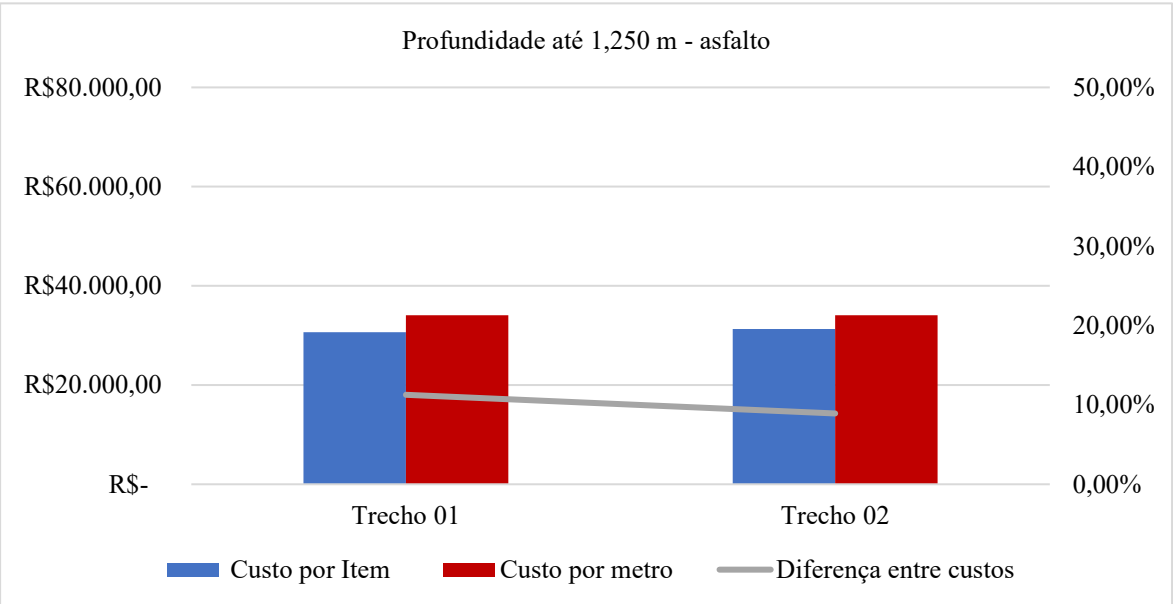


Fonte: Autoria própria, 2018.

O Gráfico 4 ilustra a distribuição dos custos de implantação de rede coletora de esgoto para dois trechos com profundidades médias de até 1,250 m e pavimentação em asfalto. Esses foram os únicos trechos sem escoramento em que o custo gerado pelos itens unitários foi menor que o custo calculado por metro de rede implantada. A variação entre os custos obtidos pelos diferentes métodos ficou em torno de 10% do valor por item unitário.

Para os trechos sem utilização de escoramento, com profundidade média até 1,250 m, os custos de implantação de rede coletora calculados por metro de coletor implantado foram predominantemente menores em comparação aos valores obtidos pelo custo por item unitário de serviço. As exceções foram os trechos 1 e 2, nos quais houve vantagem para o custo por item de serviço.

Gráfico 4: Trechos sem escoramento e pavimentação asfalto.

