

## II-115 - UTILIZAÇÃO DO SISTEMA CONDOMINIAL DE ESGOTO COMO ALTERNATIVA FACTÍVEL PARA REDUÇÃO DE CUSTOS

**Francisco de Assis Martins Ponce** <sup>(1)</sup>

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR).

**João Paulo Leite Félix** <sup>(2)</sup>

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC), mestre em Saneamento Ambiental (UFC) e professor do departamento de construção civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *campus* Fortaleza.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Quatro Irmãos, 520 - Boa Vista - Fortaleza - CE - CEP: 60861-045 - Brasil - Tel: (85) 99763-1228 - e-mail: [fcodeassismartins@edu.unifor.br](mailto:fcodeassismartins@edu.unifor.br)

### RESUMO

O sistema condominial de esgoto começou a ser implantado em meados da década de 1980. Esse sistema tem como objetivo, a formação de condomínios ou quadras urbanas, envolvendo um conjunto de economias interligadas por conjuntos de tubulações com diâmetros adequados a cada realidade e profundidades baixas no interior das quadras onde esse esgoto é coletado. No estudo, foram feitos dimensionamentos do sistema convencional e do sistema condominial para um lote urbano. Após o dimensionamento, foram comparados parâmetros hidráulicos como também de custo. O sistema condominial se sobressaiu no quesito custo, em função das características desse sistema, de ter um traçado mais enxuto em relação ao sistema convencional. Entretanto, o modelo condominial teve uma rede média mais profunda que o outro sistema, haja vista que nesse sistema, os ramais internos precisam percorrer distâncias maiores para desaguar no poço de vista mais próximo em relação aos ramais domiciliares do sistema clássico. O sistema condominial nesse estudo demonstrou-se frente ao modelo convencional, atendendo aos mesmos requisitos hidráulicos, com menor custo, sendo uma alternativa boa para implantação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema Separador, Sistema Condominial, Rede Coletora de Esgoto.

### INTRODUÇÃO

O sistema de coleta condominial de esgoto faz parte da chamada Tecnologia Apropriada, onde essa tecnologia segundo Kligerman (1995), indica a semelhança de uma determinada tecnologia no meio em que ela se insere com aptidão das condições físico-ambientais e sociais, buscando uma confiança populacional da comunidade onde ela está instalada, visando com o seu potencial de transformação a melhoria das condições sanitárias e ambientais da localidade.

Esse sistema de coleta tem como objetivo, formar condomínios ou quadras urbanas, envolvendo um conjunto de economias interligadas por conjuntos de tubulações com diâmetros adequados a cada realidade e profundidades baixas no interior das quadras onde esse esgoto é coletado. Para Melo (1994), o sistema condominial de esgoto tem duas características essenciais: o primeiro diz respeito ao projeto de engenharia em uma concepção onde se busca as redes coletoras de esgoto concentradas em alguns pontos, diferentemente do sistema convencional, e o segundo diz respeito à gestão participativa da comunidade que está sendo beneficiada pela coleta de esgoto. A harmonia entre essas duas peculiaridades inerentes a esse sistema é que confere a sua identidade.

Nos últimos anos com evidente interesse ascendente pela universalização do saneamento no Brasil, a busca por tecnologias apropriadas para cada local, assim como tecnologias que tem menor custo de implantação trazendo os mesmos benefícios de outras tecnologias mais onerosas, está vinculada com o grau de sucesso dessas tecnologias.

Outros autores também estudaram tecnologias apropriadas para implantação de redes coletoras de esgoto, como por exemplo, o trabalho de Cynamon (1986) intitulado de “Sistema Não Convencional de Esgotamento

Sanitário a Custo Reduzido para Pequenas Comunidades e Áreas Periféricas”, bem como o do Netto (1992) com o trabalho intitulado: “Sistema Simplificado de Esgotamento Sanitário”.

