



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## ESGOTAMENTO E DRENAGEM PARA PEQUENOS MUNICÍPIOS: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O SISTEMA SEPARADOR ABSOLUTO E O SISTEMA COMBINADO ALTERNATIVO

HOEPERS, Taiane Regina<sup>1</sup>; LOBATO, Marllon Boamorte<sup>2</sup>; SANTOS, Daniel Costa dos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Civil e Mestranda no PPGERHA, Universidade Federal do Paraná (Caixa Postal 19011 - Jardim das Américas - 81531-990), [taihoepers@ufpr.br](mailto:taihoepers@ufpr.br), +5541996845008

<sup>2</sup> Mestre em Construção Civil e Doutorando no PPGERHA, Universidade Federal do Paraná (Caixa Postal 19011 - Jardim das Américas - 81531-990), [boamorte@ufpr.br](mailto:boamorte@ufpr.br), +5541999278093

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Civil e Professor no PPGERHA, Universidade Federal do Paraná (Caixa Postal 19011 - Jardim das Américas - 81531-990), [dcsantos.dhs@ufpr.br](mailto:dcsantos.dhs@ufpr.br), +5541987281038

### Resumo

No Brasil pouco mais da metade dos municípios possuem sistema de esgotamento sanitário, quanto aos sistemas de drenagem urbana, apesar da cobertura ser maior, estes não são eficientes. Portanto, essa baixa cobertura demanda por um estudo de alternativas para a implantação de sistemas de saneamento que, no caso desse trabalho, são concebidas a partir dos princípios do sistema combinado de esgotamento sanitário e drenagem urbana. Dessa forma, o presente estudo visa comparar a implantação de um sistema separador absoluto – SSA com a de um sistema combinado alternativo – SCA, onde a rede de drenagem urbana recebe esgoto já tratado. A análise comparativa foi feita através de um pré-dimensionamento dos dois sistemas distintos, onde o SSA é composto por uma rede de drenagem urbana com 10027m de extensão e 500mm de diâmetro da tubulação de concreto e uma rede coletora de esgoto com tubulação de PVC, com 25936,7m de extensão e diâmetros de 150mm, 200mm e 250mm e tratamento de esgoto feito em uma estação centralizada composta por tratamento preliminar, UASB, Filtro Biológico e Decantador, e o SCA é composto por rede de drenagem idêntica à do SSA e por uma rede coletora de esgoto com tubulação de PVC de 150mm de diâmetro e 15509,5m de extensão e tratamento de esgoto feito no lote por tanque séptico seguido de filtro anaeróbio e wetland construído. Por fim, através de custos unitários referentes ao ano de 2011, foram obtidos custos *per capita* para o SSA e SCA de 1.848,39/hab e R\$ 1.664,08/hab, respectivamente, sendo as redes responsáveis pela maior parte dos custos de implantação, o que demonstra a competitividade da solução proposta que é alternativa ao sistema convencional em vigor no país.

**Palavras-chave:** Sistema Separador Absoluto, Sistema Combinado Alternativo, ETES descentralizadas, Drenagem Urbana Sustentável.

**Tema:** Serviços de abastecimento, drenagem e tratamento de águas

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil apenas 50,3% dos municípios possuem redes de esgoto, onde 42,7% do total de esgoto gerado é coletado e 74% deste é tratado, de acordo com o Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto do ano de 2015 realizado pelo Serviço Nacional de Informação de Saneamento – SNIS (SNSA, 2017). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2011), a porcentagem de municípios que não conta com rede de esgotamento sanitário, em sua quase totalidade, é formada por pequenos municípios. O tratamento de esgoto nesses municípios, quando existente, é realizado em nível de lote, composto principalmente por tanques sépticos seguidos de sumidouros em 27,19% dos casos e de tanques rudimentares em 17,02% dos casos (IBGE, 2011).

Ainda conforme o IBGE (2011), a porcentagem de municípios brasileiros com sistemas de drenagem urbana em 2008 é de 94,46%. Porém esses sistemas não atendem 100% da população dos municípios onde estão instalados e, em muitos casos, são compostos apenas por sarjeta e, por isso, tornam-se ineficientes (Barros et al., 2014).

