

V-032 - ANÁLISE COMPARATIVA DE INVESTIMENTOS EM REDES DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Lucas Marques Pessoa ⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela UFMG. Mestre em Saneamento, meio ambiente e recursos hídricos pela UFMG. Analista fiscal de regulação na ARSAE-MG.

André Antônio Horta de Paula ⁽¹⁾

Economista pela UFMG. Pós-Graduado em Gestão Financeira pela PUC-MG. Analista fiscal de regulação na ARSAE-MG.

Endereço⁽¹⁾: Rod. Papa João Paulo II, 4001 - Ed. Gerais, 12º andar – Serra Verde – Belo Horizonte. CEP 31630-901 - Brasil - Tel.: (31) 39158079 - e-mail: lucasm.pessoa@yahoo.com.br

RESUMO

Com a crise fiscal que assola o Brasil desde 2013, os recursos públicos capazes de prover os investimentos necessários à universalização do serviço de saneamento estão escassos. Assim sendo, crê-se que, nos próximos anos, a maior fonte de recursos direcionados ao saneamento será a própria tarifa cobrada pelos serviços prestados. Isto torna importante estimar os investimentos necessários para prover essa infraestrutura.

Concentrando a atenção nas redes de abastecimento de água e de coleta de esgoto, buscou-se fazer uma análise de seus custos de aquisição e implantação a partir de dados financeiros e operacionais de uma companhia de saneamento estadual. Os resultados obtidos parecem confirmar que o custo de implementação da rede de esgoto é relativamente maior que o incorrido para implantar a rede de água, além dos custos por metro de rede, para ambos os sistemas, estarem consonantes com os aferidos por estudos anteriores.

Adicionalmente, para o caso específico das redes de esgoto, uma confrontação dos custos por município parametrizada por variáveis independentes selecionadas (porte, adensamento urbano, índice de atendimento e declividade média) não indicou que elas são adequadas para justificar o custo *per capita* das redes de coleta, sendo mais prudente talvez, construir as estimativas analisando obras isoladas em vez de sistemas de municípios inteiros.

Finalmente, ao se fazer, para diversos municípios, uma análise conjunta dos dados de custos e das razões entre o número de economias e o número de ligações prediais de cada sistema, chegou-se à conclusão de que os custos *per capita* dos municípios não variam de modo consistente com seu porte – ou seja, não há indício da existência de economias de escala.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento, investimentos, redes, coleta de esgoto, abastecimento de água.

INTRODUÇÃO

O saneamento é serviço essencial reconhecido pela ONU através da resolução de nº64/292 de 2010 (ONU, 2010). Alinhando-se a esse conceito, a Lei Federal nº 11.445 de 2007 – conhecida como Lei Nacional de Saneamento Básico-LNSB – estabelece como princípio fundamental a necessidade de universalização dos serviços de saneamento. A universalização é definida como o avanço progressivo e gradual do atendimento de todos os cidadãos do país (BRASIL, 2007). A LNSB estabelece também a definição dos serviços de saneamento, estando destacados o abastecimento de água e esgotamento sanitário, foco deste estudo:

I - Saneamento básico - conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

a) abastecimento de água potável, constituído pelas atividades, pela disponibilização, pela manutenção, pela infraestrutura e pelas instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e os seus instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário, constituído pelas atividades, pela disponibilização e pela manutenção de infraestrutura e das instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até a sua destinação final para a produção de água de reuso ou o seu lançamento final no meio ambiente [...]

O conhecimento acerca de estimativas de custos de infraestruturas é premissa fundamental para planejamento, seleção de investimentos e apoio a decisões estratégicas de médio e longo prazo (EARLE e FARREL, 1997).

Uma estimativa de custo é uma previsão que produz informações para decisões políticas e empresariais, se apresentando como substituto para a medição real quando esta não é viável. É considerada precisa quando é suficientemente próxima do valor real, de modo que as decisões tomadas com base nessas estimativas sejam similares àquelas fundamentadas num ambiente real, caso a sua caracterização seja possível (MENDES *et al.*, 2009). No Modelo Paramétrico de Custos, o custo estimado de um projeto é função de uma ou mais variáveis independentes e relevantes (COLOSSI, 2002).