O sistema tipo separador absoluto é muito difundido no Brasil por apresentar fatores bem positivos como, por exemplo, a redução do diâmetro das tubulações por conta que esse sistema não recebe contribuições das galerias pluviais (NETTO, 1998). Esse modelo, segundo a NBR 9648 (ABNT, 1986) pode ser definida como o conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar, somente esgoto sanitário, a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro. Segundo Garcez (1976), o sistema separador absoluto tem duas distintas canalizações: um destinado exclusivamente às águas das chuvas e outra canalização para esgoto doméstico, industrial e águas provenientes de infiltrações.

Em relação ao sistema tipo condominial este apresenta características pertinentes e peculiares, com a comunidade tendo mais participação no processo de implantação (NETO, 1999). Segundo Melo (2008), o sistema condominial foi implementado por ele e sua equipe, após exaustivos estudos, durante o período de 1980 a 1987, nos bairros de Rocas e Santos Reis, vizinhos a cidade de Natal, e operados pela Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte (CAERN). Nessa época, o modelo convencional de coleta de esgoto não atenderia sequer uma quinta parte da população da área de projeto devido a impossibilidades físicas, em que as mesmas foram sanadas com o sistema condominial (WATSON, 1994).

A atuação mutua da comunidade é um axioma básico do sistema condominial de esgoto pela metodologia de inclusão desse sistema, que está associado com processo de mobilização do objetivo de informar os benefícios da intervenção naquele local e envolver as pessoas da comunidade no processo de implantação do sistema. Moser (1989) aconselha previamente, a capacitação técnica dos envolvidos, onde todos devem aprender e ensinar a participar. Para Neto (1994), para que haja concordância da comunidade em obras de esgotamento sanitário, é intrínseco ao processo de como essa comunidade foi comovida na parte de planejamento do projeto. Watson (1994) evidencia que a interação e as negociações a se chegar a um consenso com os usuários leva tempo, mas, todavia, os apanágios em longo prazo para aquela comunidade com a inserção do sistema condominial de esgoto como, por exemplo, desenhos de projeto mais conveniente com a realidade do local em face dos ramais condominiais, ponderam no investimento.

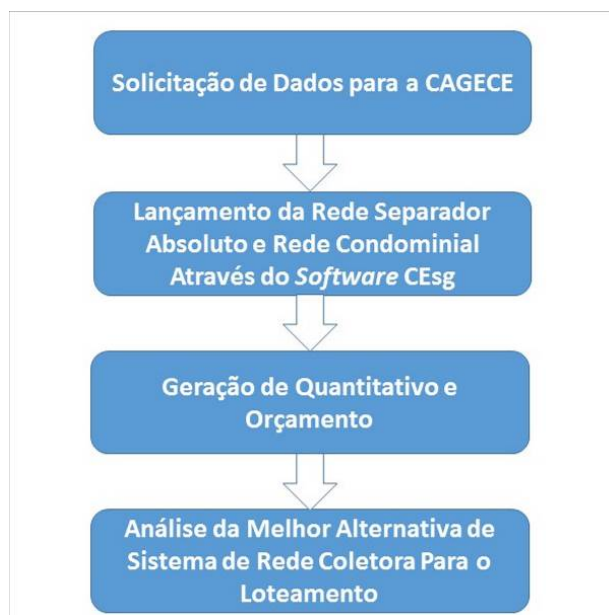
O sistema traz solução para implantação do sistema de esgotamento mesmo em situações que devido a organização territorial local e a topografia do terreno, levariam, por conseguinte a inviabilidade da implantação do sistema convencional (MELO, 2008). O recurso desse sistema está na mudança da concepção de projeto, que aduz para o interior do lote ou quarteirão, a passagem dos ramais internos da rede, decrescendo, por conseguinte a extensão da tubulação necessária.

## **OBJETIVOS**

O presente trabalho teve como objetivo o dimensionamento e comparação hidráulica e financeiramente do sistema separador absoluto (convencional) e o sistema condominial em um loteamento localizado na cidade de Fortaleza, Ceará.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O loteamento Montenegro é formado por 1.112 unidades habitacionais e está localizado no bairro José Walter, na cidade de Fortaleza, sendo operado pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE). O trabalho foi dividido em quatro etapas, conforme apresentado na figura 1.