Portanto, cabe arguir que a baixa cobertura dos sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem urbana no Brasil demanda por estudos de alternativas para a implantação e/ou ampliação desses sistemas a fim de mudar esse cenário. Tais alternativas podem ser embasadas em intervenções sanitárias que sejam econômica, social e ambientalmente viáveis, intervenções essas, por exemplo, concebidas a partir dos princípios do sistema combinado de esgotamento sanitário e drenagem urbana.

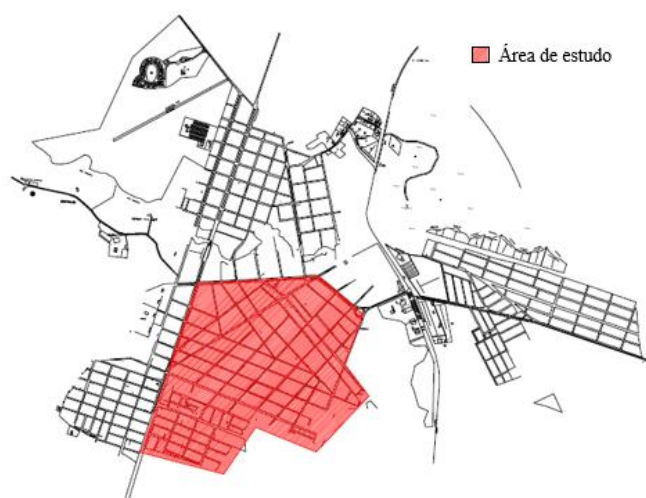
Além disso, é importante destacar que as redes coletoras são responsáveis pela maior parte dos custos de implantação de um sistema de esgotamento sanitário – SES, como demonstrado por Noro (2012), realidade esta que igualmente motiva a adoção destes sistemas combinados. Não obstante, cabe destacar que os sistemas combinados em questão são alternativos em relação àqueles clássicos utilizados na Europa, pois tais sistemas são concebidos de maneira que as respectivas galerias de drenagem urbana recebam esgoto já tratado, ou seja, que sob hipótese alguma recebam esgoto bruto. No Brasil, cumpre salientar, esta prática é normatizada, para situações onde não há redes coletoras de esgoto instaladas, pela Norma Brasileira 13969 – Tanques Sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação, de setembro de 1997.

Dado o contexto apresentado, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um estudo comparativo entre configurações tradicionais de esgotamento sanitário e drenagem, as quais baseadas na filosofia do sistema separador absoluto, e configurações baseadas em abordagens alternativas para o sistema combinado.

Desta forma, foi desenvolvido um estudo de caso voltado para a realidade do município de Nobres, este situado no estado brasileiro do Mato Grosso, cuja população é de 15.002 habitantes, conforme o censo de 2010 do IBGE, sendo urbana 83% dessa população. O município não possui rede coletora de esgoto sendo o tratamento, quando existente,

localizado no lote e composto por apenas sumidouro ou tanque séptico seguido de sumidouro.

Em relação ao sistema de drenagem urbana – SDU, considerando que 55% das ruas do município são pavimentadas, destaca-se que 89% destas ruas possuem drenagem superficial por sarjeta. No entanto apenas 49% destas ruas pavimentadas possui, além das sarjetas, bocas de lobo, poços de visita e galerias, de acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB do município desenvolvido pela FUNASA (2017). A Figura 1 apresenta a planta baixa da sede urbana do município de Nobres, com a demarcação da



**Figura 1.** Planta baixa da sede urbana do município de Nobres com a demarcação da área em que será realizado o estudo.

área onde o estudo foi focado, a qual é composta por cerca de 4700 habitantes representando assim aproximadamente 40% da população urbana.

