

II-036 - COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS CENTRALIZADO E DESCENTRALIZADO COMO ALTERNATIVAS PARA O ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE CAPITÃO LEÔNIDAS MARQUES/PR

Silvia Fernanda Paffrath⁽¹⁾

Engenheira Civil na Companhia de Saneamento do Paraná. Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Flavio Bentes Freire⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP), mestre e doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Professor do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (DACOC/UTFPR). Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Endereço⁽¹⁾: Rua Euzébio da Motta, 633, ap 22 - Juvevê - Curitiba - PR - CEP: 80530-260 - Brasil - Tel: (41) 99943-0462 - e-mail: silviapaffrath@hotmail.com

RESUMO

No Brasil tem crescido o interesse por alternativas descentralizadas de sistemas de esgotamento sanitário, em virtude dos índices de atendimento ainda incipientes, e também porque geralmente há menores custos de implantação e operação. No entanto, ainda são raros os estudos que comparem para uma mesma região, os sistemas centralizados e descentralizados. Dessa forma, esta pesquisa teve como objetivo comparar, técnica e economicamente, um sistema descentralizado e um centralizado, para o município de Capitão Leônidas Marques (PR). O sistema descentralizado foi composto por rede coleta condominial e tratamento com tanques sépticos seguidos de sumidouros, para cada 100 residências. O centralizado, que faz parte de um projeto da companhia de Saneamento para o local, foi composto por reatores tipo UASB seguidos de filtros anaeróbios. Para o cumprimento do objetivo foram estabelecidas as seguintes etapas: levantamento de dados sobre o município, como clima, temperatura, índices pluviométrico e IDH, para identificar as possíveis características do efluente gerado; previsão populacional, para definir a população para final de plano (em 20 anos), a partir da correlação obtida em cada modelo de crescimento testado; caracterização quantitativa e qualitativa do esgoto gerado, utilizando equação de normas brasileiras e dados de município similar (pela ausência de rede coletora na área de estudo para realização de coletas e análises), respectivamente; dimensionamento dos sistemas centralizado e descentralizado. Para as unidades de tratamento, os dimensionamentos foram baseados nas normas da ABNT e na literatura clássica relacionada ao assunto. Para a alternativa de tratamento considerada no sistema centralizado foi estimado um custo final de R\$ 10 milhões (com coleta e bombeamento de esgotos), sendo R\$ 667/hab. Para o sistema descentralizado foi obtido um custo de R\$ 5,6 milhões (R\$ 373/hab) e eficiências de remoção compatíveis com a legislação. Do ponto de vista econômico, a descentralização mostrase uma solução viável para locais sem atendimento com esgotamento sanitário, com custo 42% menor quando comparado a um sistema convencional, para município de pequeno porte.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de esgoto doméstico, Tratamento descentralizado, Fossa séptica.

INTRODUÇÃO

O Brasil ainda está longe de cumprir os compromissos assumidos pela Lei Federal 11.445 (BRASIL, 2007), conhecida também como “Lei do Saneamento”, que dentre inúmeras diretrizes, estabelece como uma das metas a universalização do acesso.

No que diz respeito ao esgoto sanitário, por exemplo, e segundo o “Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto” (SNIS, 2015), um total de 74% do esgoto coletado recebeu alguma espécie de tratamento. Entretanto, em comparação com o volume total gerado de esgoto no país, o índice de tratamento é de somente 42,7%.

Há que se considerar que essa estatística leva em consideração todo o território nacional, envolvendo assim tanto regiões urbanas quanto rurais. Mas ainda é notória a grande presença de soluções individuais no

gerenciamento do esgoto, mesmo em regiões urbanas. No estado do Paraná, por exemplo, até 2010 na área urbana mais de 36% da população utilizava fossas sépticas ou rudimentares para recebimento dos esgotos domésticos. Na área rural esse valor chegava a quase 91% (IBGE, 2010).

Além da questão do atendimento, a gestão do esgoto sanitário enfrenta uma série de outros problemas, também complexos, dentre os quais é possível destacar os lançamentos indevidos de águas pluviais e efluentes industriais na rede coletora, a ênfase somente na remoção de matéria orgânica em alguns projetos de estações de tratamento, sem considerar os patogênicos e os chamados “poluentes emergentes”, e a falta de análises em laboratório para caracterizar qualitativa o esgoto gerado em determinada área, utilizando valores da literatura para dimensionamento do tratamento.