No Brasil, para que a universalização seja alcançada frente ao déficit atual existente, principalmente no setor de esgotamento sanitário (60,2% da população atendida com coleta e 73,7% do volume coletado sendo tratado em 2017, segundo dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento - SNIS), é importante que vultosos investimentos sejam aportados. Tais investimentos devem ser embasados tecnicamente, proporcionais às necessidades críticas detectadas e resultar em avanços efetivos para melhoria da qualidade do serviço. Com a crise fiscal que assola o Brasil desde 2013, os recursos públicos são cada vez mais escassos para prover esses investimentos necessários. Dessa forma, acredita-se que, nos próximos anos, os recursos capazes de financiar esses investimentos advirão majoritariamente da própria tarifa cobrada pelos serviços prestados. Portanto, faz-se importante estimar os investimentos necessários para prover essa infraestrutura.

OBJETIVO

Analisar os custos de implantação de redes de coleta de esgoto e de abastecimento de água. No caso das redes de coleta de esgoto, analisar a influência de características dos municípios no custo de implantação.

METODOLOGIA

Para construir a análise das redes, adotou-se o pressuposto de que existe uma relação de causalidade entre o investimento realizado na rede e o crescimento de sua extensão em determinado tempo e espaço (sendo o crescimento da extensão de rede, em determinado ano, dado por seu tamanho a dezembro daquele ano menos o aferido para dezembro do ano anterior). Em seguida, calculou-se o custo do metro de rede e o custo por habitante atendido, tanto para o sistema de água quanto para o sistema de esgoto, para cada ano do período considerado. A partir desse ponto, pôde-se proceder às comparações dos custos de rede inter e intra-sistemas, bem como confrontá-los com dados similares encontrados na literatura.

Com base em dados operacionais de uma companhia de saneamento estadual, fez-se, primeiramente, uma análise comparativa dos custos de aquisição e implantação de redes de água (adutoras de água bruta, adutoras de água tratada e redes de distribuição de água) e redes de esgoto (coletores e interceptores de esgoto sanitário), além de um contraste dos resultados obtidos com aqueles aferidos por outros estudos. Propôs-se ainda, para o caso das redes de esgoto, uma confrontação dos custos por município parametrizada pelos fatores porte e declividade média. Em segundo lugar, foi avaliada, para variados municípios, a razão entre o número de economias e o número de ligações prediais de cada sistema. Ao funcionar como um indicador de verticalidade, essa razão, combinada com os dados de custos disponíveis, ajuda a identificar a ocorrência economias de escala nos municípios de maior porte. Para tal análise, feita através de regressões simples e múltiplas, buscou-se avaliar como o custo *per capita* (variável dependente) é influenciado pelas variáveis independentes: adensamento urbano (habitantes por metro de rede, número de economias por ligação), declividade média da área urbana, porte da localidade (população total) e índice de atendimento com coleta de esgoto.

Os dados de valores dos investimentos foram extraídos do banco patrimonial da companhia estadual de saneamento, enquanto os dados relativos a ligações, economias e extensão de rede, por sua vez, foram extraídos de informativos lançados pela companhia no último trimestre de cada ano. Os dados de porte, adensamento urbano e índice de atendimento estão presentes na base de dados do prestador. As declividades médias das áreas urbanas são calculadas através de software de geoprocessamento (QGIS®). Realizou-se a avaliação da normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk, de forma a validar as regressões lineares.

RESULTADOS

Neste estudo, optou-se por utilizar somente dados referentes ao quadriênio 2014-2017. A Tabela 1 abaixo expressa a evolução da extensão das redes de água e esgoto operadas pela companhia estadual entre 2013 e 2017:

Tabela 1: Evolução das redes de água e esgoto em quilômetros (2013-2017)

Variável	Anos				
	2013	2014	2015	2016	2017
Extensão de Rede (km) - Água	45.216,00	47.018,49	47.666,64	49.455,68	50.948,45
Extensão de Rede (km) - Esgoto	20.983,00	21.888,24	22.588,60	23.671,40	24.879,75