Quanto à análise comparativa entre os sistemas separador absoluto e combinado alternativo, esta foi desenvolvida por meio de um estudo baseado na concepção de configurações específicas. Em uma análise inicial, observou-se a disponibilidade de duas configurações apontadas a seguir. A primeira é composta por um sistema separador absoluto que prevê a instalação de um SDU e propõe um SES composto por rede de esgotamento e uma estação de tratamento de esgoto - ETE centralizada. A segunda configuração é composta por um SCA composto por um SDU que recebe a contribuição de esgoto tratado no lote.

## **2. MÉTODOS**

A comparação entre as duas configurações propostas foi feita com base em um estudo de concepção composto por sistemas distintos, cujos dimensionamentos e composição de custos foram realizados de maneira preliminar.

## 2.1. Sistema Separador Absoluto – SSA

Na concepção do SDU para a área em estudo foi lançada a rede de drenagem urbana respeitando a topografia local, de modo que o escoamento das águas pluviais pudesse ocorrer por gravidade sem que a tubulação fosse assentada a uma profundidade superior a 2,5 metros.

Para a determinação das vazões de projeto para cada trecho da rede, foi utilizado o Método Racional para a transformação dos dados de precipitação. A intensidade pluviométrica foi obtida através da equação (1) obtida no estudo feito por Castro et al. (2011) para o município de Cuiabá, capital do estado do Mato Grosso e situado a 122km da sede urbana de Nobres, uma vez que para este município não há equação própria.

$$i = [(1016,453 \cdot T)^{0,133}] / [(t + 7,5)^{0,739}] \quad (1)$$

Em que:  $i$ : intensidade pluviométrica (mm/h);  $T$ : período de retorno (anos);  $t$ : tempo de duração da chuva (min).

Foram utilizados um período de retorno de 5 anos e um tempo de duração da chuva de 5min na determinação da intensidade pluviométrica. O coeficiente de escoamento superficial foi adotado igual a 0,6, pois a área em estudo é residencial composta por residências unifamiliares e com ocupação dos terrenos igual ou inferior à 50% da área total dos mesmos.

Para o dimensionamento da tubulação de drenagem foi utilizada a equação de Manning-Strickler, pela qual é possível estimar a vazão de escoamento à seção plena. Com base em todas essas informações, foi possível pré-dimensionar a rede de drenagem urbana demonstrada na Figura 2. A rede possui 10027m de extensão e é constituída por tubos de concreto de 500mm de diâmetro.

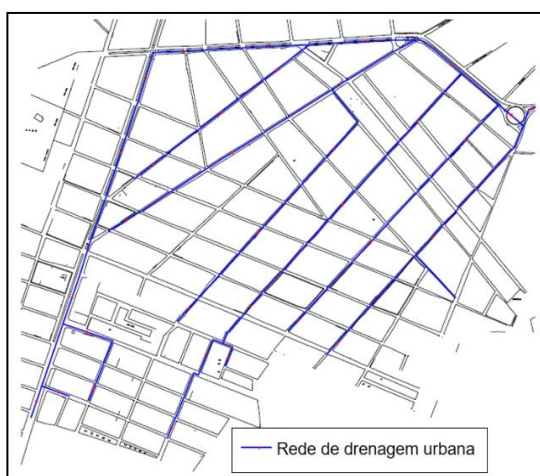
Na concepção do SES para a área em estudo foi lançada a rede visando o escoamento do esgoto feito totalmente por gravidade para que não sejam necessárias construções de estações elevatórias de esgoto. Para o cálculo da vazão de esgoto foi utilizada a equação (2) e considerada uma vazão de infiltração igual a 0,0008l/s.m para o dimensionamento da rede.