**Figura 1: Etapas de Pesquisa do Projeto**

A primeira etapa do trabalho consistiu na elaboração da solicitação à CAGECE, mediante sistema de ouvidoria online, para pedido de arquivos em DXF (*Drawing Exchange Format*) que é um formato de arquivo de intercâmbio para programas CAD (Desenho Assistido por Computador) de um loteamento com as curvas nível e com os arruamentos justificando-se para fins de incentivo a pesquisa. Após a aceitação da solicitação por parte da CAGECE, foi disponibilizado o projeto do loteamento em CD-ROM, dando-se início à segunda etapa da metodologia, que consistiu na elaboração e nos lançamentos dos traçados da rede coletora de esgoto dos tipos separador absoluto e condominial para o loteamento.

Para tornar exequível a segunda parte do estudo com o dimensionamento hidráulico de ambas as redes coletoras de esgoto, foi utilizado o *software* CESG, utilitário usado para projetos de redes coletoras de esgoto sanitário e desenvolvido pela Fundação do Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) da Universidade de São Paulo (USP). A Tigre S/A Tubo e Conexões fornece gratuitamente esse programa que trabalha em ambiente Windows (MENDONÇA, 2016), sendo este o fator determinante para a escolha do programa para atender esta etapa da pesquisa. O CESG além de trabalhar com a fórmula de Manning é capaz ainda de trabalhar com a fórmula Universal (TSUTIYA & SOBRINHO, 2011), ambas aceitas pela CAGECE (2010).

Ainda na segunda etapa do trabalho, foram adotados os parâmetros para dimensionamento das redes coletoras tendo como base a NBR 9648 (ABNT, 1986), a NBR 14486 (ABNT, 2000) e as normas técnicas internas de projeto da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE, 2010). Os critérios hidráulicos empregados em ambos os sistemas dimensionados no loteamento constam na tabela 1.

**Tabela 1: Critérios hidráulicos adotados**

CRITÉRIO	VALOR	UNIDADE
Tensão trativa média	1,00	Pa
Lâmina Líquida máximo	0,75	adimensional
Profundidade máxima	4,50	m
Distância Máxima entre PV's	100	m
Recobrimento mínimo	0,90	m
Vazão mínima	1,50	L/s
Coefficiente de Manning	0,010	adimensional
Diâmetro mínimo	150	mm
<i>n</i> Manning	0,010	adimensional

A população de projeto foi definida considerando-se a ocupação máxima do loteamento, sendo esta obtida a partir do número total de lotes e pela taxa de ocupação de 4,0 hab./lote, resultando em 4.448 habitantes. Na tabela 2 estão apresentados os parâmetros de projeto fixados para início e fim de plano, em que a taxa de infiltração para os ramais condominiais internos foi adotada igual a 0,05 L/s.km.

**Tabela 2: Critérios fixados de projeto**

Plano	Consumo residencial e comercial <i>per capita</i> (q) em L/hab.dia	Taxa de Infiltração (Ti) em L/s.km	Coefficiente de Retorno (C)	Coefficiente Dia de Maior Consumo - K1	Coefficiente Hora de Maior Consumo - K2	Coefficiente Hora de Menor Consumo - K3
Início	150	0,25	0,8	-	1,5	0,5
Fim	150	0,25	0,8	1,2	1,5	0,5