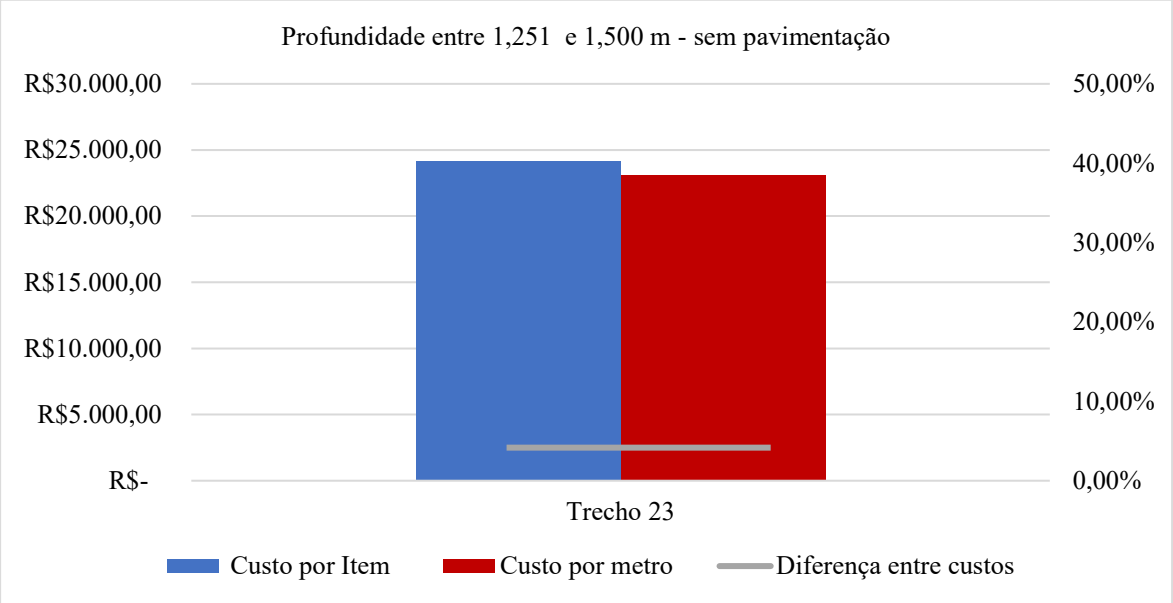


Fonte: Autoria própria, 2018.

A diferença entre os custos calculados pelas duas metodologias apresentou grande variação, de 4,6% a 37,81%. Dessa forma, pode-se afirmar que não houve uniformidade de variação conforme o tipo de pavimentação.

O comparativo dos custos de implantação para os trechos com escoramento e profundidades superiores a 1,250 m é ilustrado nos gráficos 5 a 11. Os trechos foram agrupados de acordo com a profundidade média e o tipo de pavimentação existente, conforme os parâmetros adotados para a análise.
Para o único trecho não pavimentado com profundidade média entre 1,251 m e 1,500 m, apresentado no gráfico 5, o valor final considerando o custo de implantação por metro mostrou-se ligeiramente vantajoso em relação ao custo obtido com os itens unitários, sendo 4,52% menor.

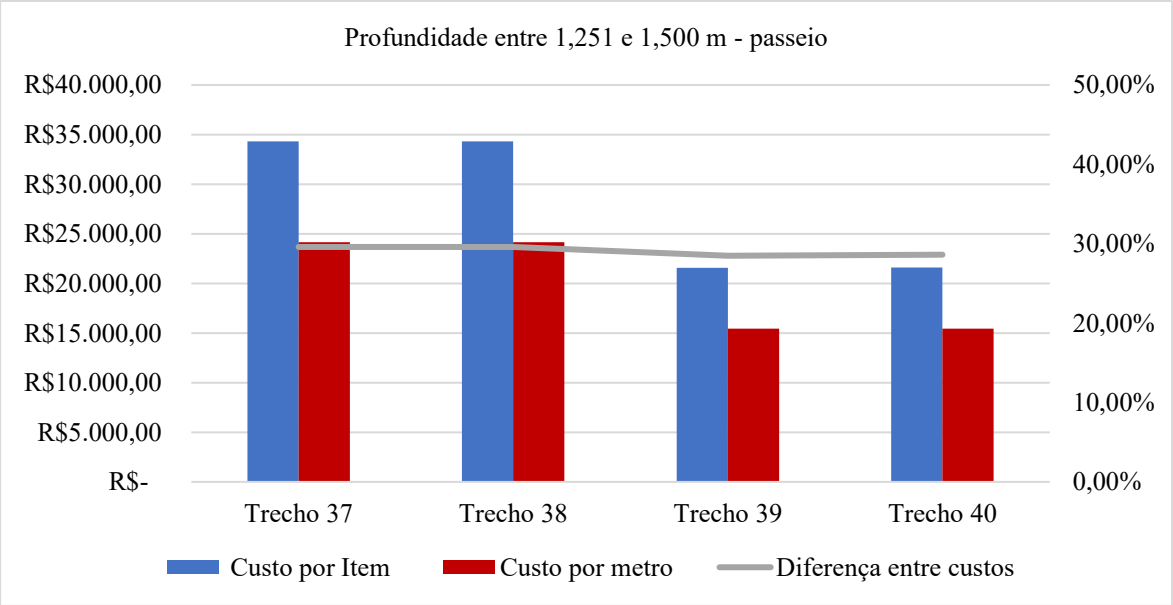
Gráfico 5: Trechos com profundidade entre 1,251 e 1,500 m e sem pavimentação.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Entre os trechos com profundidade média de 1,251 m a 1,500 m implantados no passeio, a variação entre os custos nas duas metodologias mostrou-se homogênea, em torno de 29%, conforme indicado no gráfico 6. Os custos mais baixos foram obtidos pela metodologia por metro de rede implantada.