$$Q_{essq} = (C \cdot P \cdot q \cdot k_2) / 86400 \quad (2)$$

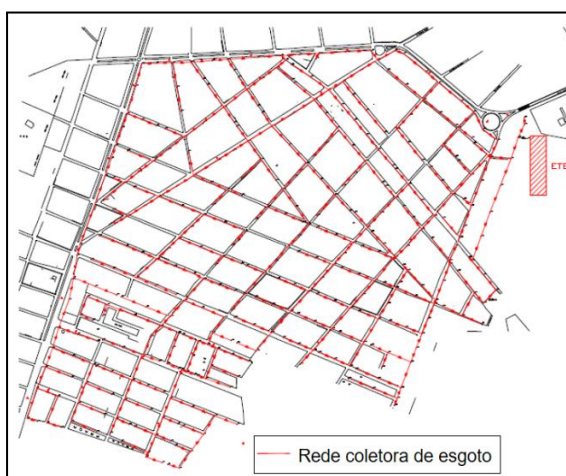
Em que:  $Q_{essq}$ : vazão de esgoto (l/s);  $C$ : coeficiente de retorno de esgoto (considerado igual a 0,8);  $P$ : população inicial (hab);  $q$ : consumo de água *per capita* (l/hab.dia);  $k_2$ : coeficiente de hora de maior consumo (adotado igual a 1,5).

Quanto ao consumo de água *per capita* da sede urbana de Nobres, o mesmo é igual a 145,99 l/hab.dia, de acordo com os dados de micromedição encontrados no PMSB do município. Para a determinação da população da área em estudo foram utilizados dados do IBGE (2011) referentes ao número de habitantes por domicílio o qual foi multiplicado pela totalidade de domicílios presentes na área, o que resultou em uma população igual a 4744 habitantes.

O dimensionamento da rede foi realizado utilizando a equação de Manning-Strickler, sendo que o raio hidráulico é calculado respeitando uma lâmina d'água que ocupe no máximo 75% da tubulação. A rede de esgotamento sanitário para o SSA é de PVC, com extensão total de 25936,7m e diâmetros de 150mm, 200mm e 250mm. A Figura 3 demonstra seu lançamento. A ETE centralizada terá a configuração ilustrada na Figura 4. A vazão de esgoto que aflui à ETE é igual a 30,369l/s.



**Figura 4.** Planta baixa da rede de drenagem urbana do SSA para a área em estudo.



**Figura 3.** Planta baixa da rede de esgotamento sanitário do SSA para a área em estudo.



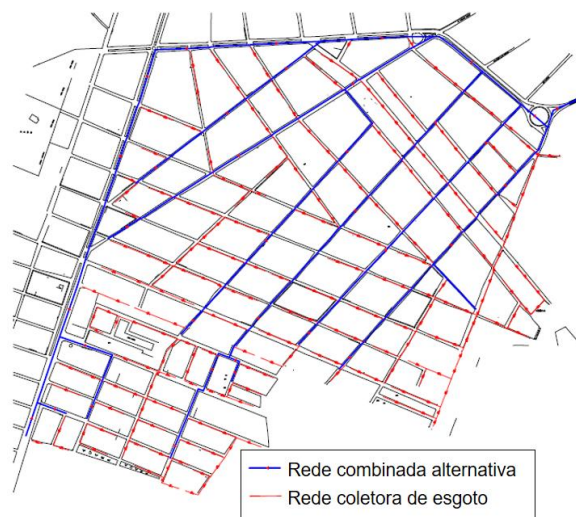
**Figura 2.** Fluxograma da ETE Centralizada.

## 2.2. Sistema Combinado Alternativo – SCA

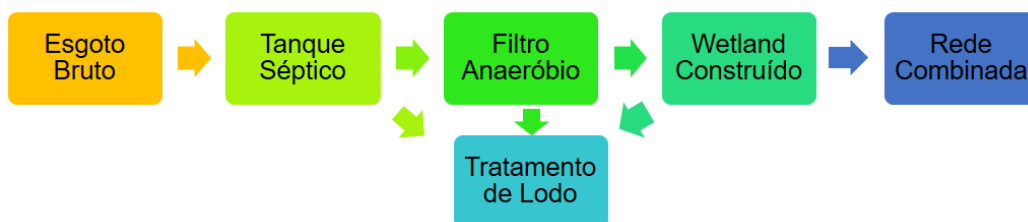
No SCA a rede de drenagem urbana receberá a contribuição do esgoto tratado, para tanto a rede de drenagem alternativa já foi dimensionada prevendo a possibilidade de escoamento de uma vazão maior que a calculada através do Método Racional e suficiente para o escoamento da vazão de esgoto tratado. Dessa forma, a rede combinada permaneceu com 10027m de extensão, sendo de tubos de concreto e 500mm de diâmetro, e a rede coletora de esgoto passou a ter 15509,5m de extensão, sendo de PVC e 150mm de diâmetro. O lançamento das redes do SCA está ilustrado na Figura 5.