Utilizando esses dados para calcular a quilometragem de rede construída a cada ano e aferindo o valor investido anualmente em cada tipo de rede, é possível estimar o custo por metro de rede tanto para o sistema de água quanto para o sistema de esgoto. Complementarmente, calculou-se a razão entre os custos de rede de um e outro sistema para cada ano¹, vide a Tabela 2 abaixo:

Tabela 2: Investimento por metro construído de redes (2014-2017)

Ano	Ativos	Investimento (R\$)	Crescimento da Rede (Km)	R\$/m	R\$/Km (SES) R\$/Km (SAS)
2014	Redes de Água ²	91.438.650,95	1.802,49	50,73	8,13
	Redes de Esgoto ³	373.282.965,12	905,24	412,36	
2015	Redes de Água	441.235.671,16	648,15	680,76	0,75
	Redes de Esgoto	359.946.873,26	700,36	513,95	
2016	Redes de Água	87.426.632,68	1.789,04	48,87	1,08
	Redes de Esgoto	56.892.646,15	1.082,80	52,54	
2017	Redes de Água	60.453.283,35	1.492,77	40,50	4,56
	Redes de Esgoto	223.115.690,10	1.208,35	184,65	

Uma análise superficial indica que o metro da rede de esgoto tende a ser mais caro que seu equivalente no sistema de abastecimento de água. Um olhar mais atento, porém, identifica que, apesar dos pressupostos que fundamentam a análise, na prática nem todo investimento feito em redes ocorre no sentido de estendê-la.

A razão calculada para o ano de 2015, por exemplo, indica que o investimento necessário para acrescentar um metro de rede ao sistema de água é maior que no caso do sistema de esgoto, diferentemente do observado para os demais anos. Além disso, a razão entre o valor investido em redes de esgoto e o valor investido em redes de água por quilômetro acrescido à respectiva rede, em 2014, foi muito maior que as razões obtidas para os anos de 2016 e 2015, bem mais próximas entre si. Isto acontece porque nem todo investimento feito em cada sistema ocorre no sentido de expandir o número de usuários, mas também no sentido de melhorar o serviço para a população já atendida, por exemplo. Em outras palavras, nem todo investimento em redes de esgoto se reflete no crescimento de sua extensão – caso de uma rede antiga que é substituída por outra de maior diâmetro, por exemplo. Isto é especialmente verdadeiro no caso da rede de água, que já está estabelecida. No caso da rede de esgoto, além da ampliação do diâmetro, o investimento pode decorrer da repadronização de rede preexistente em um município cuja concessão de prestação de serviço foi assumida recentemente pela companhia, ou mesmo consistir na recomposição de uma rede deteriorada.

A fim de constatar se os valores investidos na aquisição e implantação das redes da companhia são verossímeis, pode-se buscar estimativas de custos de redes na literatura acadêmica e comparar os dados obtidos junto ao prestador com aqueles pesquisados.

¹ Todos os custos de rede estão a valores atualizados pelo INCC até agosto de 2018.

² Adutoras de água bruta, adutoras de água tratada e redes de distribuição de água.

³ Coletores e interceptores de esgoto sanitário.

Para essa tarefa, optou-se, antes de tudo, por buscar uma base de comparação unificada. Para tanto, em vez de se comparar o custo por metro de rede obtido para dado ano com determinado dado estimado encontrado na literatura, repetindo o processo para todos os anos, a comparação foi feita utilizando a mediana dos custos considerando todo o quadriênio 2014-2017. A escolha da mediana é uma tentativa de buscar um valor típico diante da variabilidade observada. Os valores obtidos podem ser encontrados na Tabela 3 abaixo:

Tabela 3: Mediana dos custos por metro de redes (2014-2017)

Ativos	R\$/m	R\$/Km (SES) R\$/Km (SAS)
Redes de Água	49,80	5,99
Redes de Esgoto	298,50	

A partir daquilo que foi encontrado na literatura, foi permitido tentar aferir a verossimilhança dos custos calculados para as redes. A Figura 1 abaixo reproduz a tabela apresentada por Leite *et al.* (2016) com a comparação dos custos de implantação de redes de água, utilizando tubos de PVC, em função de diversas variáveis:

Tabela 10: Distribuição dos custos para implantação de redes de distribuição de água simples e duplas em função da vazão de projeto