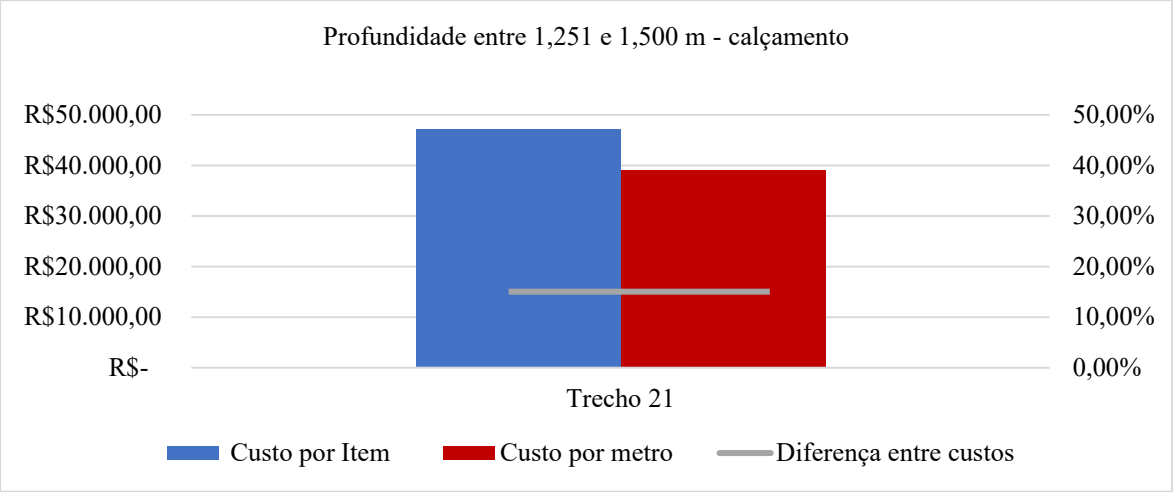
Gráfico 6: Trechos com profundidade entre 1,251 m e 1,500 m e pavimento passeio.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Apenas o trecho 21 atendeu aos condicionantes de profundidade média na faixa entre 1,251 m e 1,500 m e pavimentação em calçamento, apresentando também como menor custo o obtido por metro de rede implantado. A variação entre os custos foi de 17,28%, conforme se verifica no gráfico 7.

Gráfico 7: Trechos com profundidade entre 1,251 e 1,500 m e pavimento calçamento.

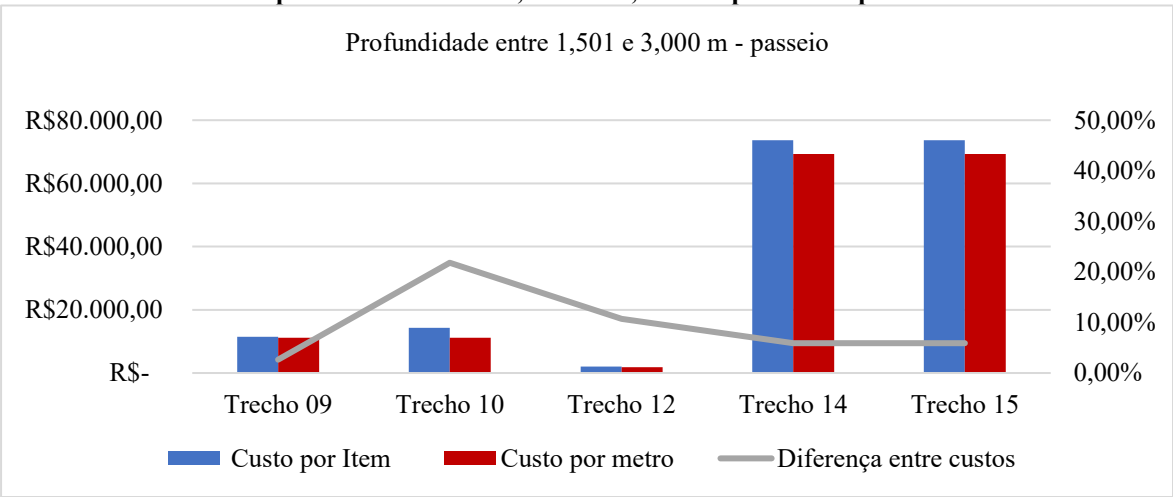


Fonte: Autoria própria, 2018.

Todos os trechos com profundidade média entre 1,251 m e 1,500 m apresentaram valor total maior pela metodologia de custo por item do que pelo custo por metro. A variação entre os valores dos trechos, para as diferentes metodologias, ficou entre 4,52% e 29,60%.

