ANÁLISE DAS EQUAÇÕES UTILIZADAS PARA O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONFORME NBR 7229 E NBR 13969[1]

ANALYSIS OF THE EQUATIONS USED FOR THE SIZE OF THE SEWAGE TREATMENT SYSTEM IN ACCORDANCE WITH NBR 7229 AND NBR 13969

TACHINI, Mario, FURB, e-mail: mtachini@furb.br; ROHDEN, Abrahão Bernardo, FURB, e-mail:abrcivil@gmail.com; SPERNAU, Renan Guimarães Pires, FURB, renansthomaz@hotmail.com.

ABSTRACT

This work was to study proposal, individual treatment systems sewage - septic tanks. To start the search was necessary to reassess the equation of NBR 7229/97 and NBR 13969/97 for sizing septic tanks and anaerobic filters, respectively, with a greater purpose to review the values adopted as a contribution of sewage dumps. Its development was evident the Brazilian situation regarding sanitation conditions, with emphasis on septic tanks and anaerobic filters. By the time it was reported the current problems due to the no revision of the standard over many years. This fact helped to demonstrate the dimensional extrapolations currently presented by NBR 7229 and NBR 13969, portraying his conservatism. The research analyzed the sewage dump contribution amounts from previous standards to its last review, to get a comparative balance sheet values. After these analyzes, the new values considered ideal referring to today were presented. The new value for the constant septic tank is 1150 liters while the anaerobic filter constant is 2. In the daily sewage contribution for both tanks and to filters, the value is 130 L/perso.day.

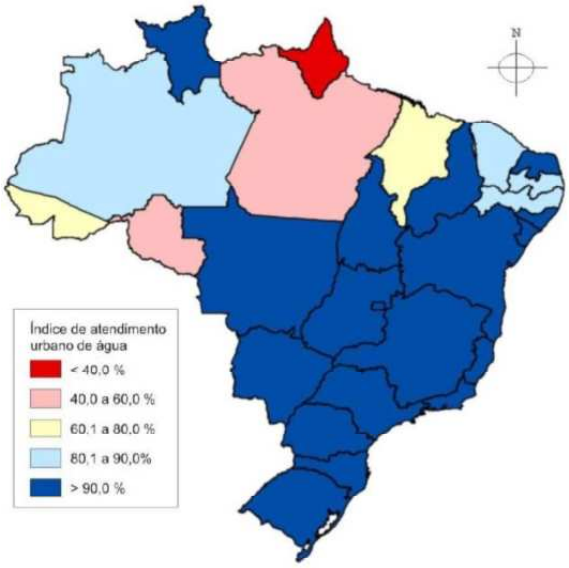
Keywords: NBR 7229. NBR 13969. Standard of review.

[1] TACHINI, M., ROHDEN, A. B., SPERNAU, R. G. P. Análise das equações utilizadas para o dimensionamento do sistema de tratamento de esgoto conforme NBR 7229 e NBR 13969. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

1 INTRODUÇÃO

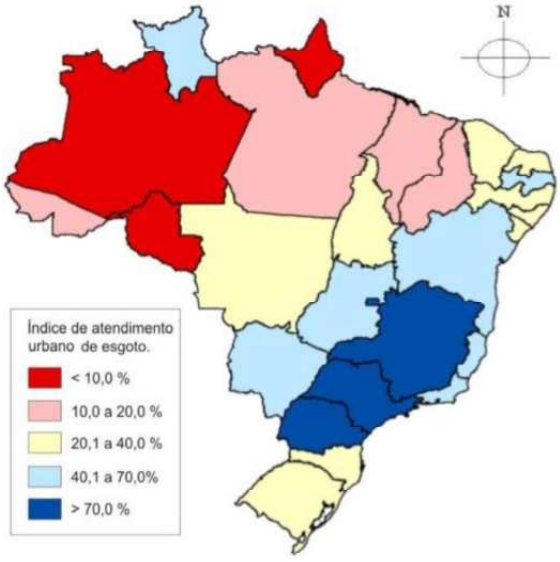
Os sistemas individuais de tratamento de esgotos sanitários, normalmente se utilizam de tanques sépticos e filtros anaeróbios. Em todo território nacional, facilmente encontram-se estes dispositivos instalados, atendendo, em sua maioria, unidades residências (figura 1), assim como são utilizados em localidades isoladas quando não há a disponibilidade de redes coletoras de esgotos (figura 2).