Diâmetro Nominal da Rede (DN)	Vazão máxima admissível (L/s)*	Rede Simples		Rede Dupla	
		Intervalo de Vazão para atendimento do trecho (L/s)	Custo (R\$/m)	Intervalo de Vazão para atendimento do trecho (L/s)	Custo (R\$/m)
50	1,43	0,00 1,43	29,93	0,00 2,86	57,94
75	3,33	1,43 3,33	39,81	2,86 6,66	77,72
100	7,69	3,33 7,69	54,68	6,66 15,38	107,49

Nota: * adaptado de SABESP (1999)

Figura 1: Distribuição dos custos para implantação de redes de distribuição de água simples e duplas em função da vazão de projeto

Fonte: Leite *et al.* (2016)

Sabe-se se que os valores monetários da tabela da Figura 1 se baseiam em índices de custos da construção disponibilizados em maio de 2015 pelo SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Desse modo, para serem comparados com os custos de rede calculados por este estudo, tais valores foram atualizados pelo INCC – índice calculado também pelo SINAPI – até agosto de 2018:

Tabela 4: Distribuição dos custos para implantação de redes de distribuição de água simples e duplas em função da vazão de projeto (custos atualizados pelo INCC até agosto de 2018)

Diâmetro Nominal da Rede (DN)	Vazão máxima admissível (L/s)	Rede Simples		Rede Dupla	
		Intervalo de Vazão para atendimento do trecho (L/s)	Custo (R\$/m)	Intervalo de Vazão para atendimento do trecho (L/s)	Custo (R\$/m)
50	1,43	0,00 1,43	35,86	0,00 2,86	69,42
75	3,33	1,43 3,33	47,70	2,86 6,66	93,12
100	7,69	3,33 7,69	65,51	6,66 15,38	128,79

Fonte: adaptado de Leite *et al.* (2016)

Considerando que a maior parte dos municípios para os quais a companhia presta serviços de saneamento é de pequeno e médio porte, o mais provável é que a maior parte da rede de água construída por ela seja simples e constituída por tubulação de 50 mm de diâmetro. Nesse caso, segundo a Tabela 4 acima, o custo de metro da rede assim caracterizada seria de R\$ 35,86 contra uma mediana de custo por metro de rede de R\$ 49,80 calculada para este estudo. No entanto, deve se levar em consideração que, apesar de não serem maioria, redes duplas e/ou

com maior diâmetro de tubulação não deixam de estar entre os ativos da companhia, e seu custo superior certamente influi positivamente no custo médio do metro de rede. Assim sendo, assume-se que os custos incorridos pelo prestador por metro de rede de água estão dentro da normalidade.

No que diz respeito aos custos de rede de esgoto, Pacheco *et al.* (2015) – vide a Figura 2 abaixo – fizeram as seguintes estimativas para o custo da rede coletora por metro construído, respeitando parâmetros como qualidade do solo, nível de urbanização, nível de declividade do terreno e diâmetro da tubulação:

Tabela 5 - Custo da RCE (R\$/m) para solo favorável e baixa urbanização

Nível ⁽¹⁾	DN 150 mm (R\$/m)	DN 200 mm (R\$/m)	DN 250 mm (R\$/m)	DN 300 mm (R\$/m)	DN 350 mm (R\$/m)
1	105,08	124,08	156,71	197,34	228,68
2	124,04	143,40	176,37	217,36	249,04
3	137,97	157,72	191,09	232,47	264,55
4	150,97	171,35	205,36	247,37	280,08
5	196,28	218,70	254,74	298,79	333,53

NOTA: ⁽¹⁾ Nível de declividade de terreno, ver tabela 3.

Tabela 6 - Custo da RCE (R\$/m) para solo desfavorável e baixa urbanização

Nível ⁽¹⁾	DN 150 mm (R\$/m)	DN 200 mm (R\$/m)	DN 250 mm (R\$/m)	DN 300 mm (R\$/m)	DN 350 mm (R\$/m)
1	129,68	150,75	185,44	228,15	261,56
2	152,17	173,77	209,01	252,26	286,22
3	170,53	192,77	228,65	272,54	307,14
4	190,97	214,24	251,13	296,04	331,66
5	256,89	283,08	322,90	370,73	409,28

NOTA: ⁽¹⁾ Nível de declividade de terreno, ver tabela 3.