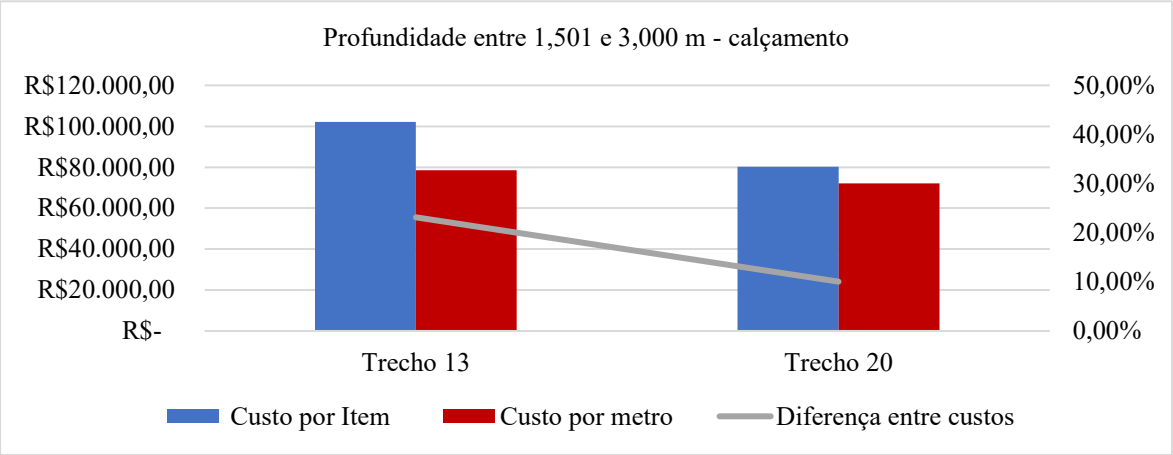
Para os trechos com profundidade média entre 1,501 m e 3,000 m, nos pavimentos tipo passeio, calçamento e asfalto, todos apresentaram custo de implantação por item unitário maior que o custo gerado pela metodologia por metro. A diferença entre os custos, por sua vez, apresentou variação significativa para os trechos com pavimentação em passeio e calçamento, com variações entre 2,65% e 21,81% e entre 10,04% e 23,14% do custo por item, respectivamente, como demonstram os gráficos 8 e 9.

Gráfico 8: Trechos com profundidade entre 1,501 m e 3,000 m e pavimento passeio.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Gráfico 9: Trechos com profundidade entre 1,501 e 3,000 m e pavimento calçamento.

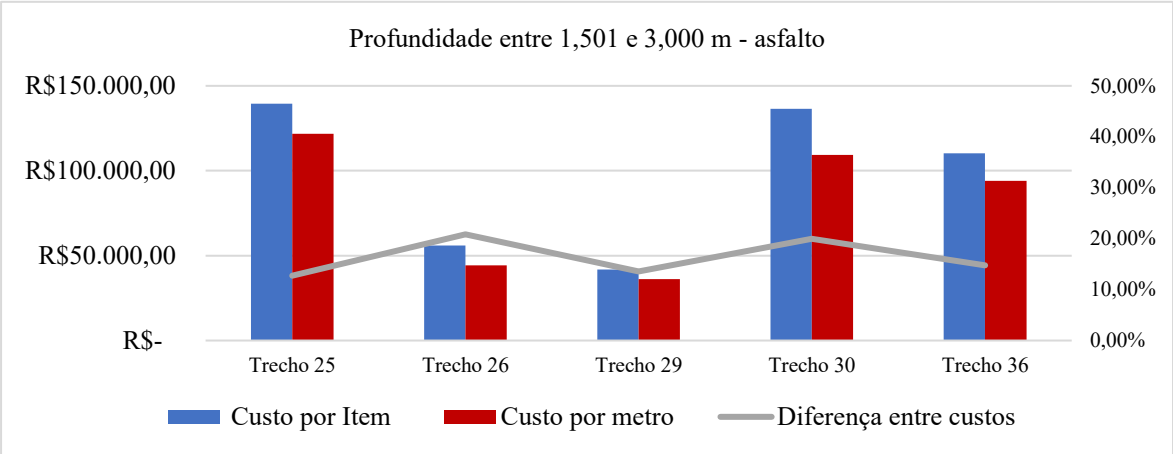


Fonte: Autoria própria, 2018.

Já para os trechos com profundidade média entre 1,501 m e 3,000 m e pavimento asfáltico, a variação dos custos entre as duas metodologias foi mais constante, situando-se entre 12,73% e 20,85%. O gráfico 10 ilustra esses dados.

Nos trechos em que a profundidade média se enquadrou no intervalo entre 1,501 m e 3,000 m, também foi unânime o custo superior quando considerado o método por item na composição do custo total do trecho. Entretanto, foi nessa faixa que ocorreu a menor variação entre as formas de levantamento de custo, entre 2,65% e 23,14%.

