



**ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM
SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO INDIVIDUAL EM
CIDADES DE PEQUENO E MEDIO PORTE**

**TECHNICAL-ECONOMIC ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF AN
INDIVIDUAL SEWAGE TREATMENT SYSTEM IN SMALL AND MEDIUM CITIES**

Victor Barreto Cavalcante Parente Lira¹

Eduardo Gouveia Santiago Lage²

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil – Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos
² Engenheiro Eletricista, Especialista em Saneamento e Meio ambiente– Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos (Orientador)

RESUMO: A organização mundial de saúde define saneamento como uma forma de controle sobre todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social do homem. Pensando nisso este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade econômica para uma futura implantação de um sistema de tratamento, ressaltando que ambos os sistemas sempre obedecem às normas e diretrizes responsáveis pela fiscalização de lançamento de efluentes.

Palavras chave: saneamento básico; viabilidade; tratamento de efluentes.

ABSTRACT: The World Health Organization defines sanitation as a form of control over all factors of physical exercise that exercise or can exercise the physical, mental and social function of man. Working the job has such an analyted the economic viability for the future deployment of a system and treatment for resanting that both the systems always obey the norms and designaries for data of the release of effluents.

Keywords: basic sanitation; viability; wastewater treatment.

1. INTRODUÇÃO

A organização Mundial de Saúde define saneamento como uma forma de controle sobre todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social do homem.

Outra forma de se conceituar saneamento é a partir do seu radical, onde saneamento deriva-se da palavra "sanear" vinda do latim com o significado de higienizar, tornar saudável e limpar, esta atividade consiste principalmente no processo do manejo de resíduos sólidos como também no manejo de águas pluviais.

Saneamento básico é algo que acompanha a humanidade desde o início da idade média, onde foi observado que locais onde há um acúmulo de lixo tende a disseminar uma maior quantidade de doenças, assim foi necessário desenvolver novas tecnologias para se obter uma água de boa qualidade para o consumo e um novo destino para os resíduos gerados pela população.

Com o decorrer do tempo as cidades brasileiras começaram a se desenvolver e conseqüentemente algumas problemáticas relacionadas ao saneamento se apresentaram bem relevantes para a inibição do desenvolvimento do mesmo, como:

- Falta de investimento
- Ineficiência na execução dos projetos elaborados
- Inexistência de um planejamento adequado

Diante das problemáticas apresentadas anteriormente foi necessário criar diretrizes para impor medidas de infraestrutura e apresentar certos parâmetros para a implementação do mesmo nos grandes centros urbanos. Outro grande problema que surgiu posteriormente e ajudou no retardamento da evolução do saneamento Brasileiro foi a disputa entre os governos federal, estadual e municipal sobre qual deles deveriam gerenciar essas diretrizes.

Após longos anos de disputa, finalmente em 05 de janeiro de 2007 foi concebido para os municípios o direito de realizar os serviços de saneamento, sendo estabelecido finalmente diretrizes fundamentadas na lei federal nº 11.445, conhecida também como lei nacional do saneamento básico.

Atualmente foi criado o PLANSAB (planejamento de saneamento básico), que tem como objetivo não só estabelecer metas e estratégias como também conduzir políticas públicas voltadas para o setor de saneamento básico. Necessariamente

foram criados órgãos que tem como responsabilidade monitorar essas diretrizes e leis estabelecidas. Pode-se citar

- Agência Nacional de Águas (ANA)
- Sistema Nacional de informações sobre Saneamento (SNIS)

Essas diretrizes citadas anteriormente realizam estudos periodicamente com o objetivo de analisar a coleta de informações ligadas ao saneamento no Brasil, as mesmas no ano de 2016 forneceram alguns dados alertantes e consideravelmente graves diante das metas estabelecidas pela PLANSAB (planejamento de saneamento básico), foram essas:

- 83,3% da população brasileira tem um fornecimento de água adequado.
- Apenas 50,3% dos brasileiros possuem acesso a coleta de esgoto.
- A movimentação financeira relacionada a água e esgoto chega a R\$ 99,7 bilhões sendo dividido em investimentos, receitas operacionais e despesas de custo.

1.1. TIPOS DE TRATAMENTOS DE EFLUENTES

Atualmente já existem vários tipos e tecnologias destinadas ao tratamento de efluentes, porém essas são designadas a partir de uma análise de parâmetros que apontam tanto a carga tóxica como também a orgânica dos efluentes, o custo estabelecido para a sua implantação e manutenção e a área disponível para operação.