Nesse contexto, Oliveira (2006), ao analisar cerca de 50.000 dados operacionais de 208 estações de tratamento de esgotos nos estados de Minas Gerais e São Paulo, compreendendo 21 processos de tratamento, verificou uma concentração mais elevada para o esgoto bruto do que usualmente expresso na literatura, em termos de DBO, DQO, sólidos suspensos totais e nitrogênio total. A pesquisadora constatou também em alguns casos eficiências de tratamento inferiores às que são reportadas usualmente.

Os níveis precários de atendimento, os lançamentos indevidos, as concepções inadequadas nos projetos, as discrepâncias entre desempenho previsto e desempenho real, dentre outros, são características que podem acarretar efetivos prejuízos ao homem e ao meio ambiente.

Diante dessas circunstâncias e a partir do grande déficit relacionado à coleta e ao tratamento do esgoto, tem se buscado e avaliado alternativas que proporcionem uma evolução desse serviço, e que seja capaz de gerar melhoria na qualidade de vida da população. Dessa forma, o conceito de “tratamento descentralizado” vem ganhando força nos debates e na comunidade científica. De acordo com Tchobanoglous & Crites (1998), os sistemas de tratamento descentralizado de esgoto são sistemas intermediários entre o tratamento *in loco* (daquele gerado no próprio local) e o centralizado, abrangendo coleta, tratamento e disposição final do efluente.

Desde então diversas pesquisas têm sido desenvolvidas com esse tema, com foco no tanque séptico (BORGES, 2005; ÁLVILA, 2005; COLARES & SANDRI, 2013), com bons resultados de remoções, com até 76% de coliformes removidos, 72% de sólidos suspensos totais removidos e 50% de DQO removida.

Pelos bons resultados apresentados em estudos e pelos menores custos com transporte de esgoto no sistema descentralizado, com provável eliminação de elevatórias (WILDERER & SCHREFF, 2000), optou-se pela comparação entre as abordagens centralizada e descentralizada na gestão do esgoto de uma cidade de pequeno porte no estado do Paraná.

OBJETIVO

O objetivo dessa pesquisa é comparar o custo de implantação de um sistema descentralizado de esgotamento sanitário com tanque séptico com custo de sistema centralizado (com coleta, bombeamento e única ETE também com tecnologia anaeróbia), para município de pequeno porte.

METODOLOGIA

Para o cumprimento dos objetivos foram estabelecidas as seguintes etapas: levantamento dos dados sobre o município; caracterização qualitativa e quantitativa do esgoto; dimensionamento dos sistemas centralizado e descentralizado e estimativa de custos de implantação de cada sistema.

LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE O MUNICÍPIO

Para a área urbana do município de Capitão Leônidas Marques, área de estudo dessa pesquisa, foram consideradas características tais como clima e temperatura, conforme Caviglione (2000), precipitação conforme Águas Paraná (2017), e índice de desenvolvimento humano conforme Ipardes (2016).

Para o alcance do projeto foram considerados 20 anos, sendo necessária a estimativa de população no ano final. Para o crescimento populacional foi definida a população inicial (P_0) a partir de dados censitários do IBGE (2010) e a população de final de projeto (P_1) a partir das correlações obtidas com os modelos de crescimento testados (aritmético, geométrico, extrapolação gráfica com curva polinomial, curva de potência, curva logarítmica e curva exponencial). Sendo o maior valor de correlação alcançado com o modelo aritmético (e fator r calculado a partir da Equação 1), foi definida a população P_1 .

$$r = \frac{P_1 - P_0}{t_1 - t_0} \quad \text{equação (1)}$$

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUALITATIVA DO ESGOTO GERADO NO MUNICÍPIO

Pela ausência de rede coletora de esgoto na área de estudo, impossibilitando coletas de amostras e análises laboratoriais para caracterização qualitativa do efluente gerado, optou-se por utilizar dados de município similar (conforme informações no tópico de resultados), e operado pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar). Para os parâmetros que não possuíam análises por parte da empresa citada, foram utilizados valores da literatura.