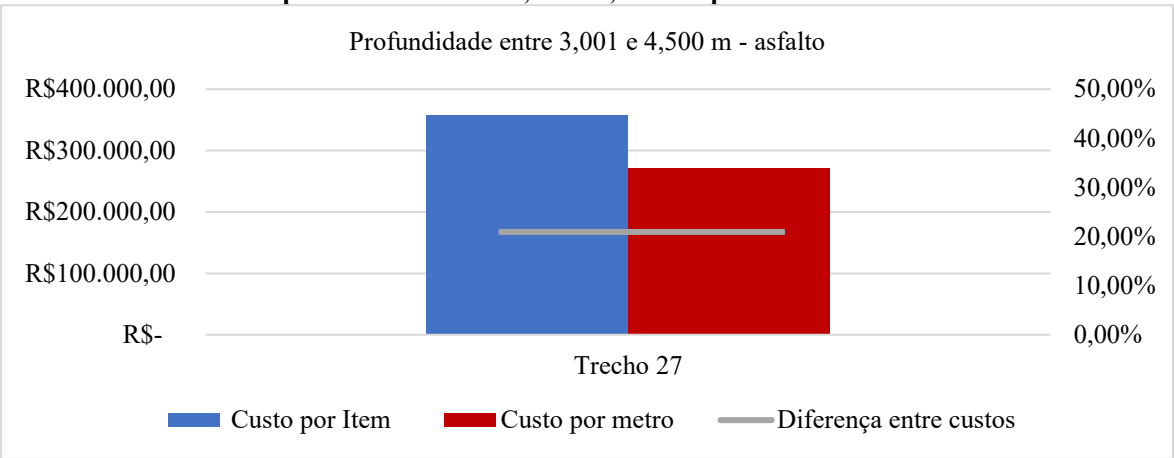
Gráfico 10: Trechos com profundidade entre 1,501 m e 3,000 m e pavimento asfalto.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Por fim, para a faixa de profundidade média entre 3,001 m e 4,500 m, apenas um trecho foi classificado com pavimento em asfalto. Para esse trecho, o menor custo foi obtido pelo método por metro de rede implantada, apresentando valor 23,91% menor que o custo obtido pelo método por item. O gráfico 11 ilustra os dados obtidos.

Gráfico11: Trechos com profundidade entre 3,001 e 4,500 m e pavimento asfalto.



Fonte: Autoria própria, 2018.

IMPLICAÇÕES PARA A FISCALIZAÇÃO E A GESTÃO CONTRATUAL

A forma de medição adotada em uma obra pública não interfere apenas no cálculo do pagamento mensal à contratada. Ela também condiciona a rotina de fiscalização, a organização dos boletins de medição, o volume de documentos comprobatórios, a necessidade de levantamentos de campo e a forma como eventuais divergências são tratadas durante a execução contratual. Em obras de redes coletoras de esgoto, nas quais os serviços avançam por trechos sucessivos e muitas vezes são executados em frentes simultâneas, a metodologia de medição pode representar ganho ou perda relevante de eficiência administrativa.

Na medição por item unitário, a fiscalização precisa acompanhar e conferir uma quantidade maior de informações. Além da extensão de tubulação assentada, devem ser controlados volumes de escavação, volumes de reaterro, áreas de pavimentação removida e recomposta, execução de ligações prediais, profundidades, dispositivos de inspeção, tipos de material e demais serviços acessórios. Esse nível de detalhamento aumenta a rastreabilidade da medição, mas também exige equipe técnica disponível, registros fotográficos consistentes, croquis de campo, planilhas auxiliares e compatibilização permanente entre projeto, diário de obra e medição apresentada.

Em contrapartida, a medição por metro de coletor implantado tende a reduzir o número de itens conferidos em cada medição, concentrando a análise na extensão efetivamente executada e no enquadramento do trecho em determinada condição de preço. Essa simplificação pode ser especialmente útil em contratos de grande extensão, nos quais a repetitividade dos serviços permite maior padronização. No entanto, a facilidade operacional não elimina a necessidade de controle técnico. Pelo contrário, desloca parte do esforço da fiscalização para a correta classificação dos trechos e para a validação das condições previamente assumidas na composição do preço.

Um ponto sensível dessa metodologia é o tratamento das situações que fogem ao padrão de composição. Interferências não previstas, alterações de traçado, aumento de profundidade, mudança do tipo de pavimento, necessidade de escoramento diferente do previsto ou condições geotécnicas desfavoráveis podem tornar inadequado o preço por metro originalmente adotado. Por isso, contratos baseados em medição por metro devem prever regras claras para reclassificação de trechos, medição de serviços extraordinários e registro das condições excepcionais de campo.

Sob a perspectiva da Administração Pública, a metodologia ideal deve equilibrar precisão, simplicidade e segurança contratual. Uma medição excessivamente detalhada pode tornar o processo moroso e burocrático, sobretudo quando há limitações de equipe. Por outro lado, uma medição demasiadamente simplificada pode transferir riscos de forma inadequada entre contratante e contratado, gerar desequilíbrios econômicos e dificultar a comprovação técnica dos serviços executados. Assim, a escolha da metodologia deve considerar não apenas o menor custo aparente, mas a capacidade de fiscalização, o grau de incerteza da obra e a qualidade dos projetos e orçamentos disponíveis.