Tabela 7 - Custo da RCE (R\$/m) para solo favorável e alta urbanização

Nível ⁽¹⁾	DN 150 mm (R\$/m)	DN 200 mm (R\$/m)	DN 250 mm (R\$/m)	DN 300 mm (R\$/m)	DN 350 mm (R\$/m)
1	134,85	155,69	190,17	232,67	265,91
2	154,76	175,96	210,80	253,66	287,25
3	169,77	191,37	226,61	269,88	303,87
4	184,04	206,28	242,17	286,08	320,71
5	232,95	257,25	295,20	341,18	377,88

NOTA: ⁽¹⁾ Nível de declividade de terreno, ver tabela 3.

Tabela 8 - Custo da RCE (R\$/m) para solo desfavorável e alta urbanização

Nível ⁽¹⁾	DN 150 mm (R\$/m)	DN 200 mm (R\$/m)	DN 250 mm (R\$/m)	DN 300 mm (R\$/m)	DN 350 mm (R\$/m)
1	166,67	190,45	227,94	273,53	309,91
2	190,68	215,05	253,13	299,31	336,29
3	210,87	235,94	274,72	321,60	359,28
4	233,90	260,10	300,01	348,01	386,81
5	307,03	336,39	379,47	430,65	472,62

NOTA: ⁽¹⁾ Nível de declividade de terreno, ver tabela 3.

Figura 2: Custo da rede coletora de esgoto (R\$/m) em função da qualidade do solo, nível de urbanização, nível de declividade do terreno e diâmetro da tubulação

Fonte: Pacheco *et al.* (2015)

Sabe-se que a maior parte da rede de esgoto construída pela companhia nos últimos anos utilizou tubulação com diâmetro de 150 mm e foi realizada em locais com solo favorável e alta urbanização. Logo, os custos calculados por este estudo deveriam ser comparados com os valores da primeira coluna da “Tabela 7” da Figura 2. Antes disso, porém, requer-se que tais valores, os quais estão atualizados pelo INCC até o primeiro semestre de 2015, sejam novamente atualizados por aquele índice até a data de agosto de 2018:

Tabela 5: Custo da Rede Coletora de Esgoto (R\$/m) para tubulações de 150 mm de diâmetro em solo favorável e zonas de alta urbanização

Nível de Declividade do Terreno	R\$/m
1	160,05
2	183,68
3	201,49
4	218,43
5	276,48

Fonte: adaptado de Pacheco *et al.* (2015)

De acordo com a Tabela 5, teríamos um custo de no mínimo R\$ 160,05 e, no máximo, R\$ 276,48 por metro de rede, a depender do nível de declividade do terreno. Embora a mediana dos custos médios por metro de rede calculada neste estudo (R\$ 298,50) esteja acima dessa faixa, deve-se levar em conta que muitas redes do prestador atendem a combinações de circunstâncias distintas da que se está utilizando como parâmetro, havendo casos onde o custo do metro de rede pode se elevar consideravelmente. Desse modo, entende-se como razoáveis os custos por metro de rede de esgoto incorridos pela companhia.

No gráfico da Figura 3 a seguir, tem-se a distribuição dos resultados obtidos para a soma dos custos *per capita* da rede de coleta com os custos *per capita* das EEEs, e, ao lado, a distribuição apenas dos custos de rede. O lado esquerdo do gráfico contempla os dados dos 80 municípios que contam com investimentos em EEEs no banco patrimonial. Os dados no lado direito do gráfico, por sua vez, compreendem apenas os custos da rede de coleta de todos os municípios da base de dados, que somam 113. A mediana, quando se consideram os custos das EEEs, é 32% maior que no caso em que se consideram apenas os custos da rede de coleta.