Para a caracterização quantitativa foi utilizada a Equação 2 para a vazão média afluente (em m^3/dia).

$$Q_m = \text{Pop.Final} * q * C \quad \text{equação (2)}$$

Sendo:

Q: consumo de água per capita em L/hab.dia, igual a 111,61 L/hab.dia, conforme Sanepar (2014).

C: coeficiente de retorno de esgoto igual a 80% (ABNT, 1986).

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA CENTRALIZADO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Para o sistema de esgotamento sanitário do município, considerou-se topografia, locais para estações elevatórias e interceptores, conforme plano de escoamento da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR, 2012).

Com relação ao tratamento, tanto para solução centralizada como descentralizada, optou-se por enfatizar o anaeróbio, principalmente por ser o processo de tratamento biológico utilizado com mais recorrência pela Sanepar, em virtude de inúmeros aspectos, dentre os quais o menor custo, as condições climáticas favoráveis e a menor geração de lodo. Assim, a partir da caracterização qualitativa de esgoto, das remoções necessárias para lançamento em corpo receptor, conforme valores máximos permitidos (SEMA, 2009) e das eficiências médias da literatura de tecnologias anaeróbias para o tratamento de esgoto, fez-se o dimensionamento a partir de diretrizes da literatura e das normas brasileiras pertinentes.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DESCENTRALIZADO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Conforme mencionado, optou-se pelo tratamento anaeróbio com tanque séptico, por ser a forma mais comum, com menor custo de implantação e maior facilidade de utilização. O número de contribuição em cada unidade foi limitado a 100 residências, conforme recomendações da USEPA (2005). O dimensionamento foi feito a partir de diretrizes da NBR 7.223 (ABNT, 1993), sendo o volume de cada tanque calculado a partir da contribuição, da taxa de acumulação de lodo e da contribuição de lodo fresco, com valores tabelados na norma citada. Para disposição final do efluente tratado foram adotados sumidouros, dimensionados conforme NBR 13.969 (ABNT, 1997), sendo a área útil (paredes e fundo) calculada a partir da contribuição e da taxa máxima de aplicação diária.

ESTIMATIVA DE CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS

Para a alternativa de escoamento, seguiram-se valores em função de vazão e altura manométrica para estações elevatórias e extensão projetada para rede coletora e interceptores, de estudo feito por Pacheco *et al.* (2014).

Para o tratamento centralizado, considerou-se custo de implantação médio *per capita* da literatura.

Com relação à coleta do sistema descentralizado considerou-se rede condominial, com custo per capita de R\$ 292,14/hab (PAFFRATH *et al.*, 2014). Para o tratamento com tanques sépticos seguidos por sumidouros, o custo adotado foi de R\$ 80,00/hab (SPERLING, 2005).

RESULTADOS

LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE O MUNICÍPIO

Características do Município

A classificação climática do município é Cfa, sendo subtropical. Quanto à temperatura, a média anual situa-se entre 21 e 22°C (CAVIGLIONE, 2000). Esses valores são utilizados em alguns dimensionamentos de unidades de tratamento, daí a importância de serem conhecidos.

Conforme Águas Paraná (2017) a média pluviométrica dos últimos 10 anos foi de 2064 mm/ano, e 110,30 mm/dia (máxima diária). Comparando com Curitiba/PR, o município estudado é mais chuvoso, com média anual de precipitação quase 30% maior que na capital paranaense. Assim, sistemas que recebem águas pluviais, como lagoas, podem ter influências na geração de lodo e na degradação da matéria orgânica.

Quanto ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), segundo IPARDES (2016) o mesmo foi de 0,716, próximo à média do estado (0,749 em 2010) e considerado alto por estar entre 0,70 e 0,79 (ATLAS BRASIL, 2010).

Com relação às populações, os últimos censos do IBGE constam na Tabela 1.

Tabela 1 – Populações residentes em Capitão Leônidas Marques.

População	1991	1996	2000	2010
Urbana	5.274	8.330	9.203	10.859
Rural	4.670	5.331	3.823	2.943
Total	9.944	13.661	13.026	13.802

Fonte: IBGE (2010).

Como as populações rural e total tiveram decréscimos nos censos apresentados na tabela, foi utilizada apenas a área urbana do município nesse estudo.