Esse aspecto é particularmente relevante em sistemas de esgotamento sanitário, pois as redes coletoras são elementos enterrados e, após a recomposição das vias, parte significativa dos serviços deixa de ser visualmente acessível. Dessa forma, o registro adequado durante a execução é indispensável em qualquer metodologia. No caso da medição por item, os registros dão suporte à conferência dos quantitativos. No caso da medição por metro, os registros são essenciais para comprovar a extensão implantada, a profundidade executada, o tipo de pavimento recomposto e a correta classificação do trecho.

RECOMENDAÇÕES PARA APLICAÇÃO EM CONTRATOS FUTUROS

A partir da análise realizada, entende-se que a adoção de medição por metro de coletor implantado pode ser considerada em contratos futuros, desde que acompanhada de uma estrutura de composição de preços suficientemente detalhada. A primeira recomendação é que o preço por metro não seja definido a partir de médias genéricas da obra, mas sim por meio de composições específicas para diferentes cenários executivos. Essas composições devem refletir as condições de profundidade, pavimentação, escoramento, localização da rede e quantidade média de ligações prediais.

Também é recomendável que o projeto executivo seja organizado de forma a permitir o enquadramento prévio dos trechos. Para isso, cada segmento de rede deve estar associado a informações como extensão, profundidade de montante e jusante, profundidade média, tipo de pavimento, diâmetro, dispositivo inicial e final, localização na via e existência de ligações previstas. Quanto mais estruturado estiver o projeto, menor será a margem de interpretação durante a medição e maior será a segurança para ambas as partes.

Outro cuidado importante é a previsão de itens complementares para situações que não possam ser adequadamente absorvidas pelo preço por metro. Serviços como travessias especiais, remanejamento de interferências, recomposição diferenciada de pavimentos, rebaixamento de lençol freático, escoramentos especiais e serviços emergenciais devem ser analisados separadamente. A ausência desses itens pode fazer com que o preço por metro seja forçado a representar situações muito diferentes, reduzindo a precisão da metodologia.

Para ampliar a confiabilidade do modelo, recomenda-se ainda que a Administração realize simulações prévias com base em obras já executadas. A comparação entre medições reais por item e composições estimadas por metro permite identificar tendências de superavaliação ou subavaliação dos custos. Esse procedimento pode ser aplicado por bairro, bacia de esgotamento, tipo de pavimento ou faixa de profundidade, criando uma base histórica municipal para aperfeiçoamento dos orçamentos futuros.

A elaboração de memoriais de cálculo detalhados também é indispensável. Mesmo que a medição contratual seja simplificada, o orçamento que deu origem aos preços por metro deve permanecer transparente e auditável. A memória de cálculo deve demonstrar quais serviços foram incorporados ao preço, quais produtividades foram consideradas, quais hipóteses foram adotadas para ligações prediais, quais larguras de vala e recomposição foram utilizadas e quais serviços ficaram fora da composição padrão.

Por fim, recomenda-se que a eventual adoção da medição por metro seja acompanhada de procedimentos de controle de qualidade da execução. Ensaios de compactação, inspeção visual das recomposições, verificação de nivelamento dos dispositivos, cadastro técnico georreferenciado, testes de estanqueidade quando aplicáveis e registros fotográficos por trecho podem reduzir riscos técnicos e facilitar a gestão pós-obra. Assim, a simplificação da medição não deve resultar em redução do controle técnico, mas em uma reorganização dos mecanismos de fiscalização.

ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados apresentados demonstram que a metodologia por metro, embora operacionalmente mais simples, não produziu diferenças uniformes em relação à metodologia por item. Essa constatação é relevante porque indica que a variação de custos não pode ser explicada por um único fator isolado. Em alguns trechos, o tipo de pavimento teve maior peso; em outros, a profundidade, a extensão, a presença de ligações ou a forma de agrupamento dos serviços parecem ter influenciado mais intensamente o resultado final.

A diferença média observada deve, portanto, ser interpretada com cautela. Médias gerais podem ser úteis para indicar tendência, mas podem ocultar comportamentos distintos entre grupos de trechos. Quando a diferença entre metodologias apresenta grande amplitude, a adoção de um fator de correção único ou de uma composição

média geral tende a ser tecnicamente frágil. Nesses casos, a análise por agrupamentos homogêneos torna-se mais adequada, permitindo avaliar separadamente trechos com condições semelhantes de profundidade, pavimentação e padrão executivo.

Esse comportamento reforça a importância de que a composição por metro seja tratada como uma família de preços e não como um único valor global. A utilização de várias categorias de preço, organizadas por faixas técnicas bem definidas, tende a reduzir distorções e tornar a metodologia mais próxima da realidade executiva. Ainda assim, a definição dessas categorias deve ser baseada em dados consistentes, preferencialmente oriundos de obras anteriores, composições oficiais, medições reais e análise crítica da fiscalização.

Quadro 1: Comparação qualitativa entre as metodologias de medição.