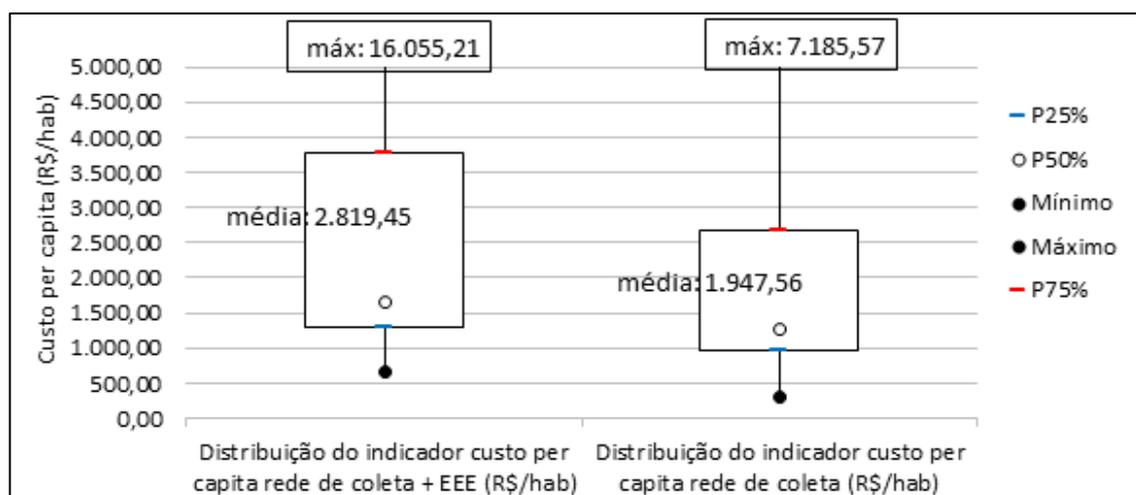


Figura 3: Distribuição dos resultados da soma, por município, dos custos *per capita* da rede de coleta e das elevatórias e distribuição dos custos *per capita*, por município, apenas da rede de coleta

A seguir, são apresentados os resultados das análises de regressões realizadas para aferir a influência do tamanho da população no custo da rede de coleta e no custo da rede de coleta somado ao custo das EEEs. Foi avaliado também o custo *per capita* e a influência de variáveis como: adensamento populacional, porte do município, declividade média e índice de atendimento da população com coleta de esgoto.

A Figura 4 apresenta a regressão linear do logaritmo do custo de rede de coleta pelo logaritmo da população atendida. O valor da inclinação da reta encontrada é praticamente igual à unidade, o que revela uma relação diretamente proporcional entre as dimensões do custo de rede e da população. A equação (1) gerada pela regressão linear, considerando o logaritmo das variáveis é, portanto:

$$\text{Custo rede} = 10^{1,0002x((\log pop)+3,182)}$$

equação (1)

Onde *pop* é a população a ser atendida pela rede de coleta de esgoto a ser construída. O R^2 da equação é igual a 0,818, o que demonstra uma boa aproximação da reta de regressão ao conjunto de dados. Há de se fazer a ressalva, porém, de que a previsibilidade se dá em uma equação com logaritmo, e, ao removê-lo, o erro pode ser considerável. Entretanto, para fins de estimativa dos custos de uma rede de coleta, atinge-se resultados razoáveis, sendo assim recomendada quando não for requerida a exatidão dos valores.