Utilizando o crescimento aritmético com r igual a 166 (Equação 1), adotou-se como população inicial a de 2015 (11.687 habitantes) e a final a de 2035 (14.999 habitantes).

Dados sobre o Saneamento

Com relação ao abastecimento de água do município, segundo informações do SNIS, em 2015 o índice de atendimento total era 89% e o urbano, 100%. No município existe poço de captação com capacidade total adução de 2.200 m³/dia. O tratamento é feito com simples desinfecção e fluoretação em tanque de contato na área do poço.

Com relação ao esgotamento sanitário, o município atualmente não possui sistema de coleta e tratamento de esgotos. As soluções adotadas individualmente na área urbana e rural do município podem ser vistas na Tabela 2.

Tabela 2 – Número de domicílios para cada tipo de esgotamento sanitário utilizado em Capitão Leônidas Marques/PR.

Situação do Domicílio	Rede geral de esgoto ou pluvial	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Vala	Rio, lago ou mar	Outro tipo	Ausente
Urbano	45	197	3.422	6	-	2	19
Rural	-	13	1.050	-	1	4	12
Total	45	210	4472	6	1	6	31

Fonte: IBGE (2010).

A maioria dos domicílios, cerca de 94%, utilizava fossa rudimentar para seus dejetos até 2010. Considerando apenas a área urbana, 5,4% dos domicílios possuíam fossa séptica, com melhor nível de tratamento do que

aquelas rudimentares (fossa negra, fossa seca). Na área rural essa solução era adotada por apenas 1,2% das residências.

Da análise isolada dos dados da tabela anterior fica comprovada a necessidade de adoção de alternativas de tratamento de esgotos para a área, sejam centralizadas ou descentralizadas, visando minimizar impactos ambientais e à saúde humana das soluções existentes hoje.

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO ESGOTO GERADO NO MUNICÍPIO

Para DQO e DBO foram utilizados valores do esgoto bruto tratado pela estação de tratamento de esgotos do município de Três Barras do Paraná, distante cerca de 55 km do município de Capitão Leônidas Marques, com características similares, quanto à população residente (11.824 em 2010, IDHM de 0,68, segundo IPARDES, 2017), precipitação (média anual de 1936,0 mm dos últimos dez anos, segundo ÁGUASPARANÁ, 2017), clima (mesma classificação climática e temperatura média anual), entre outros.

Para sólidos suspensos foi utilizado 60 g/hab.dia (SPERLING, 2005), já que essa análise não é feita no município citado. Os valores encontrados são aqueles da Tabela 3.

Tabela 3 – Cargas poluidoras adotadas.

Parâmetro	Valor em mg/L
DQO	866 mg/L
DBO	344 mg/L
SST	672 mg/L

Fonte: Elaborado a partir de Sanepar, 2017 e Sperling (2005).

Para a vazão de projeto, conforme Equação 2, para final de plano seria de 1.339,23 m³/dia para ser tratado.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA CENTRALIZADO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.

Na Figura 1 está representado o plano de escoamento definido pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR, 2012).