Critério	Medição por item unitário	Medição por metro de coletor
Precisão dos quantitativos	Maior, por medir cada serviço executado separadamente.	Menor, pois depende da representatividade da composição adotada.
Agilidade de medição	Menor, devido à necessidade de conferência detalhada dos itens.	Maior, pela simplificação da medição por extensão executada.
Facilidade de fiscalização	Exige maior controle de campo, registros e conferência de quantitativos.	Simplifica a conferência, desde que os critérios de enquadramento sejam objetivos.
Risco de distorção	Menor, quando os quantitativos são bem registrados e medidos.	Maior, quando as faixas de preço são genéricas ou pouco representativas.
Aplicação recomendada	Obras heterogêneas, com grande variação de profundidade, pavimento e interferências.	Obras com condições repetitivas e trechos tecnicamente semelhantes.
Transparência analítica	Maior, por discriminar serviços, quantidades e preços unitários.	Depende da memória de cálculo e da clareza das composições por metro.

Fonte: Autoria própria, 2026.

APLICABILIDADE DA METODOLOGIA E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Os resultados obtidos indicam que a metodologia de medição por metro de coletor implantado apresenta potencial de aplicação em obras de redes coletoras de esgoto, especialmente quando se busca maior agilidade no processo de medição e redução da complexidade administrativa. Entretanto, sua adoção deve ser precedida de critérios técnicos rigorosos, pois a simplificação excessiva pode gerar distorções relevantes entre o custo previsto e o custo efetivo dos serviços executados.

No caso estudado, a comparação entre as metodologias revelou diferenças expressivas entre os custos obtidos para os mesmos trechos. Essas diferenças demonstram que a composição do custo por metro precisa ser cuidadosamente calibrada, principalmente quando há grande variação de profundidade, pavimento e configuração da rede. A existência de trechos com comportamento distinto reforça a necessidade de análise individualizada das condições de implantação, evitando a adoção de preços médios genéricos para situações tecnicamente diferentes.

Uma limitação importante do estudo está relacionada à própria planilha de referência utilizada para a composição dos custos. Embora represente o orçamento contratado e, portanto, possua relevância prática para a análise, a planilha por itens não contempla todos os serviços que podem influenciar significativamente o custo de implantação de redes coletoras. Serviços como esgotamento de valas, rebaixamento de lençol freático, interferências, diferentes tipos de escoramento, sobrelarguras de escavação e variações nas condições geotécnicas podem impactar o custo real da obra e, por isso, devem ser considerados em estudos futuros.

Outra limitação refere-se ao recorte espacial adotado. A análise concentrou-se em trechos específicos de sub-bacias do sistema de esgotamento sanitário, escolhidos por apresentarem diversidade de características técnicas. Embora essa escolha seja adequada para fins comparativos, os resultados não devem ser generalizados automaticamente para todas as obras de implantação de redes coletoras. Cada município, bacia ou região urbana

pode apresentar condições próprias de pavimentação, solo, interferências, densidade de ligações, profundidade média das redes e padrões construtivos.

Apesar dessas limitações, o estudo contribui para a discussão sobre modelos de medição em obras de saneamento ao demonstrar que a escolha da metodologia interfere diretamente na interpretação dos custos e na gestão contratual. A medição por item unitário tende a oferecer maior precisão e rastreabilidade, enquanto a medição por metro pode proporcionar maior simplicidade e agilidade. O desafio está em encontrar um ponto de equilíbrio entre precisão técnica, segurança financeira, produtividade da fiscalização e viabilidade administrativa.

Como encaminhamento, recomenda-se que estudos futuros desenvolvam uma matriz de decisão para orientar a escolha entre medição por item e medição por metro. Essa matriz poderia considerar fatores como extensão da obra, variabilidade das profundidades, quantidade de tipos de pavimento, grau de urbanização, disponibilidade de cadastro de interferências, complexidade das ligações prediais e capacidade de fiscalização do contratante. Com isso, a adoção de uma ou outra metodologia deixaria de ser uma escolha genérica e passaria a decorrer de critérios técnicos previamente definidos.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foram comparados os custos de implantação de redes coletoras de esgoto considerando duas metodologias de medição: por itens unitários de serviço e por metro de coletor implantado. A análise contemplou diferentes características de escoramento, pavimentação e profundidade, agrupando os trechos que compartilhavam as mesmas condições para fins de comparação.

Na comparação dos custos levantados pelas diferentes metodologias, constatou-se que, em apenas dois dos trechos avaliados, o custo de implantação de rede pelo método de custos unitários por item seria financeiramente mais vantajoso em relação ao custo por metro de rede implantada. Observou-se, porém, que esses trechos apresentavam características singulares em relação aos demais: tratava-se de trechos com pavimentação asfáltica em que foi implantada rede dupla no terço da via, não atendendo integralmente aos parâmetros adotados na elaboração do custo por metro para vias asfaltadas, que considerava rede simples no eixo da via. Tal fator influencia principalmente o comprimento e a quantidade de ligações prediais estimadas, ocasionando maior custo para o método de precificação por metro de rede implantada.