O tratamento de esgoto das edificações será realizado no lote e sua configuração está ilustrada na Figura 6. Estima-se que a utilização do wetland construído como tratamento terciário de esgoto é suficiente para a promoção da desinfecção do efluente, sem a necessidade de adição de cloro para tal, para que este possa ser lançado nas redes de águas pluviais.



**Figura 5.** Planta baixa da rede combinada e coletora de esgoto do SCA para a área em estudo.



**Figura 6.** Fluxograma do tratamento de esgoto no lote.

### 2.3. Composição de Custos

Quanto à composição de custos do SSA e do SCA, cumpre destacar que os custos do SDU foram obtidos em função do comprimento e dos diâmetros da rede pré-dimensionada. Já os custos de escavações, poços de visitas, bocas de lobo, entre outros, não foram considerados pois a rede de drenagem é a mesma tanto no SSA quanto no SCA. Esta última condição foi possível devido ao fato de a vazão estimada de contribuição de esgoto ser reduzida a ponto de que a rede de drenagem pré-dimensionada tenha a capacidade de escoá-la em conjunto com as águas pluviais.

O custo unitário da tubulação de drenagem urbana foi obtido com base no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI (2011), enquanto que os custos da rede de esgotamento sanitário para o SSA e para o SCA foram elaborados de

acordo com os dados levantados por Pacheco (2011) para solo desfavorável e baixa urbanização. Já os custos de tratamento de esgoto do SSA foram obtidos através da equação (3) de Pacheco (2011) para ETE composta por UASB + Filtro Biológico + Decantador, e pela equação (4) de Pacheco (2011) para custos de tratamento de lodo por leitos de secagem.

$$y = 76000 \cdot x^{1,12} \quad (3)$$

Em que:  $y$ : custo da ETE (R\$);  $x$ : vazão de esgoto afluyente (l/s).

$$y = 12000 \cdot x + 30000 \quad (4)$$

Em que:  $y$ : custo do tratamento de lodo (R\$);  $x$ : vazão de esgoto afluyente (l/s).

Com relação aos custos de tratamento de esgoto do SCA que foi concebido em nível de lote e composto por Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio + Wetland Construído, estes foram confeccionados por meio dos custos unitários por habitante levantados por Lucca e Misturini (2011), sendo o custo unitário da implantação do tratamento composto por Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio na ordem de R\$ 663,79/hab e o custo unitário de implantação do *wetland* construído igual a R\$ 224,80/hab.

Cabe observar que os dados de custo não foram atualizados pois esta investigação baseia-se em uma abordagem comparativa, conforme já comentado. Com base em todos esses dados, foi possível estimar os custos do SSA e do SCA, demonstrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Custos do SSA e do SCA.

<b>Configuração 1 - SSA</b>						
<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unitário</b>	<b>Unidade</b>	<b>Fonte</b>	<b>Custo Total</b>
<b>Tubo de Concreto Armado Classe PA-3 PB NBR-8890/2007 DN 500mm P/ Águas Pluviais</b>	10027	m	R\$ 92,19	R\$/m	SINAPI (NOV/2011)	R\$ 924.389,13
<b>Rede Coletora de Esgoto Para Solo Desfavorável e Baixa Urbanização DN 150mm</b>	24999,5	m	R\$ 152,17	R\$/m	PACHECO (2011)	R\$ 3.804.173,92
<b>Rede Coletora de Esgoto Para Solo Desfavorável e Baixa Urbanização DN 200mm</b>	753,5	m	R\$ 173,77	R\$/m	PACHECO (2011)	R\$ 130.935,70
<b>Rede Coletora de Esgoto Para Solo Desfavorável e Baixa Urbanização DN 250mm</b>	183,7	m	R\$ 209,01	R\$/m	PACHECO (2011)	R\$ 38.395,14
<b>Tratamento de Esgotos ETE - Centralizada: UASB + Filtro Percolador +</b>	4744	hab	R\$ 732,81	R\$/hab	PACHECO (2011)	R\$ 3.476.448,04