Figura 1 - índice médio de atendimento urbano da rede de água tratada por estado



Fonte: SNIS, 2018

Figura 2 - índice médio de atendimento urbano de tratamento de esgoto por estado



Fonte: SNIS, 2018

A partir da década de 2000, verifica-se que alguns estudos apontam para uma diminuição do consumo per capita. Feil e Haetinger (2014) realizaram uma pesquisa no município de Ladeado/RS - população de 67.474 (2007) e, verificaram que o consumo médio, considerando todos os tipos de consumidores (período estudado de 2000 a 2007), foi de 152 L/hab.dia. No entanto os mesmos autores chamam a atenção de que, desse total, 84% é residencial, o que corresponde a 127 L/hab.dia. Ainda no mesmo estudo os autores apontam que o consumo médio para o Estado do Rio Grande do Sul foi de 169 L/hab.dia (mesmo período).

Silva et al. (2008) identificaram em estudo sobre consumo de água para o município de Cuiabá (período de 2001 a 2006), uma taxa entre 266, 272, 172, 132 e 116 L/hab.dia, a depender da classe de rendimentos, alta, médio-alto, médio, médio-baixo e baixo, respectivamente.

Por sua vez, Duarte (2017), indica para o Estado de em Santa Catarina um consumo em médio de 154 L/hab.dia.

A racionalização da água tem sido estimulada no país, em função de sua escassez. Com a diminuição do consumo de água tratada (tabela 1), por consequência, geram-se menos esgotos, e por este motivo destaca-se a

importância do estudo mais aprofundado acerca do dimensionamento do sistema individual de tratamento de esgotos.

Tabela 1 - Valores do consumo médio per capita de água e na média dos últimos três anos (2013, 2014 e 2015), segundo estado, região geográfica e Brasil

Estado / Região	IN_{022} (l/hab.dia)	IN_{022} (l/hab.dia)	Variação
	Média últimos 3 anos	Ano 2016	2016/ Média últimos 3 anos
Acre	166,1	159,7	-3,9%
Amapá	164,6	178,5	8,4%
Amazonas	166,5	170,4	2,4%
Pará	146,8	143,3	-2,4%
Rondônia	183,6	166,3	-9,4%
Roraima	152,6	152,4	-0,1%
Tocantins	132,6	140,2	5,7%
Norte	154,8	154,5	-0,2%
Alagoas	99,7	96,7	-3,0%
Bahia	113,7	111,3	-2,1%
Ceará	129,5	125,0	-3,5%
Maranhão	165,6	136,5	-17,6%
Paraíba	124,9	113,6	-9,1%
Pernambuco	104,0	92,3	-11,2%
Piauí	138,0	125,7	-8,9%
Rio Grande do Norte	114,9	113,8	-1,0%
Sergipe	121,0	116,6	-3,7%
Nordeste	120,3	112,5	-6,5%
Espírito Santo	189,2	165,1	-12,7%
Minas Gerais	154,1	155,2	0,7%
Rio de Janeiro	252,8	248,3	-1,8%
São Paulo	175,5	166,0	-5,4%
Sudeste	186,0	179,7	-3,4%
Paraná	142,3	137,8	-3,2%
Rio Grande do Sul	158,2	147,7	-6,7%
Santa Catarina	153,2	149,8	-2,2%
Sul	150,7	144,2	-4,3%
Distrito Federal	174,7	150,5	-13,8%
Goiás	143,6	136,8	-4,7%
Mato Grosso	163,5	167,4	2,4%
Mato Grosso do Sul	155,4	153,5	-1,3%
Centro-Oeste	156,1	148,5	-4,8%
Brasil	160,8	154,1	-4,1%

Fonte: SNIC, 2018

O objetivo deste trabalho é propor a adequação das equações estabelecidas em norma para dimensionamento de tanques sépticos e filtros anaeróbios aos padrões atuais de consumo de água do Brasil.

2. TANQUES SÉPTICOS E FILTROS ANAERÓBIOS

A difusão dos tanques sépticos no Brasil se deu a partir da década de 30. A sua utilização tem como referência a NBR 7229 (ABNT, 1997), que disponibilizava diretrizes básicas para o projeto e construção dos tanques, bem como dos filtros anaeróbicos associados aos tanques sépticos, como forma de pós-tratamento do esgoto. A primeira versão da norma é datada do

ano de1982. Em 1989, iniciou-se uma revisão da NBR 7229, onde se decidiu pela ampliação e desmembramento da mesma em três unidades: tanque séptico, pós-tratamento dos efluentes e disposição de lodos.