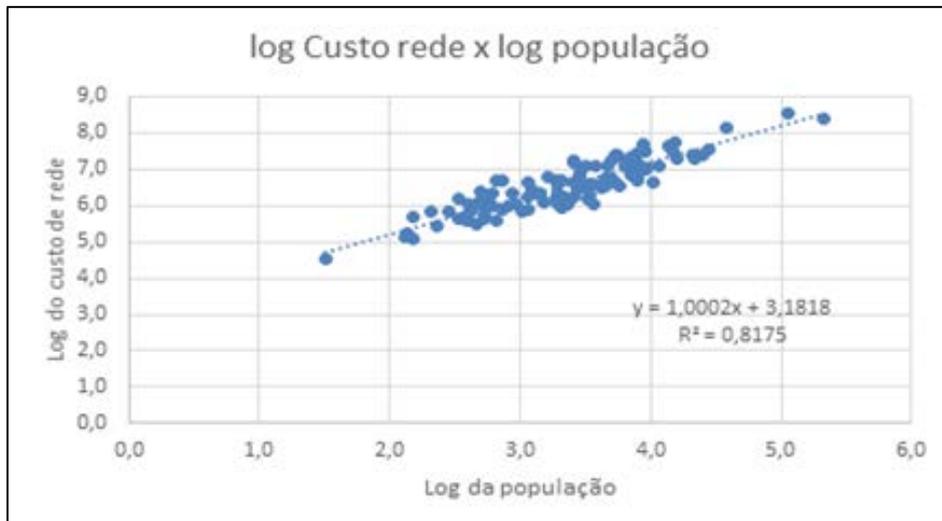


Figura 4: Regressão do logaritmo do custo da rede de coleta pelo logaritmo da população atendida

A Figura 5 apresenta a regressão linear do logaritmo do custo de rede somado ao custo de elevatórias pelo logaritmo da população. O valor da inclinação da reta encontrada é próximo da unidade, o que também revela uma relação diretamente proporcional entre as dimensões do custo e da população. A equação gerada pela regressão linear considerando o logaritmo das variáveis, é, portanto:

$$\text{Custo rede} + \text{elevatórias} = 10^{0,8534x((\log pop)+3,8414)}$$

equação (2)

Onde *pop* é a população a ser atendida conjuntamente pela rede de coleta de esgoto e pelas elevatórias a serem construídas. O R^2 da equação é igual a 0,771 – um valor razoavelmente alto, similar ao aferido para a regressão de custo de rede. No entanto, cabe aqui a mesma ressalva feita anteriormente: o uso de logaritmos na equação pode acarretar erros significativos de previsibilidade.

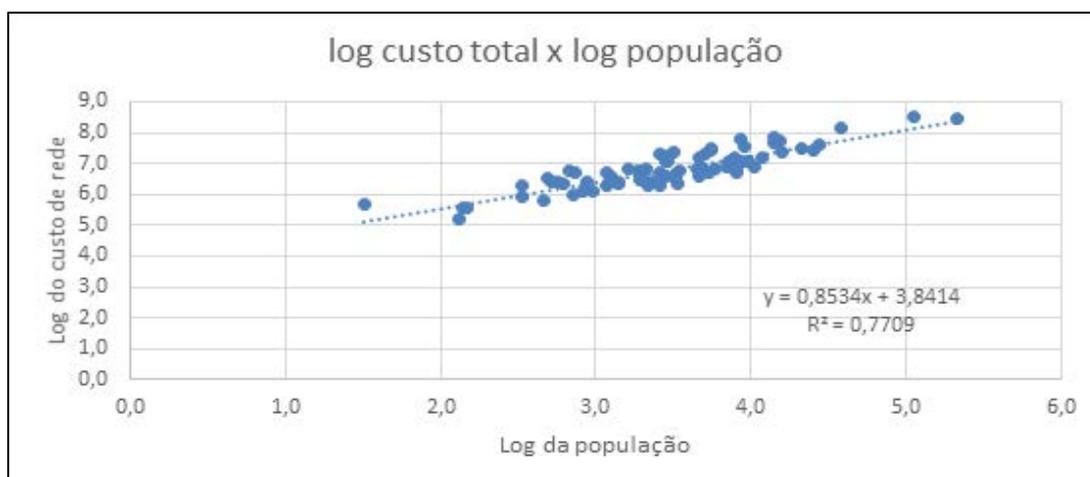


Figura 5: Regressão do logaritmo do custo rede de coleta e EEs pelo logaritmo da população atendida

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos para as regressões do custo *per capita* da rede, sem elevatórias, testando-se diferentes fatores como variáveis explicativas. Demonstrou-se, porém, que a correlação obtida deve ser desprezada, dado que o teste de Shapiro-Wilk não identificou normalidade dos dados. Portanto, os resultados apontam que as variáveis escolhidas para justificar o custo *per capita* de redes de coleta não são adequadas. Isso pode ser explicado pelo método utilizado, no qual sistemas de municípios inteiros são avaliados. Além disso, nos gráficos gerados com os custos *per capita* e as variáveis explicativas, não foram observados padrões ou tendências relevantes. Cada município deve apresentar diversas particularidades em suas redes de coleta, havendo pontos em que há encarecimento da rede e outros em que há barateamento dela, resultando em um equilíbrio e não gerando valores que possam ser explicados por variáveis globais do município. A fim de se estimar custos de redes, parece mais apropriado executar a análise por obra, mais particularizada, utilizando variáveis como diâmetro, declividade do terreno, dificuldade de escavação no solo e índice de urbanização, como apresentado por Pacheco *et al.* (2015).