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## Decantador

Tratamento do Lodo por Leitos de Secagem	4744	hab	R\$ 83,14	R\$/ hab	PACHECO (2011)	R\$ 394.428,00
<b>Custo Total do SSA</b>	<b>4744</b>	<b>hab</b>	<b>R\$ 1.848,39</b>	<b>R\$/ hab</b>		<b>R\$ 8.768.769,92</b>

## Configuração 2 - SCA

Item	Quantidade		Custo Unitário		Fonte	Custo Total
Tubo de Concreto Armado Classe PA-3 PB NBR-8890/2007 DN 500mm P/ Águas Pluviais	10027	m	R\$ 92,19	R\$/m	SINAPI (NOV/2011)	R\$ 924.389,13
Rede Coletora de Esgoto Para Solo Desfavorável e Baixa Urbanização DN 150mm	15509,5	m	R\$ 152,17	R\$/m	PACHECO (2011)	R\$ 2.360.080,62
Tratamento de Esgotos no lote: Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio + Wetland Construído	4744	hab	R\$ 888,59	R\$/ hab	LUCCA e MISTURINI (2011)	R\$ 4.215.489,94
Tratamento do Lodo por Leitos de Secagem	4744	hab	R\$ 83,14	R\$/ hab	PACHECO (2011)	R\$ 394.428,00
<b>Custo Total do SCA</b>	<b>4744</b>	<b>hab</b>	<b>R\$ 1.664,08</b>	<b>R\$/ hab</b>		<b>R\$ 7.894.387,68</b>

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente é importante observar que o SSA obteve um custo de R\$ 1.848,39/hab, valor esse superior ao custo do SCA que foi de R\$ 1.664,08/hab. Essa diferença poderia ser ainda maior levando-se em conta que no Brasil usualmente os custos de tratamento de esgoto nos lotes normalmente são de responsabilidade dos proprietários dos mesmos. Ou seja, mesmo com o município arcando com os custos de implantação do tratamento de esgoto no lote, o SCA apresenta menor custo. Desta forma argui-se neste estudo que o município poderia arcar com os respectivos custos de instalação no lote e, como contrapartida, cobrar do proprietário do domicílio uma tarifa de operação e manutenção do sistema de tratamento no lote e da rede coletora/drenante. Esta tarifa certamente seria menor que aquela própria do SSA a qual é composta pela operação e manutenção das redes de coleta e drenagem e do tratamento centralizado de esgoto.

Outro ponto merecedor de destaque repousa sobre os requisitos hidráulicos para o desempenho adequado da rede coletora/drenante. Portanto, em períodos de estiagem a



vazão mínima de escoamento será aquela mínima de esgotamento. Esta vazão, desta forma, definiria a declividade mínima de assentamento da tubulação de maneira a garantir a autolimpeza nas mesmas. No Brasil, conforme a Norma Brasileira 9649 – Projetos de redes coletoras de esgoto de novembro de 1986, o respectivo critério de controle é a tensão trativa a qual deve ser superior a 1,0 Pa para coletores. No entanto este valor é para esgoto bruto no qual a concentração de sólidos totais é significativamente superior que aquela presente no esgoto tratado.