Segundo Neto (1997) o sucesso do tanque séptico deve-se, certamente à construção e operação muito simples. Não exige técnicas construtivas especiais, nem equipamentos, e a operação, de alcance geral, não requer a presença constante de operador qualificado.

O tanque séptico pode ser definido como um dispositivo capaz de tratar o esgoto a ele destinado, podendo sua contribuição ser de um ou mais domicílios, com capacidade de garantir um satisfatório grau de tratamento, tornando-se um ótimo mecanismo, pois levando-se em conta a simplicidade de execução e o baixo custo, seu custo-benefício é alto.

A equação (1) apresentada pela NBR 7229 (ABNT, 1997) é utilizada para dimensionamento do volume útil do tanque séptico.

$$V = 1.000 + N(C\,.T + K\,.Lf) \qquad (1)$$

Onde: V = volume útil, em litros; N = número de pessoas contribuintes ao sistema; C = contribuição de despejos, em litros/pessoa x dia; T = período de detenção de despejos no tanque séptico; K = taxa de acumulação do lodo digerido, em dia; Lf = contribuição do lodo fresco.

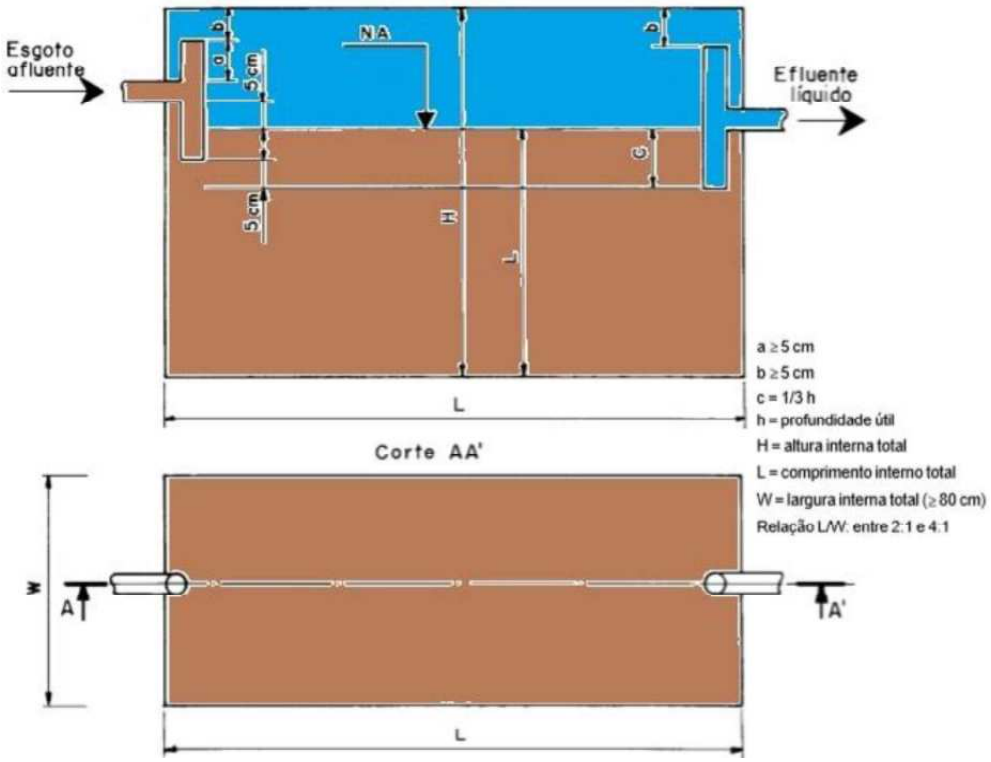
A tabela 2 fornecida pela NBR 7229 (ABNT, 1997) é utilizada para seleção das variáveis da equação (1), recomendadas para o dimensionamento do tanque séptico (figura 2).