Apesar de muitas dificuldades já foram implantadas diversas estações de tratamento de efluentes pelo Brasil, essas estações tentam ou cumprem medidas estabelecidas pela CONAMA que estabelece alguns parâmetros de qualidade para os efluentes que voltam ao meio ambiente.

Essas estações geralmente aplicam 4 etapas aos efluentes coletados como mostra a figura 2, normalmente são processos físico-químico ou então biológicos estes por sua vez são divididos em etapas para maximizar o tratamento, são eles:

- Pré-tratamento
- Tratamento primário
- Tratamento secundário
- Tratamento Terciário

1.2. TRATAMENTO INDIVIDUAL

Para (Nuvolari, 2011) sistema de tratamento individual de esgoto sanitário tem como função permitir a sedimentação, armazenamento e digestão anaeróbia do lodo. Neste processo de tratamento o efluente líquido da fossa séptica é altamente contaminado por coliformes fecais e dotado de uma DBO solúvel relativamente alta, diante disto surge a necessidade da reflexão de qual a melhor escolha da destinação final do efluente.

Diante da caracterização do efluente este poderá ser lançado em valas de infiltração, sumidouros, valas de filtração, filtros anaeróbicos e fluxo ascendente e em corpos d'água receptores, desta forma as fossas sépticas podem possuir diferentes configurações: câmara única, múltiplas câmaras, com diferentes alternativas construtivas e de configurações finais do destino do efluente variando de acordo com a necessidade local.

2. METODOLOGIA

Para a elaboração deste projeto foi necessário realizar um estudo baseado em um processo de pesquisa descritiva, onde será feita a apresentação dos resultados de forma quantitativa, chegando assim a uma análise econômica generalizada de uma possível implantação do sistema de coleta de esgoto. Comparando duas possíveis concepções: convencional frente ao individual mostrando ter um caráter comparativo.

Foi considerado que ambos os sistemas apresentados atendem aos parâmetros estabelecidos por normas responsáveis pela qualidade de lançamento de efluente, outra consideração necessária é que este trabalho visa apenas a questão econômica, e não outros pontos como sustentabilidade e etc.

A fase orçamentaria consiste em duas partes distintas, pois como já se sabe será realizado um estudo tanto de um sistema individual como também de um sistema convencional, logo pegamos como base artigos acadêmicos que tem como objetivo orçar e delinear o custo unitário de cada sistema apresentado anteriormente, sempre lembrando que para a obtenção desses valores unitários utilizamos como base a tabela SINAPI.

2.1. COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados do custo de implantação de um SES foi utilizado como base Pacheco (2009), onde o mesmo realizou uma coleta extensa de informações sobre os custos de diversos elementos de sistemas de esgotamento sanitários já implantados, sabendo-se que devido a diferentes datas de implantações das obras houve a necessidade de uma atualização financeira baseada no índice nacional de construção civil obtendo-se assim um resultado plausível.

Neste mesmo estudo foi analisado um total de 317 projetos já executados, neste total houve algumas dissipações de valores, logo o autor da dissertação realizou uma media ponderada de todos os itens separadamente de uma SES.

2.2. SISTEMA CONVENCIONAL

Inicialmente foi avaliado quais variáveis tem maior influência na parte orçamentaria de um sistema convencional, sendo elas: tipo de solo, profundidade, extensão, material, diâmetro e grau de urbanização. Estabelecido e fixado as possíveis variáveis partimos para a coleta de dados publicados por diferentes autores para se estabelecer uma média ponderada que possa atender a um dimensionamento real e exequível sem fugir dos valores reais de obras já executadas por empresas do ramo.

Dito isso começa a ser analisado várias referências bibliográficas onde já foi realizado um estudo orçamentário na implantação do serviço de infraestrutura no ramo do saneamento básico assim sendo possível ser realizado uma comparação com dados embasados, tornando o trabalho de maior credibilidade, porem para a realização do mesmo foram necessárias algumas considerações e adaptações para o sistema de tratamento de esgoto como já descrito anteriormente. Uma das maiores adaptações foi a necessidade da conversão de vários tipos de unidade para uma única unidade que será: reais por habitante (R\$/HAB).