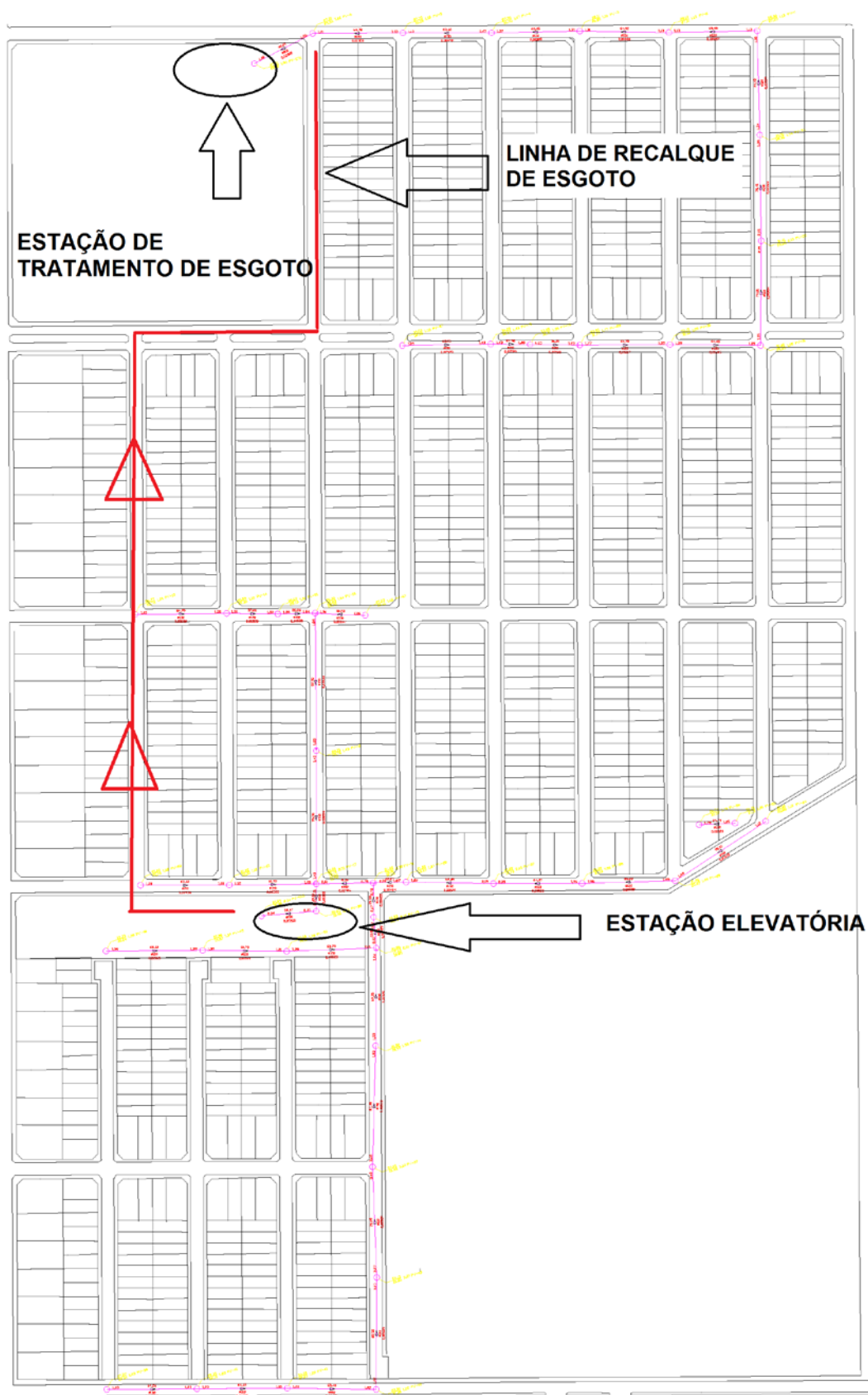
Para elaboração da terceira parte do estudo, foi gerado, após o dimensionamento da rede condominial e a rede separador absoluto usando o *software* CESSG, os quantitativos de materiais de cada sistema de esgotamento sanitário do loteamento presente. Para a elaboração da parte orçamentária foram adotadas as tabelas de custos unificados da Secretaria de Infraestrutura do Ceará (SEINFRA, 2018). Como o objetivo central desse estudo está focado na comparação dos dois sistemas de coleta de esgoto, excluem-se do orçamento os custos relativos à estação de tratamento de esgoto e da estação elevatória de ambos os casos.