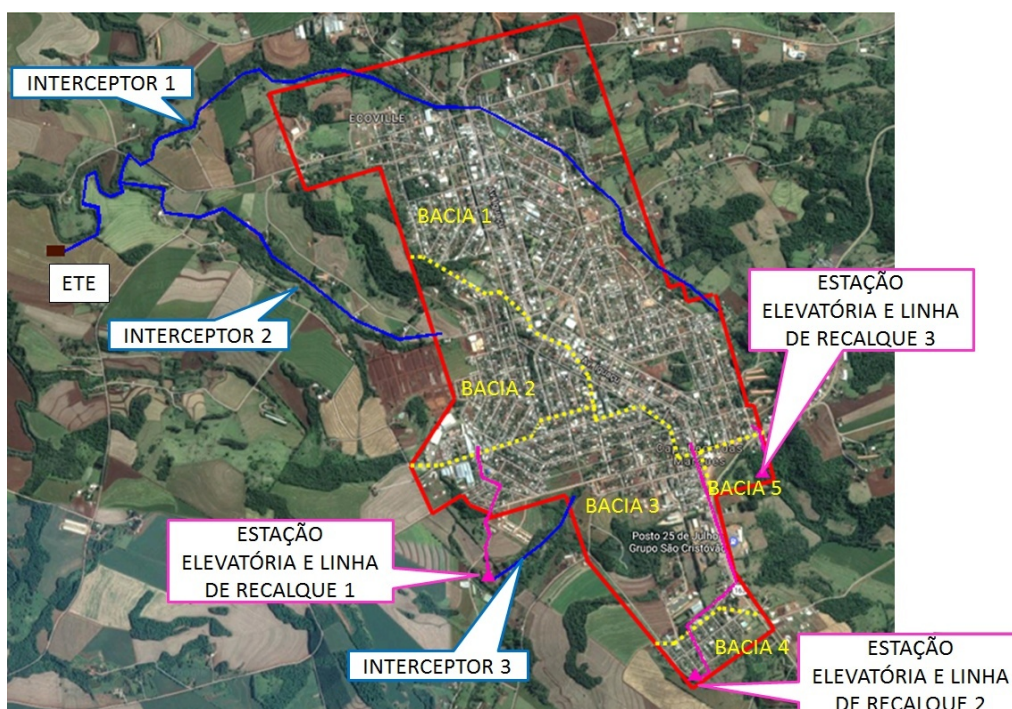


Figura 1 – Alternativa de esgotamento 3 para perímetro urbano de Capitão Leônidas Marques/PR.

Fonte: Adaptado de Sanepar, 2012.

Com relação ao tratamento, para lançamento em corpo receptor, a DQO e DBO máximas são 225 mg/L e 90 mg/L, respectivamente (SEMA, 2009). Assim, seriam necessárias remoções de 75%, possíveis com lagoas, reatores tipo UASB seguidos de filtros anaeróbios, entre outros.

Foi adotado tratamento com reatores UASB e filtros, uma vez que as lagoas teriam influências da chuva e pelas grandes áreas que ocupam, sendo necessário, algumas vezes, aquisição de áreas para implantação do sistema.

O dimensionamento dos reatores tipo UASB seguiu critérios de Chernicharo (1997) e Jordão & Pessoa (2014), com tempo de detenção hidráulica conforme temperatura média do município (entre 7 e 8 horas), carga orgânica volumétrica (COV) entre 2,5 e 3,5 Kg DQO/m³.dia (CAMPOS, 1999) e volume do reator igual ao produto de COV pela vazão afluyente. Assim, foram adotados 2 reatores UASB com 7,50 m de lado e 5 m de altura, em conformidade com as recomendações anteriores.

Estimou-se eficiência de remoção de 70% de DBO (SPERLING, 2005) para então encaminhamento aos filtros. Para dimensionamento dos filtros também foram seguidos critérios de Chernicharo (1997) para meio suporte, profundidades, taxas de aplicação superficial e carga orgânica conforme vazões, além de recomendações da NBR 13.969/1997 para tempo de detenção hidráulica em função da temperatura e vazão. Sendo o volume do filtro igual ao produto da vazão afluyente pelo tempo de detenção hidráulica, foram adotados 2 filtros cilíndricos, com 10,70 m de diâmetro e altura total de 3,10 m.

Importante comentar que foram feitas as verificações de velocidades, taxas de aplicação superficial e cargas orgânicas, conforme recomendações da literatura.

Para os filtros, estimou-se eficiência de 72,50%, com carga final de DBO igual a 28,41mg/L, inferior aos 90 mg/L dados pela legislação.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DESCENTRALIZADO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.

Inicialmente foi dividido o município em unidades conforme Figura 2.

