

# ESTUDO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS PRINCIPAIS MUNICÍPIOS DO OESTE DO PARANÁ E PROPOSIÇÃO DE MODELO DE GESTÃO

Angela Maria Müller<sup>1</sup>

Ana Paula Trevisan<sup>2</sup>

Eduardo Borges Lied<sup>3</sup>

Camilo Freddy Mendoza Morejon<sup>4</sup>

**Saúde, Ambiente e Sociedade**

## *Resumo*

O esgoto doméstico não tratado e descartado inadequadamente é a fonte de diversos problemas, pois trata-se de uma mistura de água com resíduos sólidos que carrega grande número de organismos vivos que são prejudiciais à saúde humana, além de causar poluição dos corpos receptores. Nesse contexto o objetivo do trabalho foi diagnosticar os sistemas de esgotamento sanitário dos municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo da região Oeste do Paraná e propor um novo modelo de gestão de efluentes domésticos adaptado de tecnologia inovadora. Para tanto a metodologia contemplou a caracterização qualitativa e quantitativa do nível de cobertura no atendimento dos sistemas de esgotamento sanitário, detalhamento dos aspectos técnicos e operacionais, estudo da capacidade instalada frente a demanda atual, simulação de cenários futuros da demanda em 2030, prospecção dos métodos, processos e tecnologias de coleta, transporte e tratamento, proposição do modelo de gestão de efluentes domésticos e avaliação dos aspectos relacionados com a viabilidade de implantação. Todas as ETEs contam com reator anaeróbio no tratamento secundário e na área rural dos municípios não existe nenhum tipo de coleta ou tratamento do esgoto, sendo a fossa séptica a principal solução individual encontrada. Desta forma, verifica-se a necessidade de implantação de novas tecnologias que possam transformar o esgoto doméstico em coproduto, apresentando uma oportunidade de negócio para a população local. Os modelos propostos incluem equipamentos individuais que podem ser instalados em cada residência, sendo: separador de água, urina e fezes do efluente proveniente do vaso sanitário, sistema modular híbrido de tratamento de dejetos humanos em meio rural e caixa para tratamento de efluentes da pia da cozinha com separação simultânea de óleos, gorduras e sólidos sedimentáveis.

**Palavras-chave:** Esgoto doméstico; Saneamento; Água cinza; Tecnologias inovadoras; Estação de tratamento de esgoto.

---

<sup>1</sup>Me. Angela Maria Müller, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Toledo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PEQ), ange\_lamullerl@hotmail.com.

<sup>2</sup>Dra. Ana Paula Trevisan, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Toledo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PEQ), anapaullatrevisan@gmail.com.

<sup>3</sup>Prof. Dr. Eduardo Borges Lied, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento de Ciências Biológicas e Ambiental, lied.eduardo@gmail.com.

<sup>4</sup>Prof. Dr. Camilo Freddy Mendoza Morejon, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PEQ), camilo\_freddy@hotmail.com.

## INTRODUÇÃO

O primeiro levantamento nacional do saneamento básico no Brasil foi realizado em 1974 com auxílio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Ministério da Saúde. Desde então, a investigação foi sendo aprimorada até que em 2000 com apoio da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) realizou-se a primeira Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), tornando o sistema mais abrangente através da incorporação de novos temas.

O IBGE em convênio com o Ministério da Cidades, realizou em 2008 a penúltima PNSB em todos Municípios Brasileiros, investigando os aspectos relacionados aos serviços de abastecimento de água; esgotamento sanitário; manejos de resíduos sólidos; manejo de águas pluviais; dentre outros. Em 2017, ocorreu a última PNSB, que também teve por objetivo investigar, dentre outros aspectos, os serviços de esgotamento sanitário.

Além disso, em 2007 foi criada a Lei Federal nº 11.445 (BRASIL, 2007) que contribuiu para a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), estabelecendo as diretrizes nacionais para o saneamento básico, tornando-se um dos principais instrumentos para a política federal de saneamento básico.

Em março de 2019, foi realizada uma Consulta Pública para a revisão do PLANSAB, conforme Portaria N°561 (2019) “Considerando que coube à Secretaria Nacional de Saneamento, do Ministério do Desenvolvimento Regional, a coordenação da elaboração da proposta de revisão do PLANSAB, em observância ao parágrafo 2º do art. 52 da Lei N°11.445/2007” (BRASIL - Diário Oficial da União, 2019).

O PLANSAB (BRASIL, 2019) descreve metas e objetivos para a situação dos serviços de saneamento básico do Brasil:

[...] o PLANSAB vem, portanto, dar cumprimento ao ordenamento legal relativo ao setor de saneamento básico, representando o resultado de esforço dos vários órgãos federais com atuação na área, sob coordenação da Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional (BRASIL, 2019 pag.19).

Realização

Apoio

Além disso, em julho de 2020, houve a criação da Lei Federal N°14.026 (BRASIL, 2020), onde foi instituído o novo marco regulatório do saneamento básico, e alterado algumas Leis, por exemplo, a Lei 9.984 (BRASIL, 2000) para atribuir a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competências para instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.