Assim, para a configuração do SCA sob estudo certamente o valor mínimo de tensão trativa poderia ser inferior a 1,0 Pa, condição esta que remeteria ao assentamento de tubulações com declividades menores que as usuais para as redes de esgotamento sanitário. Este ponto merece destaque pois neste estudo foi possível avaliar o impacto dos custos das redes coletoras sobre os custos totais dos sistemas de esgotamento. Isto porque apesar do sistema de tratamento de esgoto nos lotes custar R\$ 739.041,89 a mais que o custo da ETE centralizada, o SCA ainda teve um custo global R\$ 874.382,24 menor que aquele para o SSA. Tais estimativas de custos propiciam visualizar a ordem de grandeza da cadeia de causalidade menor tensão trativa, menor declividade, menor volume de escavação e, por fim, menor custo.

Nos períodos de chuvas intensas as lâminas máximas devem ser verificadas. Portanto as vazões máximas de drenagem e de esgoto sanitário devem ser estimadas de forma que tais lâminas não sejam ultrapassadas. Em realidade o que se busca nesta análise é a obtenção dos menores diâmetros possíveis. Neste sentido seria importante incentivar práticas de sustentabilidade hídrica nas edificações referentes à conservação da água e à drenagem sustentável. Pelas intervenções de conservação da água as vazões de esgoto seriam reduzidas o que implicaria na redução da vazão máxima de esgoto, enquanto que pelas ações de drenagem sustentável o coeficiente de escoamento superficial seria reduzido e amorteceria a vazão de drenagem.

Enfim, o que se depreende destas reflexões é que o SCA pode apresentar viabilidades técnica e financeira e demonstra-se competitivo, nestes critérios, diante das soluções usuais do sistema separador absoluto. Além disto, com a sensibilização e o esclarecimento dos usuários quanto à importância da promoção da saúde pública e da salubridade ambiental, espera-se que os mesmos participem e contribuam efetivamente para a manutenção do desempenho adequado do SCA. Para tanto os usuários devem ser orientados a utilizar adequadamente as instalações hidrossanitárias, a informar prontamente o município em caso de identificação de problemas técnicos tanto no sistema de tratamento de esgoto no lote quanto na rede coletora/drenante, a usar a água nas edificações de forma racional, a evitar a impermeabilização do lote, dentre outras intervenções possíveis. Não obstante os usuários devem estar preparados para a governança e, assim, cobrarem as responsabilidades do município. Afinal, o que se deseja no Brasil é o aumento da cobertura dos sistemas de esgotamento sanitário e drenagem para a melhoria das condições sócioambientais e isto não será possível sem o exercício da cidadania.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (1997). NBR 13969 - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1986). NBR 9649 – Projetos de redes coletoras de esgoto de novembro de 1986. Rio de Janeiro.

Barros, T.R., Mancini, S.D., Ferraz, J.L. (2014). Composition and quantification of the anthropogenic and natural fractions of wastes collected from the stormwater drainage system for discussions about the waste management and people behavior. *Environ Dev Sustain* 16, 415–429.

Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015. Brasília: SNSA/MCIDADES (2017). <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015>. (acesso a 04 de Dezembro de 2017).

Castro, A.L.P., Silva, C.N.P., Silveira, A. (2011). Curvas Intensidade-Duração-Frequência das precipitações extremas para o município de Cuiabá (MT). *Ambiência* 7 (12), 305-315.

Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. (2017). Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB – Diagnóstico Técnico-Participativo Nobres-MT. Cuiabá.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2011). Atlas do Saneamento. [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas\\_saneamento](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento). (acesso a 04 de Dezembro de 2017).

Lucca, P.V. Misturini, M. (2011). Estudo dos custos de implantação e operação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos a pequenas comunidades. Trabalho de final de curso em Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

Noro, E.A. (2012). Sistema combinado de esgotamento sanitário: alternativa viabilizadora de sistemas de esgoto. Trabalho de Diplomação-Escola de Engenharia-Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

Pacheco, R.P. (2011). Custos para implantação de sistemas de esgotamento sanitário. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (2011). [http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-mt/SINAPI\\_ref\\_Insumos\\_Composicoes\\_MT\\_07a122011\\_v\\_PDF.zip](http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-mt/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_MT_07a122011_v_PDF.zip) (acesso a 08 de Fevereiro de 2018).