Vale ressaltar que para alguns itens da composição do sistema convencional (rede coletora, coletor tronco, interceptor, estação elevatória, filtro biológico e a desinfecção) foi considerado que o valor de sua implantação foi o mesmo tanto cidades pequenas quanto em cidades grandes.

A maioria dos dados encontrados foi por metro linear R\$/m logo para podermos generalizar esse estudo para vários outros espaços amostrais houve a necessidade de convertêmos para R\$/HAB, sabe-se que pode haver uma variação de valores quando aplicado em cada caso real, porém este trabalho apresenta um orçamento preliminar com o objetivo de prever a viabilidade do projeto.

2.3. SISTEMA INDIVIDUAL

Para a realização do orçamento do sistema individual foi necessário determinar que cada unidade de contribuição terá 4 pessoas contribuindo com a geração de despejos, e a taxa de percolação considerada foi a média do valor máximo e o mínimo da altura tanto do sumidouro e tanque séptico conforme a NBR 7229/1993.

2.3.1. TANQUE SÉPTICO

O volume útil encontrado do tanque séptico seguindo a NBR 7229/1993 foi encontrado a partir da equação 1:

$$V = 1000 + N (C \times T + K \times Lf) \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

- V é o volume útil
- C é a contribuição de despejos por habitações (ver tabela 2)
- T é o período de detenção em dias (ver Tabela 1)
- K é a taxa de acumulação de lodo digerido em dias (ver tabela 3)
- Lf é a contribuição de lodo fresco (ver tabela 3)
- N é o número de integrantes de uma unidade familiar

Tabela 1- Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária

| Contribuição diária (L) | Tempo de detenção | |
|-------------------------|-------------------|-------|
| | Dias | Horas |
| Até 1500 | 1,00 | 24 |
| De 1501 a 3000 | 0,92 | 22 |
| De 3001 a 4500 | 0,83 | 20 |
| De 4501 a 6000 | 0,75 | 18 |
| De 6001 a 7500 | 0,67 | 16 |
| De 7501 a 9000 | 0,58 | 14 |
| Mais que 9000 | 0,50 | 12 |

Fonte: ABNT, NBR 7229/1993

Tabela 2- Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco

| Prédio | Unidade | Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf) | |
|--|-----------------|--|------|
| 1. Ocupantes permanentes | | | |
| - residência | | | |
| padrão alto | pessoa | 160 | 1 |
| padrão médio | pessoa | 130 | 1 |
| padrão baixo | pessoa | 100 | 1 |
| - hotel (exceto lavanderia e cozinha) | pessoa | 100 | 1 |
| - alojamento provisório | pessoa | 80 | 1 |
| 2. Ocupantes temporários | | | |
| - fábrica em geral | pessoa | 70 | 0,30 |
| - escritório | pessoa | 50 | 0,20 |
| - edifícios públicos ou comerciais | pessoa | 50 | 0,20 |
| - escolas (externatos) e locais de longa permanência | pessoa | 50 | 0,20 |
| - bares | pessoa | 6 | 0,10 |
| - restaurantes e similares | refeição | 25 | 0,10 |
| - cinemas, teatros e locais de curta permanência | lugar | 2 | 0,02 |
| - sanitários públicos ^(A) | bacia sanitária | 480 | 4,0 |

^(A)Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.).

Fonte: ABNT, NBR 7229/1993

Tabela 3- Taxa de acumulação total de lodo com seu respectivo intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio.

| Intervalo entre limpezas (anos) | Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C | | |
|---------------------------------|---|---------------------|----------|
| | $t \leq 10$ | $10 \leq t \leq 20$ | $t > 20$ |
| 1 | 94 | 65 | 57 |
| 2 | 134 | 105 | 97 |
| 3 | 174 | 145 | 137 |
| 4 | 214 | 185 | 177 |
| 5 | 254 | 225 | 217 |

Fonte: ABNT, NBR 7229/1993

Tabela 4- Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil.

| Volume útil (m ³) | Profundidade útil mínima (m) | Profundidade útil máxima (m) |
|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Até 6,0 | 1,20 | 2,20 |
| De 6,0 a 10,0 | 1,50 | 2,50 |
| Mais que 10,0 | 1,80 | 2,80 |

Fonte: ABNT, NBR 7229/1993

Utilizando a profundidade mínima útil, determinou-se as dimensões de comprimento e largura, conseqüentemente obtendo uma área de secção.