Na quarta etapa desse presente estudo, analisaram-se os quantitativos e orçamentos por tipo de rede, a partir das planilhas resultantes de ambos os dimensionamentos das redes provenientes da terceira etapa do projeto. Essa etapa de estudo teve como objetivo ajudar na decisão sobre qual seria a melhor alternativa, em termos financeiros e hidráulicos, para a rede coletora do condomínio habitacional em questão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estudo de traçado das redes, foram identificadas duas bacias de esgotamento no loteamento, sendo avaliado que seria necessária uma estação elevatória para transposição de bacias tanto no sistema condominial como no sistema separador absoluto. A estação elevatória está situada (em ambos os casos) no espaço inferior do loteamento como mostrado na figura 2.

A estação de tratamento de esgoto do loteamento está situada na parte superior da figura 2. O local da estação de tratamento de esgoto foi escolhido levando em consideração que a cota onde está situada (27 metros aproximadamente) é uma das mais baixas da bacia de contribuição em ambos os dimensionamentos dos sistemas coletores de esgoto. O dimensionamento do sistema condominial e sistema separador absoluto estão apresentados nas figuras 2 e 3, respectivamente.

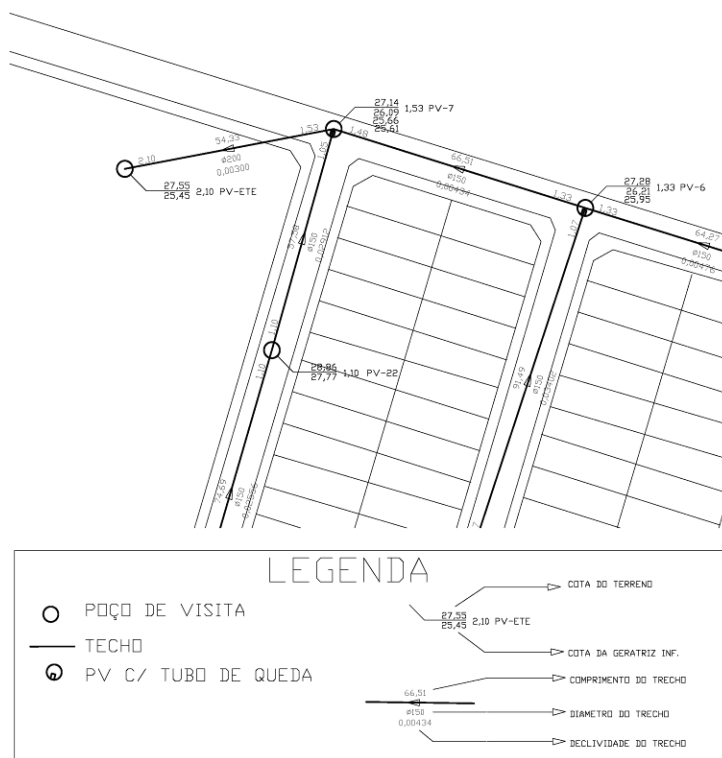


**Figura 2: Rede condominial no loteamento**

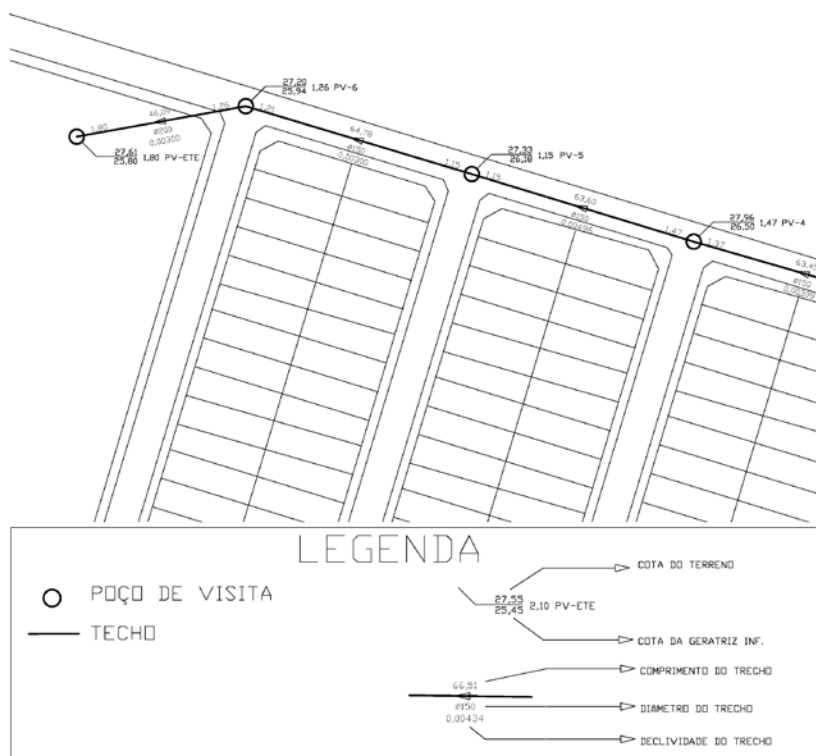


**Figura 3: Rede convencional no loteamento**

Na rede coletora condominial foi utilizado na rede básica de esgoto, poços de visita com tubo de queda e sem tubo de queda. A figura 4 mostra uma visão mais aproximada da rede separador absoluto, ao passo que a figura 5 mostra uma visão aproximada da rede condominial.



**Figura 4: Visão aproximada da rede básica separador absoluto no loteamento.**



**Figura 5: Visão aproximada da rede básica condominial no loteamento.**



Em relação ao dimensionamento dos dois sistemas, (convencional e condominial), a vazão máxima de projeto calculada através do CESG foi dada pela equação 1, que é condizente com a NBR 9649 (ABNT, 1986).