Tabela 2 - Contribuição de esgoto e lodo fresco (Unid.: L/dia)

Prédio	Unidade	Cont. de Esgoto (C)	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	0,3
- Escritório	Pessoa	50	0,2
- Edifícios públicos ou comerciais	Pessoa	50	0,2
- Escolas (externatos) e locais de longa permanência	Pessoa	50	0,2
- Bares	Pessoa	6	0,1
- Restaurantes e similares	Refeição	25	0,1
-Cinemas, teatros e locais de curta permanência	Lugar	2	0,02
- Sanitários públicos	Bacia sanitária	480	4

Fonte: ABNT (1997)

Figura 2 - tanque séptico de câmara única



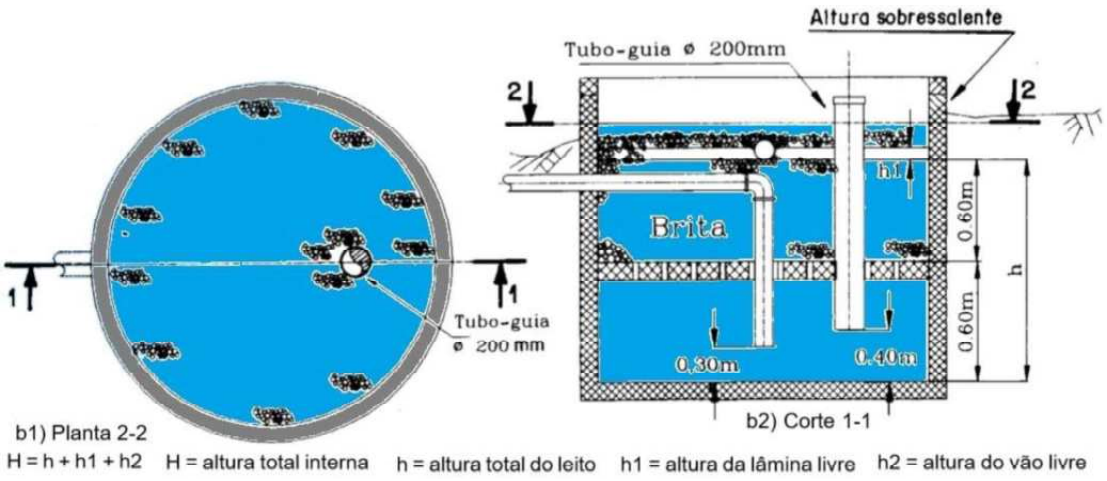
Fonte: adaptado de NBR 7229 (ABNT, 1997)

A NBR 13969 (ABNT, 1997) define que o filtro anaeróbio como consistindo em um reator biológico onde o esgoto é depurado por meio de microrganismos não aeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio filtrante. A NBR 13969 (ABNT, 1997) propõe a equação (2) para o dimensionamento do filtro anaeróbio (figura 3).

$$Vu = 1{,}6\ N\ .C\ .T \qquad (2)$$

Onde: Vu = volume útil, em litros; N = número de contribuintes; C = contribuição de despejos em litros/pessoa x dia; T = tempo de detenção hidráulica.

Figura 3 - Filtro anaeróbio tipo circular com entrada única de esgoto



Fonte: adaptado de NBR 13969 (ABNT, 1997)

A contribuição de esgotos (C), conforme propõe a NBR 7369 (ABNT, 1997), expressa na Tabela 1, indica para unidades residenciais valores que variam de 160, 130 e 100 L/hab.dia, respectivamente para padrão alto, médio e baixo. Importante registrar que estas taxas correspondem a 80% do consumo médio de água per capita.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A abordagem do trabalho partiu da premissa de que o ponto central do sistema individual de tratamento de esgotos (Tanque Séptico seguido por Filtro Anaeróbio) deve ser o tempo de detenção hidráulica dos esgotos, de modo que sejam mantidos os volumes mínimos preconizados pela norma. Assim, o pressuposto da pesquisa é propor uma mudança em parâmetros das equações (1) e (2), notamente dos valores para as constantes (1.000 L – para o tanque séptico e 1,6 L – para o filtro anaeróbio) e para o índice "C" de contribuição de esgotos.

Para a análise dimensional dos parâmetros da equação (1) alterou-se a constante de 1.000 L para três simulações: (a) 1.100 L; (b) 1.200 L e, (c) 1.300 L, e acompanhando as contribuições de esgoto para três opções: (d) 140; (e) 120 e, (f) 100 L, respectivamente. Estes valores correspondem ao consumo médio de água de 175 L, 150 L e 125 L/hab.dia, taxas similares indicadas na literatura.

Por sua vez a análise dimensional dos parâmetros da equação (2) alterou-se a constante de 1,6 L para três simulações: (a) 1,83 L; (b) 2,13 L e, (c) 2,56 L, e acompanhando as contribuições de esgoto para três opções: (d) 140; (e) 120 e, (f) 100 L, respectivamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As revisões em que se encontram os tanques sépticos e os filtros anaeróbios são antigas, o que faz com que haja dúvidas quanto aos valores fornecidos,

principalmente no que diz respeito à contribuição de esgoto diária por indivíduo.