2.3.2. SUMIDOURO

Para a realização do dimensionamento do sumidouro seguiu-se as normas NBR 13969 (1997), onde primeiramente foi determinado o volume útil 0,52m³/dia aplicando a equação:

$$V_e = N \times C \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

- V_e é o volume de contribuição de esgoto
- N é o número de integrantes por unidade familiar
- C é a contribuição de esgoto para habitações de médio padrão

Após dimensionar o volume útil do sumidouro, foi calculado a área de infiltração utilizando-se a seguinte equação:

$$A_f = V_e / C_i \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

- V_e foi calculado na equação 2
- C_i é a taxa de percolação

Quadro 1- Taxa de aplicação diária em função da percolação.

| Taxa de percolação min/m | Taxa máxima de aplicação diária m ³ /m ² .d | Taxa de percolação min/m | Taxa máxima de aplicação diária m ³ /m ² .d |
|-----------------------------|---|--------------------------------|---|
| 40 ou menos | 0,20 | 400 | 0,065 |
| 80 | 0,14 | 600 | 0,053 |
| 120 | 0,12 | 1200 | 0,037 |
| 160 | 0,10 | 1400 | 0,032 |
| 200 | 0,09 | 2400 | 0,024 |

Fonte: ABNT, NBR 7229/1993

Obtido a área de infiltração e correlacionando-a com a função geométrica de um círculo foi determinada a profundidade do sumidouro com a seguinte equação:

$$Af = \pi \times D \times h \quad (\text{Equação 4})$$

Concluída a fase de dimensionamento do sumidouro e do tanque séptico foi executado o orçamento de ambos como mostra no ANEXO A, sempre utilizando como referências de valores o SINAPI, com o valor do custo total da implantação deste sistema foi realizada a conversão de unidade (R\$/HAB), onde o valor total sistema foi dividido por 4 HAB que é a média de habitantes por domicílio estabelecida pelo IBGE.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização do orçamento no primeiro caso foi estabelecido quais as características do local de implantação:

- 20.000 habitantes
- Baixa densidade demográfica
- Nível de declividade 3%
- Solo favorável a implantação.

No segundo caso foi necessário realizar algumas alterações de características de projeto, porém mantendo-se a mesma metodologia de cálculo, mudando apenas o valor de entrada de dados:

- 100.000 habitantes
- Alta densidade demográfica
- Nível de declividade 3%
- Solo favorável a implantação.

Com os parâmetros já estabelecidos foi realizado o cálculo da extensão da rede, como mostra na quadro 2, de acordo com Rodrigo pinheiro para cada hectare de ocupação humana e necessário 180 m de rede coletora, logo para se chegar a extensão total da rede foi necessário primeiramente dividir a população estimada de projeto pelo valor da densidade demográfica local, chegando-se a quantidade de hectares necessário para acomoda-los, encontrado o valor de hectares multiplica-se por 180m, chegando assim a extensão total da rede.

Quadro 2-Valor total da extensão da rede coletora

| POPULAÇÃO | DENSIDADE hab / ha | ha | RCE / ha | EXTENSÃO DE REDE |
|-----------|--------------------|--------|----------|------------------|
| 20.000 | 60 | 333,33 | 60.000 | 60,00 |
| 100.000 | 130 | 769,23 | 138.462 | 138,46 |

Fonte: Autor

Determinada a extensão da rede coletora foi realizado a composição diametral da rede coletora que irá atender a faixa de população estipulada em projeto, onde de acordo com a COBRAPE (2008) qual a quantidade percentual será necessária para atender o projeto os seguintes diâmetros de tubulação:

Quadro 3- Diâmetros nominais necessário para cada faixa de população

| POPULAÇÃO | DIÂMETROS NOMINAIS (mm) | | | | |
|------------------|-------------------------|--------|-------|-------|-------|
| | 150 | 200 | 250 | 350 | 500 |
| 10.001 – 20.000 | 72,73% | 18,18% | 9,09% | | |
| 50.001 – 100.000 | 68,09% | 17,02% | 8,51% | 4,26% | 2,13% |

Fonte :COBRAPE-ENGECORPS-GEOAMBIENTE (2008)

Com a porcentagem da composição de cada diâmetro nominal determinado foi convertido para a extensão da rede coletora, do caso especificado, assim foi encontrado a extensão da rede de acordo com o seu diâmetro, como mostra no quadro 3:

Quadro 4-Extensão da rede de acordo com seu diâmetro nominal

| POPULAÇÃO | EXTENSÃO DE REDE | KM DE REDE DIÂMETROS NOMINAIS | | | | |
|------------------|------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 150 mm | 200 mm | 250 mm | 350 mm | 500 mm |
| 10.001 - 20.000 | 60 | 43,63 | 10,90 | 12,58 | 0 | 0 |
| 50.001 - 100.000 | 138,46 | 94,27 | 23,56 | 11,78 | 5,89 | 0,125 |

Fonte: Autor

Estipulado a extensão diametral da rede utiliza-se o quadro 4 com os valores discriminados pelo SINAPI sendo possível assim fazer um custo de reais por metro linear R\$/m:

Quadro 5- Valor total de implantação da rede coletora de acordo com seu diâmetro

| CUSTO DA REDE COLETORA DE ACORDO COM SEU DIÂMETRO | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------|
| DIÂMETROS | MUNICIPIOS COM SOLO FAVORAVEL R\$/M | |
| | CASO 1 (BAIXA URBANIZAÇÃO) | CASO 2 (ALTA URBANIZAÇÃO) |
| DN 150 mm | R\$137,97 | R\$169,77 |
| DN 200 mm | R\$157,72 | R\$191,37 |
| DN 250 mm | R\$191,09 | R\$226,61 |
| DN 300 mm | R\$232,47 | R\$269,88 |
| DN 350 mm | R\$280,08 | R\$303,87 |
| DN 500 mm | | R\$637,50 |

Fonte: Rodrigo Pinheiro Pacheco

O quadro 5 mostra que após a obtenção do valor do metro linear se multiplica por toda sua extensão, tendo assim conseqüentemente o valor do custo total da implantação da rede em uma cidade pequena.

Quadro 6- Custo total da implantação da rede coletora

| CIDADE PEQUENA (20.00 hab) | | | |
|----------------------------|----------------------|------------------------|------------------|
| DIAMETRO DA REDE | EXTENSAO DA REDE (M) | VALOR POR METRO LINEAR | CUSTO TOTAL |
| 150 mm | 43638,0 | R\$137,97 | R\$6.020.734,86 |
| 200 mm | 10908,0 | R\$157,72 | R\$1.720.409,76 |
| 250mm | 12586,0 | R\$191,09 | R\$2.405.061,42 |
| VALOR TOTAL: | | | R\$10.146.206,04 |

Fonte: Autor

Fixado o custo total da implantação da rede coletora, parte-se para a escolha de tecnologias para o tratamento de efluentes com o intuito de se tratar o esgoto seguindo as normas responsáveis pelo controle e fiscalização da qualidade do mesmo, observando seus valores de implantação como mostrado na tabela 6:

Quadro 7- Custo da implantação da ETE

| Processo / Tipo de Tratamento | CUSTO IMPLANTAÇÃO (R\$/ hab) | | | | |
|----------------------------------|------------------------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| | 0 a 10 mil | 10 a 20 mil | 20 a 50 mil | 50 a 100 mil | 100 a 300 mil |
| Lagoas Anaeróbias + Facultativas | | 82,00 | 82,00 | 40,00 | 40,00 |
| Reator UASB + Filtro Aeróbio | | 65,00 | 35,00 | 35,00 | |

Fonte: Nunes et al. (2006)

Após a realização do orçamento da rede coletora foi escolhido o sistema de lagoas anaeróbicas mais facultativas para o tratamento de efluentes para a pequena cidade, e para cidades medias foi escolhido reator UASB mais filtro Aeróbio com o acréscimo de lagoas anaeróbicas mais facultativas.

Os dados já estão em R\$/hab, não havendo assim a necessidade de conversão de valores como mostrado na tabela 3.

Definido e orçado tanto o sistema de tratamento quanto a rede coletora soma-se com o valor da implantação das outras estruturas sanitárias (coletor tronco, interceptor, estação elevatória, filtro biológico e desinfecção do efluente), conseqüentemente já é possível obter o valor total da implantação do sistema de tratamento de esgoto (STE) como é mostrado na tabela 9.