$$Q = [(Pop. * K1 * K2 * q * C) / 86.400] + (L * Ti) \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

Q = Vazão máxima de projeto [L/s];  
 Pop. = População de projeto adotada [hab.];  
 K1 = Coeficiente máximo diário de consumo [adimensional];  
 K2 = Coeficiente máximo horário de consumo [adimensional];  
 C = Coeficiente de retorno [adimensional];  
 q = Vazão per capita de projeto [L/hab.dia];  
 L = Comprimento total da tubulação [m];  
 Ti = Taxa de infiltração adotada [L/s.Km];

A tabela 3 representa a síntese de alguns dados comparativos do sistema condominial de esgoto e o sistema separador absoluto após o dimensionamento para o loteamento em estudo pelo *software* CESG.

**Tabela 3: Comparativos do sistema condominial e convencional de coleta e transporte de esgoto.**

Sistema	Vazão Máxima de Projeto (L/s)	Comprimento da Rede Básica (m)	Nº de PV's (un.)	Nº de Trechos (un.)
<b>Condominial</b>	11,74	2.475,30	41	42
<b>Sep. Absoluto</b>	13,53	9.560,51	90	133

Observa-se, de acordo com a tabela 3, que no sistema condominial houve uma redução do número de poços de visita em relação ao sistema do tipo separador absoluto de aproximadamente 45%. Essa redução significativa de número de poços de visitas corroborou com Crespo (2001), onde o mesmo aprecia essa vantagem do modelo condominial em relação ao modelo separador absoluto. O comprimento da rede básica de esgotamento sanitário na rede coletora do sistema separador absoluto foi cerca de 7 km maior do que na rede do modelo condominial, corroborando com Tsutiya e Sobrinho (2011). Houve uma diminuição significativa na redução de trechos coletores de esgoto no sistema condominial, se devendo ao fato de que o sistema condominial recebe contribuições pontuais nos poços de visita (MELO, 2008). Ainda pode-se observar, a partir da tabela 3, que a vazão no sistema separador absoluto foi cerca de 1,79 L/s a mais do que no sistema condominial, fato relacionado à extensão das redes e as vazões de infiltração, influenciando diretamente no dimensionamento das estações de tratamento de esgotos. A tabela 4 consta a síntese do quantitativo da rede básica de esgoto dos dois tipos de sistema.