De acordo com Antunes e D'Oliveira (2020), a Lei Federal N°14.026 estimula a desestatização do setor e a privatização de empresas públicas estatais de saneamento a partir do estabelecimento de um ambiente de segurança jurídica e regulatória, a fim de que possa atrair investimentos para o setor, contribuindo para a universalização dos serviços de saneamento.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2010), é um levantamento censitário que tem como alvo a população no âmbito do território Nacional, investigando sobre o abastecimento de água; esgotamento sanitário; manejo de recursos sólidos e águas pluviais; e a gestão Municipal do saneamento básico. Este estudo apontou, dentre outros fatores, o déficit de investimentos e infraestrutura no saneamento básico do Brasil.

De acordo com o IBGE (2020), o novo censo estava programado para ser realizado em 2020, porém, em função das orientações do Ministério da Saúde relacionadas ao quadro de emergência de saúde pública causado pelo coronavírus, foi decidido adiar a realização do censo demográfico para 2021. No novo censo do IBGE, serão atualizados dados como a expansão da rede de água e esgoto em comparação com anos anteriores, “O censo demográfico produz informações atualizadas e precisas, que são fundamentais para o desenvolvimento e implementação de políticas públicas e para a realização de investimentos, tanto do governo quanto da iniciativa privada” (IBGE, 2019).

O cenário do esgotamento sanitário no Brasil em 2019, indica um déficit dos serviços do país, de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019), apenas 49,1% do esgoto gerado é tratado. De acordo com o PLANSAB (BRASIL, 2019), em 2020 eram necessários investimentos de mais de 178 milhões em infraestrutura para a universalização do saneamento básico, sendo 33 milhões desse total

Realização



Apoio



para a Região Sul.

Nesse sentido, o grande desafio da humanidade é construir um mundo em que o ser humano aprenda a conviver com o meio ambiente numa relação harmônica e equilibrada, para isso é necessário que se estabeleça um novo modelo de desenvolvimento em que se harmonizem a melhoria da qualidade de vida das suas populações, a preservação do meio ambiente e a busca de soluções sustentáveis e criativas para atender aos anseios de seus cidadãos de ter acesso ao saneamento básico dentre outras coisas.

Sendo assim, esse trabalho tem como objetivo identificar o problema do esgoto doméstico, por meio do diagnóstico dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo- PR.

## METODOLOGIA

Inicialmente fez-se a caracterização quantitativa da cobertura no atendimento do sistema de esgotamento sanitário dos municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo - Região Oeste do Estado do Paraná. A partir da consulta ao site do IBGE Cidades, foi possível encontrar a população total (urbana e rural) em 2010, e a população 2020, fornecidas pelo próprio IBGE (2020), a partir dessa população, estimou-se a população em 2030, para estudar o cenário futuro de demanda. Além disso, a ANA fornece qual entidade gerencia o esgotamento sanitário dos municípios. Posteriormente encontrou-se o resultado da geração total e segregada de efluentes domésticos para o ano de 2020, utilizando a população total dos municípios fornecida pelo IBGE e a metodologia de Morejon; Fabris e Laufer (2006), que considera que uma família é composta por 5 pessoas, assim, determinou-se o número de famílias no município.

Com base na metodologia de Morejon; Fabris e Laufer (2006), que identificou os resíduos provenientes dos processos de transformação que acontecem na cozinha (durante o preparo, consumo e limpeza das principais refeições diárias), os resíduos gerados no banheiro (chuveiro e vaso sanitário) e os resíduos gerados na lavanderia, sendo que as famílias foram monitoradas diariamente em diferentes cenários, correspondentes aos

Realização



Apoio



principais períodos do dia, semana e ano; tudo para identificar as características do consumo e sua relação com o respectivo potencial de geração dos resíduos, concluindo que cada família produz 17,2474 m<sup>3</sup>/mês no total e esse total se divide conforme Tabela 01.

<b>ORIGEM</b>	<b>QUANTIDADE (m<sup>3</sup> mês<sup>-1</sup>)</b>
Óleo	0,001
Efluente do banheiro (chuveiro)	4,50
Efluente do banheiro (vaso sanitário)	6,50
Efluente da pia da cozinha	1,50
Efluente da lavanderia	4,75
<b>TOTAL</b>	<b>17,25</b>

**Tabela 01.** Segregação dos efluente domésticos considerando uma Unidade Familiar de 5 pessoas de consumo médio.

Além de determinar as quantidades segregadas de efluentes domésticos sanitário, também foi possível encontrar a quantidade total de esgoto gerada em m<sup>3</sup> mês<sup>-1</sup> em 2010; 2020 e 2030, dividindo a população total por 5 (número de pessoas em uma família) para obter o número de famílias.