Quadro 8-Valor total da implantação do STS em cidades pequenas

| CIDADES PEQUENAS (20.00 hab) | | |
|------------------------------|------------------|---------------|
| | CUSTO TOTAL | VALOR POR HAB |
| REDE COLETORA | R\$10.146.206,04 | R\$507,31 |
| COLETOR TRONCO | R\$73.400,00 | R\$3,67 |
| INTERCEPTOR | R\$246.600,00 | R\$12,33 |
| ESTAÇÃO ELEVATÓRIA | R\$935.400,00 | R\$46,77 |
| ETE | R\$1.720.000,00 | R\$86,00 |
| FILTRO BIOLÓGICO | R\$315.600,00 | R\$15,78 |
| DESINFECÇÃO | R\$354.400,00 | R\$17,72 |
| VALOR TOTAL: | R\$13.437.206,04 | R\$689,58 |

Fonte: Autor

Quadro 9- Valor total da implantação do STS em cidades médias

| CIDADES MÉDIAS (100.00 hab) | | |
|-----------------------------|------------------|---------------|
| | CUSTO TOTAL | VALOR POR HAB |
| REDE COLETORA | R\$25.057.853,16 | R\$250,58 |
| COLETOR TRONCO | R\$73.400,00 | R\$3,67 |
| INTERCEPTOR | R\$246.600,00 | R\$12,33 |
| ESTAÇÃO ELEVATÓRIA | R\$935.400,00 | R\$46,77 |
| ETE | R\$4.000.000,00 | R\$40,00 |
| FILTRO BIOLÓGICO | R\$315.600,00 | R\$15,78 |
| DESINFECÇÃO | R\$354.400,00 | R\$17,72 |
| VALOR TOTAL: | R\$30.628.853,16 | R\$386,85 |

Fonte: Autor

No quadro 9 mostra-se que para a implantação de um STE em uma cidade pequena utilizando-se sistema de lagoas facultativas mais anaeróbicas o valor médio por habitante e de R\$689,58, no caso de uma cidade media com a utilização de 2 tipos de tratamento (lagoas + reator + filtro anaeróbico) chegou-se ao valor total de R\$386,85 R\$ por habitante.

Foi observado que mesmo havendo um acréscimo de tratamento no caso de cidades medias, o valor por habitante ficou aproximadamente 42% menor que o custo total de implantação em uma cidade pequena.

3.1. SISTEMA INDIVIDUAL

O sistema individual adotado foi o recomendado pela NBR 7229, onde o mesmo foi composto pela fossa séptica seguido de sumidouro

3.1.1. FOSSA SEPTICA

Segundo Hélio Ailton um tanque séptico dimensionado seguindo as recomendações da NBR 7229 (1993) que atende 4 pessoas tendo uma contribuição diária menor que 1500 litros, com uma temperatura mais fria de 19 C° e sendo limpa anualmente tem as seguintes dimensões:

- Volume 1,8 m³
- Profundidade 1,20 m
- Largura 0,8 m
- Comprimento 1,9 m

3.1.2. SUMIDOURO

O dimensionamento do tanque foi de acordo com a NBR 13969 (1997), onde a contribuição de habitantes por dia foi igual a 130 litros, adotando-se uma taxa de percolação igual a 400 min/m o sumidouro teve as seguintes dimensões:

- 3,0 m³
- Profundidade 1,70 m
- Diâmetro 1,5 m

3.1.3. ORÇAMENTO DO SISTEMA INDIVIDUAL

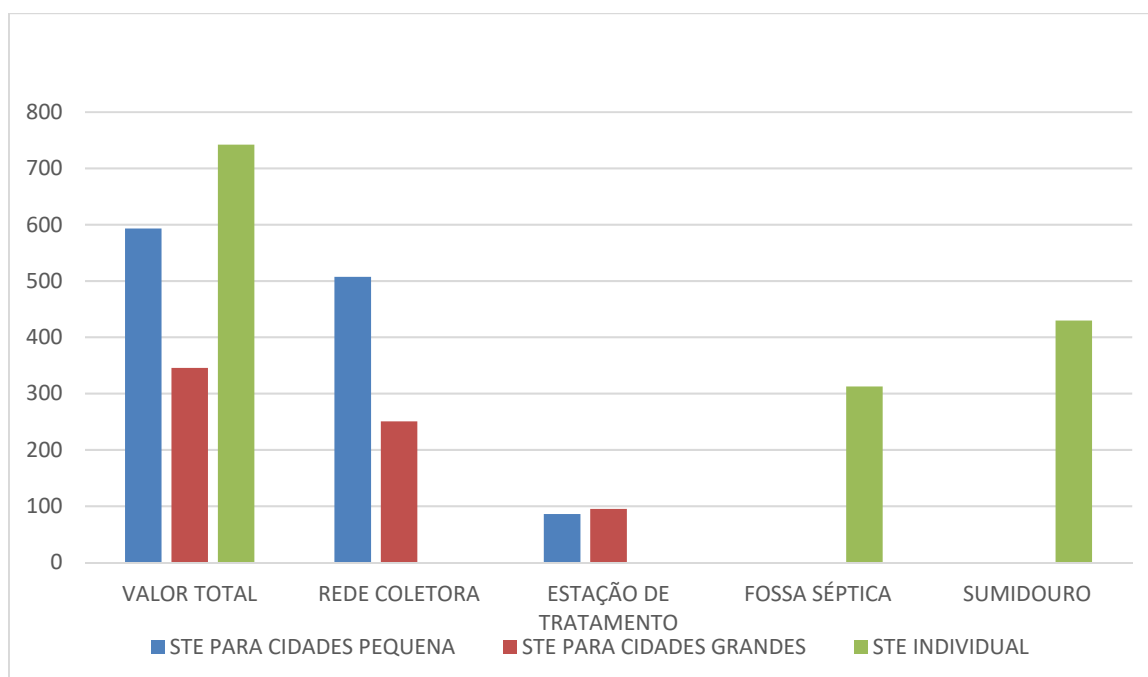
Para a realização do orçamento foi realizado a composição de custo unitário seguindo-se a tabela de preços e insumos baseados no SINAPI 2017, utilizando um BDI= 27,74%, seguindo-se este padrão segundo Hélio Araújo o valor total do sistema individual e de R\$ 2.968,53, com um custo de R\$ 742,13 por pessoa, como mostra a tabela 10:

Quadro 10- Valor total da implantação do STS em cidades médias

| SISTEMA INDIVIDUAL | | |
|--------------------|--------------|---------------|
| | CUSTO TOTAL | VALOR POR HAB |
| FOSSA SÉPTICA | R\$ 1.250,01 | R\$ 312,50 |
| SUMIDOURO | R\$ 1.718,52 | R\$ 429,63 |
| VALOR TOTAL | R\$ 2.968,53 | R\$ 742,13 |

Finalizado o orçamento de todos os sistemas de tratamento de esgoto foi verificado que o sistema de tratamento convencional sempre se mostrou mais viável que a implantação do sistema individual, levando assim a um estudo prévio positivo para a implantação do mesmo como mostra no gráfico 1.

Gráfico 1- Valor da implantação do STE por habitante



Fonte:Autor

4. CONCLUSÃO

Após a realização do orçamento das três situações descritas pode-se observar que o sistema convencional se mostrou menos oneroso que o individual nos dois casos estabelecidos (cidades pequenas e cidades grandes).

O sistema individual quando implantado em cidades médias mostrou-se mais caro que o convencional em média 47%, no caso da implantação do mesmo em cidades pequenas esta diferença caiu para apenas 7%.

Este trabalho conclui que a implantação do sistema convencional se mostra mais viável que o individual em todos os casos estudados, facilitando a uma tomada de decisão de qual sistema escolher na fase de estudo preliminar.

Logo a implantação deste sistema se torna tão possível quanto necessária, trazendo benefícios tanto para a população local quanto ao meio ambiente e um lucro

relativo para a empresa que tiver a capacidade e confiança para a implantar este projeto.

5. AGRADECIMENTO

Agradeço ao meu orientador Eduardo Gouveia Santiago Lage por toda a ajuda e paciência para a elaboração desta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. Sistemas para tratamento de esgotos sanitários: experiência brasileira. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 1997

AZEVEDO NETTO, Jose Martiniano de. Manual de Saneamento de cidades e edificações. 1. ed. São Paulo: Pini, 1991.

Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 2005. Disponível em:< [http //www.cetesb.sp.gov.br/](http://www.cetesb.sp.gov.br/)> acesso em:20 fev. 2018.

LEI Nº 11.445. Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. Disponível em:<[http//www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)> Acesso em: 12 mai 2018.

BRAILE, P. M., CAVALCANTI, J. E. W. A. Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais; CETESB, 1993

HOFFMAN, Heike et al. Propostas para o saneamento descentralizado no Brasil (tecnologias de baixo custo para o tratamento de esgotos urbanos). ICTR – Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, Costão do Santinho, 2004. p.715.