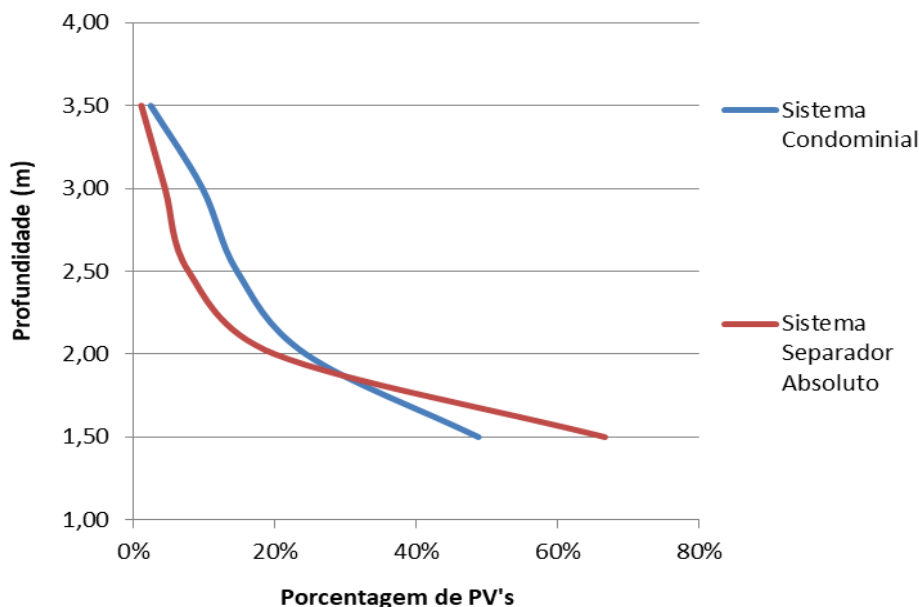
**Tabela 4: Estimativa de custos do sistema condominial e separador absoluto no loteamento.**

Tipo de Sistema	Custo da Tubulação (R\$)	Custo dos PV's (R\$)	Reconstituição de Pavimento (R\$)	Custo com Escoramento (R\$)
<b>Condominial</b>	99.780,61	24.015,97	45.595,20	22.007,08
<b>Sep. Absoluto</b>	382.743,40	52.854,64	175.966,10	73.167,38

O valor do custo das tubulações do sistema convencional em relação ao sistema condominial foi aproximadamente quatro vezes maior. Esses valores reforçam o que Netto (1992) conduziu em seu estudo, que uma das vantagens do sistema condominial em relação ao modelo convencional está nos custos mais econômicos da construção de coletores. Observou-se, também, após o dimensionamento dos sistemas, que no sistema do tipo convencional há uma maior porcentagem de poços de visita nas menores profundidades. O fato pode ser explicado porque no sistema condominial, os ramais internos precisam percorrer distâncias maiores do que os ramais domiciliares do sistema separador absoluto.



No primeiro caso, os ramais internos necessitam atravessar os lotes para que, através das caixas de passagem, desaguem o efluente no poço de visita mais próximo para se conectarem à rede básica, e no separador absoluto, os ramais domiciliares se conectam diretamente à rede básica, gerando distâncias menores, levando por conseguinte, uma profundidade média da rede básica no sistema condominial um pouco mais elevada do que no sistema convencional. A figura 5 mostra a comparação entre o percentual de poços de visita (PV's) e a profundidade em que esses órgãos estão situados, após o dimensionamento das redes.