Para as análises realizadas para a unidade de tanque séptico, dentre os cenários investigados, verificou-se como o mais correto, a adoção de valores de 130 litros/pessoa.dia para "Contribuição de Despejos" (alto padrão) e 1150 litros como constante. Para o médio padrão o valor seria de 100 litros/pessoa.dia e para baixo padrão 70 litros/pessoa.dia.

Para o valor de 1.150 litros como constante, houve um aumento de 15% em relação ao valor fornecido pela norma. Este aumento é pequeno, levando-se em conta o superdimensionamento que poderia ocorrer em tanques com poucas pessoas contribuintes ao sistema, porém aumenta um pouco o valor quando há muitas pessoas contribuintes ao sistema.

No caso do sistema de pós-tratamento com filtro anaeróbio, os valores sugeridos como "Contribuição de Despejos" para tanques sépticos também servem para os filtros anaeróbios.

Adotando-se o valor de 130 L/pessoa.dia como contribuição de esgoto, conforme foi adotado para os tanques sépticos, a constante apresentaria valor de 1,97 e o volume final seria de 1.498,2 litros. A diferença entre as constantes é de 23%, valor próximo aos 18,75% de variação entre as contribuições diárias de esgoto fornecidas pela NBR 7229 (ABNT, 1997) e o valor adotado.

Dentre os valores apresentados neste trabalho, conclui-se que os mesmos, no que se refere a "Contribuição de Despejos", tanto para tanques sépticos quanto para filtros anaeróbios, devem ser reduzidos a 130 litros/pessoa.dia para (alto padrão), 100 litros/pessoa.dia (médio padrão) e 70 litros/pessoa.dia (baixo padrão), pois estariam dentro das mesmas variações que houveram entre as normas, representam a diminuição do consumo de água e são valores que fornecem segurança, não havendo margem de risco para um subdimensionamento.

Para manter o mesmo volume final que se obteria dimensionando o tanque séptico pela última revisão da norma, faz-se necessário um aumento da constante de 1.000 litros introduzida na equação (1). Desse modo a proposição é de que a equação (1) seja alterada para equação (3).

$$V = 1.150 + N(C\,.T + K\,.Lf) \quad (3)$$

Já para os filtros anaeróbios a proposição é de que a equação (2) seja alterada para a equação (4).

$$Vu = 2{,}0\;N\,.C\,.T \quad (4).$$

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi propor a adequação das equações estabelecidas nas normas brasileiras para dimensionamento de tanques sépticos e filtros anaeróbios para os padrões atuais de consumo de água. As equações propostas permitem que os sistemas sejam otimizados quando o

número de usuários é grande e ao mesmo tempo mantem o volume mínimo destas estruturas quando o número de usuários é pequeno.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229. **Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos**. Rio de Janeiro, 1993.

_____. NBR 13969. **Tanques Sépticos – Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Afluentes Líquidos - Projeto, Construção e Operação.** Rio de Janeiro, 1997.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. **Sistema Simples para Tratamento de Esgoto Sanitário – Experiência Brasileira**. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

DUARTE, Gabriele. O consumo diário de água em Santa Catarina é maior do que o recomendado pela ONU. **Diário Catarinense,** Florianópolis, 22 mar. 2017. Disponível em: <http://dc.clicrbs.com.br/sc/estilo-de-vida/noticia/2017/03/consumo-diario-de-agua-em-santa-catarina-e-maior-do-que-o-recomendado-pela-onu-9753926.html> Acesso em: 01 nov. 2017.

FIEL, Alexandre André; HAETINGER, Claus. Previsão de consumo de água via modelagem matemática de sistema de abastecimeto de água. **Revista DAE**. São Paulo, n.195, p. 32-46, 2014.

SILVA, Weliton Ttraton Pereira da. **Quota per capita de água, fatores intervenientes e modelagem: estudo de caso para classes socioeconômicas de Cuibá – MT.** Uberlândia: Sociedade & Natureza. n.20 (2), p. 219-230. 2008. Disponível: https:// www.scielo.br/pdf/sn/v20n2/a13v20n2. Acesso em: 28 mar. 2018.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL – SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de água e esgotos. Sistema nacional de informações sobre saneamento 2016 –** Ministério das Cidades. Brasília, 2018. Disponível em: http://snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016. Acesso em: 30 mar. 2018.