APÊNDICE A – Orçamento Fossa Séptica e Sumidouro

| ORÇAMENTO ANALÍTICO | | | | | | |
|------------------------|----------------------------------|--|-------|--------|--------------|-----------------|
| Obra: | FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO | | | | | |
| Local: | PALMAS-TO | | | | | |
| Data: | dez/18 | | | | | |
| BDI: | 27,74% | | | | | |
| ITEM | COD. | DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS | UNID. | QUANT. | PREÇO C/ BDI | TOTAL |
| 1 FOSSA SÉPTICA | | | | | | |
| 1.1 | 168 | ESCAVAÇÃO MANUAL EM VALAS COM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA - PROFUNDIDADE ATÉ 2,0 M | M³ | 5,25 | R\$42,68 | R\$224,06 |
| 1.2 | 227 | REATERRO COMPACTADO DE CAVAS COM COMPACTADOR | M³ | 0,40 | R\$9,91 | R\$3,97 |
| 1.3 | 215 | APILOAMENTO DE VALAS OU CAVAS | M² | 2,76 | R\$6,44 | R\$17,77 |
| 1.4 | 1720 | AÇO CA-25 1/4" (6,35 MM) | KG | 10,50 | R\$7,32 | R\$76,85 |
| 1.5 | 303 | CONCRETO ESTRUTURAL FCK = 15,0 MPA (INCLUINDO LANÇAMENTO ESTRUTURA) | M³ | 0,80 | R\$449,45 | R\$359,56 |
| 1.6 | 334 | LASTRO DE CONCRETO MAGRO ESP. = 8 CM | M³ | 1,00 | R\$32,89 | R\$32,89 |
| 1.7 | 385 | ALVENARIA TIJOLO FURADO 1/2 VEZ CIM/CAL/AREIA 1:3:6 S/AND. | M² | 6,45 | R\$50,97 | R\$328,75 |
| 1.8 | 637 | JOELHO 90° 100MM | UN | 1,00 | R\$13,64 | R\$13,64 |
| 1.9 | 628 | TE 100 MM | UN | 2,00 | R\$16,89 | R\$33,77 |
| 1.10 | 1919 | TUBO PVC SERIE NORMAL - ESGOTO PREDIAL DN 100 MM - NBR 5688 | M | 0,80 | R\$10,97 | R\$8,78 |
| 1.11 | 805 | FORMAS COMPENSADA, MADEIRIT, ESP = 12 CM, COM SARRAFO DE PINHOS DE 3 TERCEIRA, REAPROVEITAMENTO DE 2 VEZES | M² | 2,57 | R\$58,35 | R\$149,96 |
| TOTAL | | | | | | 1.250,01 |
| 2 SUMIDOURO | | | | | | |
| 2.1 | 165 | ESCAVAÇÃO MANUAL CAVAS 1ª CAT. PROFUNDIDADE ATÉ 3,0 M | M³ | 5,99 | 44,95 | 269,07 |
| 2.2 | 227 | REATERRO COMPACTADO DE CAVAS COM COMPACTADOR | M³ | 0,30 | 9,91 | 2,97 |
| 2.3 | 215 | APILOAMENTO DE VALAS OU CAVAS | M² | 2,27 | 6,44 | 14,61 |
| 2.4 | 1720 | AÇO CA-25 1/4" (6,35 MM) | KG | 10,50 | 7,32 | 76,85 |
| 2.5 | 231 | LASTRO DE BRITA | M³ | 1,14 | 89,52 | 102,05 |
| 2.6 | 303 | CONCRETO ESTRUTURAL FCK = 15,0 MPA (INCLUINDO LANÇAMENTO ESTRUTURA) | M³ | 0,23 | 449,45 | 103,37 |
| 2.7 | 383 | ALVENARIA TIJOLO FURADO 1 VEZ, CIM/CAL/AREIA 1:3:6 S/ ANDAIME | M² | 14,08 | 73,54 | 1.035,76 |
| 2.8 | 1919 | TUBO PVC SERIE NORMAL - ESGOTO PREDIAL DN 100 MM - NBR 5688 | M | 0,80 | 10,97 | 8,78 |
| 2.9 | 805 | FORMAS COMPENSADA, MADEIRIT, ESP = 12 CM, COM SARRAFO DE PINHOS DE 3 TERCEIRA, REAPROVEITAMENTO DE 2 VEZES | M² | 1,80 | 58,35 | 105,03 |
| TOTAL | | | | | | 1.718,52 |

Fonte: Autor