**Figura 5: Comparação entre a profundidade e o percentual de PV's**

Analisa-se na figura 5, que cerca de 50% dos poços de visita do sistema condominial estão na profundidade média de até 1,50 metro, onde no outro sistema esse percentual é cerca de 20% maior para a mesma profundidade. Também conclui-se, que após a profundidade de 1,90 metro, o sistema convencional apresenta percentual médio de PV's menores que o do sistema condominial, fato esse supracitado.

No entanto, se por um lado o sistema condominial tem em termos relativos à profundidade média maior quando comparado com o sistema separador absoluto, por outro lado, esse sistema se sobressaiu mais economicamente viável, haja vista que os gastos com tubulações, poços de visita, reconstituição do pavimento e escoramento foram menores que o outro sistema dimensionado nesse estudo.

## CONCLUSÕES

O sistema condominial, no presente trabalho, apresentou benefícios em relação ao sistema separador absoluto (convencional), como a redução dos custos de órgãos e acessórios na rede, a diminuição do comprimento da rede básica que, por conseguinte, ocasionou a diminuição da vazão de infiltração, a redução da vazão de jusante na estação de tratamento de esgoto, bem como a encolhimento dos custos em reconstituição de pavimentos e custos de escoramento. O sistema condominial de esgoto demonstrou ser uma alternativa financeiramente mais viável do que o sistema do tipo separador absoluto atendendo aos mesmos critérios hidráulicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR -9649. Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário, 1986. 7p. Disponível em: <<https://goo.gl/LkJQjz>>. Acesso em: 02 nov. 2017.
2. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR – 14486, Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário - Projeto de redes coletoras com tubos de PVC, 2000. 19p. Disponível em: <<https://goo.gl/TSRkVT>>. Acesso em: 04 nov. 2017.

3. ANDRADE NETO, C. O. de. Participação da comunidade na implantação e na operação de sistemas de esgotos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ABES, 1999.
4. CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Normas Técnicas para Projetos de Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, 2010. 548p. Disponível em: < <https://goo.gl/bhoRxz>>. Acesso em: 08 out. 2017.
5. CRESPO, P. G. Sistema de esgotos. Belo Horizonte: UFMG, 1997.
6. CYNAMON, S. E. Sistema não convencional de esgoto sanitário a custo reduzido, para pequenas coletividades e áreas periféricas. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, 1986.
7. GARCEZ, L.N. Elementos de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 2. ed. 356p. São Paulo, 1976.
8. KLIGERMAN, D.C. Esgotamento Sanitário: de Alternativa Tecnológica a Tecnologias Apropriadas – Uma Análise Técnica, Econômica e Social. 1995. 154 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.
9. MELO, J. C. R. Sistema condominial de esgotos: razões, teoria e prática. Brasília: CEF, 1994.
10. MELO, J. C. R. Sistema Condominial – Uma Resposta ao Desafio da Universalização do Saneamento. Ministério das Cidades, 2008. 376 p.
11. MENDONÇA, S.R. Sistemas Sustentáveis de Esgotos. 1 ed. 348p. São Paulo: Edgard Blücher. 2016.
12. MOSER, C.O. Community participation in urban projects, in the Third World. Progress in planning. Oxford : Pergamon Press, pt.2, v.32, 1989.
13. NETTO, J. M. A. Tecnologias innovadoras y de bajo costo utilizadas en los sistemas de alcantarillado. Organizacion Mundial de La Salud. Serie Tecnica n. 29. Washington, 1992.
14. NETTO, J. M. A. et al. Manual de Hidráulica. 8. ed. 670 p. São Paulo, 1998.
15. SEINFRA. Secretaria de Infraestrutura do Ceará. Tabela de Custos Unificada, 2018. Disponível em: < <https://goo.gl/bk2raa>>. Acesso em: 25 jan. 2018.
16. TSUTIYA, M. T., & SOBRINHO, P. A. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. 3ª edição. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011, 548 p.
17. WATSON, G. Expanding service coverage and accountability: Agency-customer interactions in low-cost urban sanitation. Brasília: abr. 1994.