Tabela 6: Análises de regressão do custo *per capita* das redes de coleta

Regressão	Adensamento (hab/m)	Adensamento (economias/ ligação)	Valor p para o teste de normalidade Shapiro Wilk	Coefficiente de determinação da regressão (R ²)
R1	x		3,9x10 ⁻⁹	0,0288
R2		x	0,0002	0,0872

Regressão	Declividade média	Porte populacional	Índice de atendimento	Valor p para o teste de normalidade Shapiro Wilk	Coefficiente de determinação da regressão (R ²)
R4	x			1,8x10 ⁻⁶	0,0254
R5		x		3,6x10 ⁻⁵	0,0543
R6			x	3,0x10 ⁻⁷	0,0033

Regressão	Todas as variáveis explicativas	Valor p para o teste de normalidade Shapiro Wilk	Coefficiente de determinação da regressão (R ²)
R7	x	3,7x10 ⁻⁷	0,1274

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Utilizando um método cujo núcleo consistiu na comparação dos custos das redes de abastecimento de água com os de redes de esgotamento sanitário de uma companhia estadual de água e esgoto, foram obtidos resultados que parecem confirmar que os custos empenhados na rede do sistema de esgoto, por metro, tendem a ser maiores que os dos seus equivalentes no sistema de água. Esse resultado é observado ainda que haja a interferência de fatores peculiares a cada rede, como a maior idade das redes de água e a deterioração mais frequente das redes de esgoto. Além do mais, a comparação da mediana dos custos por metro de rede aferidos para cada ano do quinquênio 2014-2017 com indicadores idênticos encontrados na literatura acadêmica não encontra diferenças relevantes.

De forma geral, os custos de implantação de rede de coleta são observados como funções da população a ser atendida pelos mesmos. Os dados de rede de coleta apresentaram baixa correlação com as variáveis selecionadas pelo estudo (adensamento, atendimento, porte, declividade), além de não apresentarem normalidade, evidenciada pelo teste de Shapiro-Wilk. Dessa maneira, um olhar global para cada localidade, no âmbito de sistema, ao reunir áreas urbanas com diferentes características dentro de um mesmo município, dificulta a percepção de tendências e previsibilidade das estimativas de custos. Nesse caso, se mostra mais adequado avaliar os custos de obras de rede de coleta caso a caso, tendo em conta as características do projeto, como utilizado por Pacheco (2010).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. 2007.
2. BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2019. (Série Histórica). Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 1 abril. 2019.
3. COLOSSI, N. Modelos paramétricos de custos para projetos de sistema de esgoto sanitário. Florianópolis. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2002.
4. EARLE, G. A., FARREL Jr., P. A mathematical model for estimating sewer costs. In *New England Water Environment Association Annual Conference*. Boston, (USA). Environment One Corporation. 1997.
5. LEITE, ANDRÉ DE MOURA; KELLNER, ERICH; AKUTSU, JORGE. Análise Comparativa dos Custos de Implantação de Redes Simples e Duplas para Distribuição de Água Empregando Tubos de PVC. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 4, p. 85-101, 2016.
6. MENDES, S., RAMOS, L., LOURENÇO, J., BENTES, I. Relações paramétricas de custos de infraestruturas de saneamento básico. In: *Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa*, 9. Benguela. 2009.
7. ONU. Resolução A/RES/64/292. 2010. Disponível em: <<http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/64/292&lang=E>>. Acesso em: 10 out. de 2018
8. PACHECO, R. P.; GALLEGO, C. E. C.; FERNANDES, C. V. S.; AISSE, M.M.. Estimativas de custos visando orientar a tomada de decisão na implantação de redes, coletores e elevatórias de esgoto. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, p. 73-81, 2015.
9. PACHECO, R. P., Custos para implantação de sistemas de esgotamento sanitário. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2010.