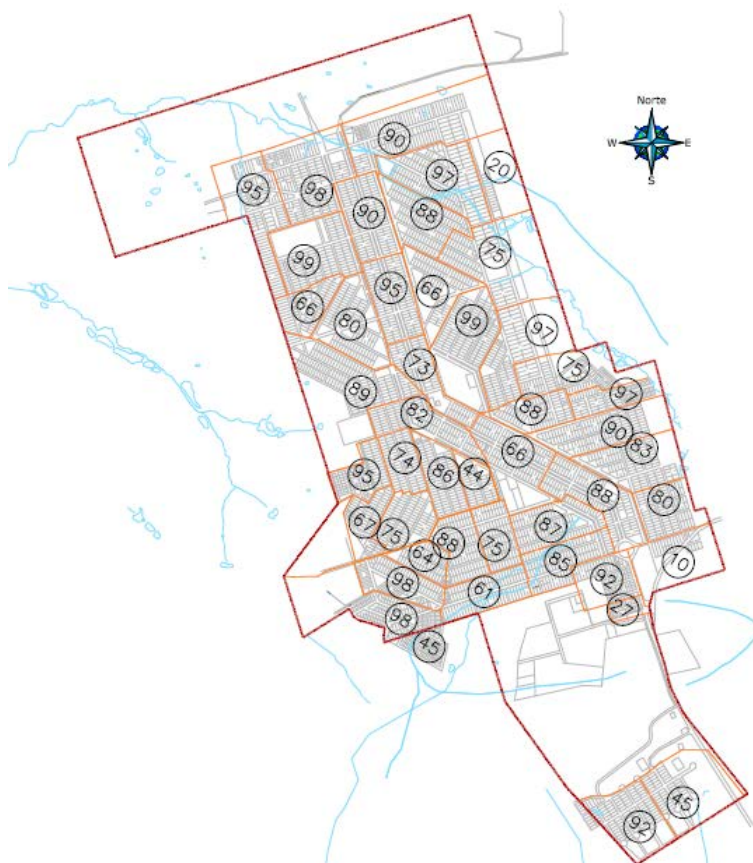


Figura 2 – Divisão de unidades descentralizadas e número de residências em cada unidade.
Fonte: Autoria própria, 2017.

As vazões de contribuição em cada unidade foram calculadas também com a Equação 2, a partir do número de residências em cada unidade descentralizada, utilizado também para dimensionamento dos tanques sépticos e sumidouros.

ESTIMATIVA DE CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS.

Para o tratamento, adotou-se valor médio de implantação de UASB + filtro anaeróbio de Pacheco *et al.* (2014), de Sperling (2005) e de Nunes *et al.* (2006), sendo R\$ 68,26/hab. Demais valores unitários adotados já mencionados na Metodologia. Os custos totais de implantação do SES centralizado e descentralizado são aqueles da Tabela 4.

Tabela 4 – Custos para SES Centralizado e Descentralizado.

SES Centralizado	Custos
Tratamento (UASB + FA)	R\$ 1.023.781,74
Estações Elevatórias + Linhas de Recalque	R\$ 860.437,80
Rede Coletora + Interceptores	R\$ 8.152.349,49
Total	R\$ 10.036.569,03
SES Descentralizado	
Tratamento (TS + SUMIDOURO)	R\$ 1.199.918,40
Rede Coletora	R\$ 4.381.807,86
Total	R\$ 5.581.726,26

Fonte: Autoria Própria (2017).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Analisando os valores da Tabela 4, é bastante significativa a diferença entre os valores totais de implantação de cada sistema, sendo o do Centralizado quase 80% maior que o do descentralizado. A maior diferença de custos entre os sistemas pode ser verificada na coleta. Considerando apenas os custos de tratamento, os valores são próximos, com maior valor para o sistema descentralizado. Ainda, como a topografia da área estudada é desfavorável ao escoamento por gravidade, foram necessárias estações elevatórias e interceptores extensos (para minimizar o uso de bombeamento), sendo o custo de implantação das elevatórias 84% do custo do tratamento.

CONCLUSÕES

Só foram avaliados os custos de implantação dos sistemas, embora considerados 20 anos como tempo de abrangência do projeto, bem como população futura atendida pelos sistemas. Assim, para análise real de viabilidade deverá ser somado o custo de manutenção e operação de cada opção, como gastos com energia elétrica, destinação de lodo, entre outros.