Apesar da predominância de valores mais altos para os custos calculados por itens unitários de serviço, verificou-se, pela análise dos dados e gráficos, que não há padrão claro na variação entre os valores obtidos pelos dois métodos de precificação dos trechos, seja em função do escoramento, da pavimentação, da profundidade da rede implantada ou da similaridade do valor total do trecho.

Considerando a diferença média de 22,03% entre os custos de cada trecho, observa-se que, para o projeto, as planilhas e os trechos analisados, a metodologia de precificação por metro de coletor instalado não seria viável, em razão do possível prejuízo à empresa contratada para execução do serviço e considerando que a metodologia de precificação por item unitário estaria mais próxima do valor real, por contemplar os serviços efetivamente executados e suas respectivas quantidades.

Entende-se, entretanto, que a adoção de critério de medição por metro de rede implantada seria vantajosa para a fiscalização, em razão da maior facilidade na elaboração da medição. Nesse modelo, apenas alguns fatores precisariam ser levantados, como a presença ou não de escoramento, a profundidade média do trecho e o tipo de pavimentação existente, o que agilizaria a medição e proporcionaria mais tempo ao fiscal para o acompanhamento da execução e o controle de qualidade da obra.

Por outro lado, a metodologia de medição por item de serviço é mais precisa e transparente, pois discrimina e quantifica todos os serviços efetivamente executados, conferindo maior grau de precisão à medição. Contudo, essa metodologia demanda mais tempo para realização e controle dos serviços, o que, em obras com diversas frentes de trabalho, pode tornar o processo mais trabalhoso e exigir maior dedicação da fiscalização.

No caso em estudo, verificou-se que a planilha de medição existente, por item unitário de serviço, mostrou-se relativamente superficial, por não considerar itens importantes e com valores significativos no contexto geral da obra. Em alguns casos, a planilha também não condiz com a realidade prática da execução de redes de esgoto, como se observa na ausência de diferenciação entre tipos de escoramento e sobrelarguras de valas conforme a

profundidade de escavação, bem como na ausência de item para esgotamento de valas ou rebaixamento de lençol freático.

Por fim, considerando a limitação da planilha de custos por item de serviço, a diferença expressiva entre os valores encontrados para as duas metodologias e a inconstância dessas diferenças, não se recomenda, para o caso em estudo, a adoção da metodologia de custos de implantação de coletores de esgoto por metro executado.

Para obter um valor mais confiável para o custo por metro implantado, sugere-se a elaboração de planilha de quantitativos e custos por item mais completa e abrangente, contemplando itens relevantes ao serviço de implantação de redes coletoras de esgoto, como diferentes tipos de escoramento e sobrelarguras de valas para maiores profundidades, quantitativo real de escavação em rocha e presença de interferências. Também se recomenda considerar outros parâmetros determinantes para a elaboração de planilhas de custo unitário por metro, como a locação da rede — bordo, terço ou eixo da via — e a adoção de rede dupla ou simples.

Como complementação ao estudo apresentado neste artigo, recomenda-se a elaboração de planilhas por item unitário mais completas e condizentes com a realidade, bem como o estudo de nova forma de composição do custo unitário por metro de coletor implantado, considerando o ganho que essa metodologia poderia proporcionar à dinâmica e à produtividade da fiscalização desse tipo de obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DACACH, N. G. Sistemas Urbanos de Esgoto. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois S.A., 1984.

2. EMPRESA MUNICIPAL DE ÁGUA E SANEAMENTO. Edital de concorrência nº 03/2017. Balneário Camboriú, 2017. Disponível em <http://www.emasa.com.br/editais/EDITAL%20 CC%20SES%20SAO%20JUDAS.pdf)

3. LEME, F. P. Planejamento e Projetos dos Sistemas Urbanos de Esgotos Sanitário. São Paulo: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1977.

4. NETTO, J. M. D. A. et al. Manual de Hidráulica. 8ª. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1998.

5. PACHECO, R. P. et al. Estimativas de custos visando orientar a tomada de decisão na implantação de redes, coletores e elevatórias de esgoto. Revista Brasileira de Recursos Hídricos , Porto Alegre, v. 20, p. 73 - 81, jan./mar. 2015. ISSN 1.

6. SALAZAR, Bruno Lopes. Desenvolvimento de funções de custos de implantação de sistemas de esgotamento sanitário. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

7. TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária de Universidade de São Paulo, 1999.

8. ZIMMERMANN, R. D. C. Processos de inovações e mudanças no setor de saneamento em Santa Catarina. Florianópolis: Secco, 2003