Ainda que comparando apenas custos de implantação, o menor valor obtido em um sistema descentralizado justifica sua utilização, até mesmo pelas companhias de saneamento existentes, mas com a necessidade de maior participação da população e órgãos como prefeituras e fiscalizadores ambientais, assim como é feito em sistemas condominiais de coleta de esgoto doméstico. Nesse caso, essa necessidade poderia ser uma desvantagem pela dificuldade de se obter esse nível de participação e apoio, indispensáveis à eficácia da solução adotada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7.229 – Projeto, construção e operação de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
2. _____. NBR 13.969 – Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
3. _____. NBR 13.969 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

4. ÁGUAS PARANÁ, Instituto das Águas do Paraná, Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Sistema de Informações Hidrológica – SIH, alturas de precipitação, 2017.
5. ATLAS BRASIL. Atlas do Desenv. Humano no BR. Caracterização do município de Cap. Leônidas Marques e do PR, 2010.
6. ÁVILA, Renata O. Avaliação do desempenho de sistemas tanques séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte. Tese (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005. COLARES, Carla J. G.; SANDRI, Delvio. Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 172-185, 2013.
7. BORGES, Kleber L. O uso de tanques sépticos na cidade de Araguari-MG. IX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento, ASSENAE, 2005.
8. BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 1997. Diário Oficial da União. Casa Civil, Brasília, DF, 05 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em 22 set 2016.
9. CAMPOS, José R. Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: ABES, 1999.
10. CAVIGLIONE, João H.; KIIHL, Laura R. B.; CARAMORI, Paulo H.; OLIVEIRA, Dalziza. Cartas climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000.
11. CHERNICHARO, Carlos A. L. Reatores Anaeróbios. DESA – UFMG, Belo Horizonte, 1997.
12. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema de Recuperação Automática, 2010.
13. IPARDES – INSTITUTO PARANENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Caderno Estatístico do Município de Capitão Leônidas Marques, 2016.
14. IPARDES – INSTITUTO PARANENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Caderno Estatístico do Município de Três Barras do Paraná, 2017.
15. JORDÃO, Eduardo P.; PESSÔA, Constantino A. Tratamento de Esgotos Domésticos. Rio de Janeiro: ABES, 2014.
16. JOSS, A.; CARBALLA, M.; KREUZINGER, N.; SIEGRIST, H.; ZABCZYNSKI, S. Wastewater Treatment. In: TERNES, T. A.; JOSS, A. Human pharmaceuticals, hormones and fragrances: the challenge of micropollutants in urban water management. London: IWA Publishing, 2006.
17. NUNES, C. M.; LIBÂNIO, P. A.; SOARES, S. R. Custos Unitários de Implantação de Estações de Tratamento de Esgotos – PRODES – 23º Cong. Bras. de Eng. Sanit. e Amb. Anais. Joinville – SC, 2006.
18. OLIVEIRA, Silvia M. A. C. Análise de desempenho e confiabilidade de estações de tratamento de esgotos. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
19. PACHECO, Rodrigo P.; GALLEGO, Carlos E.; FERNANDES, Cristóvão; AISSE, Miguel M. Estimativa de custos visando orientar a tomada de decisão na implantação de redes, coletores e elevatórias de esgoto. RBRH Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 20, n 1. Porto Alegre, 2014.
20. PAFFRATH, Silvia F.; CARVALHO, Karina Q.; MANNICH, Michael; FREIRE, Flavio B. Utilização do sistema condominial como alternativa de esgotamento: histórico, fundamentos e comparação com um sistema convencional. XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES: Natal, 2014.
21. SANEPAR. Projeto implantação de SES de Capitão Leônidas Marques. Relatório III – Alternativas de Escoamento. 2012.
22. SANEPAR. Quadro confronto produção versus demanda de Capitão Leônidas Marques. 2014.
23. SANEPAR. Amostras de esgoto bruto de Três Barras do Paraná obtidas através de software. 2017.
24. SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Ministério das Cidades. Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgoto. Brasília: 2015.
25. SEMA. Resolução nº 021 de 2009. Dispõe sobre licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências, para empreendimentos de saneamento.
26. SPERLING, Marco V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª ed., Belo Horizonte: UFMG, 2005. USEPA. United States environmental protection agency. Handbook for Managing Onsite and Clustered (decentralized) waste water treatment systems. 2005.
27. TRATA BRASIL. Análise dos impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionamentos a um esgotamento inadequado dos 100 maiores municípios brasileiros no período de 2008-2011. Relatório final. 20013.



28. TCHOBANOGLOUS, G.; CRITES, R. W. Small and decentralized wastewater management systems. Mc Graw-Hill, Boston. 1998.
29. WILDERER, P. A.; SCHREFF, D. Decentralized and centralized wastewater management: a challenge for technology developers. Water Science & Technology, v.41, n.1, 2000.