Com base da consulta realizada no banco de dados da Atlas Esgoto (ANA, 2019), foram tabeladas as porcentagens de esgoto com coleta e com tratamento; sem coleta e sem tratamento; com coleta e sem tratamento e soluções individuais. Essas estimativas de consumo por município estipulada pelo Atlas Esgoto, é fornecida a partir da utilização de recursos de modelagem de qualidade de água e um Banco de Dados Georreferenciado. Posteriormente fez-se o levantamento da população exclusivamente urbana do município a partir da consulta ao Atlas Esgoto (ANA, 2019), obtendo-se os valores da população em 2013, exclusivamente urbana, esses valores foram utilizados para o cálculo das parcelas de esgotos coletados, tratados e soluções individuais, a partir da metodologia do trabalho de Morejon; Fabris e Laufer (2006).

Realização

Apoio

Fez-se também um esquema de um novo modelo de gestão de efluentes propostos para os com base da segregação dos efluentes líquidos e seu tratamento segregado, incluindo equipamentos individuais que podem ser instalados em cada residência, sistema modular híbrido de tratamento de dejetos humanos em meio rural e caixa para tratamento de efluentes da pia da cozinha com separação simultânea de óleos, gorduras e sólidos sedimentáveis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo estão localizados na Mesorregião Oeste Paranaense, sendo os mais populosos dessa região, conforme mostrado na Figura 1, onde estão representados alguns rios, bem como as áreas urbanas e a localização das suas ETEs. A população total (urbana e rural) de Toledo para 2020 é 140.635 habitantes e a população estimada em 2030 é de 156.803 habitantes. Os municípios de Foz do Iguaçu e Cascavel contam com uma população total estimada (urbana e rural) para 2020 de 258.532 habitantes e 328.454 habitantes, respectivamente. A população estimada em 2030 é de 360.490 habitantes para Cascavel e 260.385 habitantes em Foz do Iguaçu.

Realização



Apoio



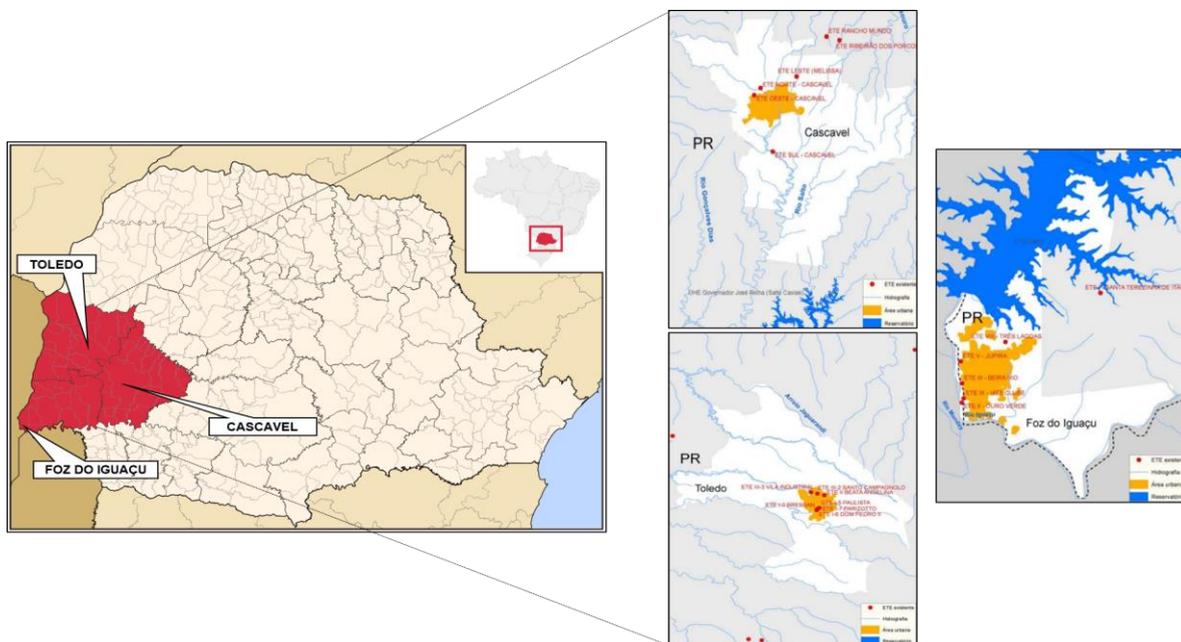


Figura 01: Localização dos principais municípios do Oeste do Paraná e de suas ETEs.

Na Tabela 02 se apresentam os resultados do levantamento de esgotamento sanitário existente para o ano de 2013 (com base do banco de dados da ANA) considerando somente a população urbana do município. Nessa Tabela 2 se destaca o índice de atendimento em % de cada parcela dos esgotos sem coleta e sem tratamento; soluções individuais e com coleta e sem tratamento, bem como a geração de esgoto mensal em  $m^{-3}$ .

A solução individual dos municípios é a fossa séptica. O município de Cascavel possui quatro estações de tratamento de esgoto, Foz do Iguaçu possui cinco estações que estão localizadas no limite do município (em branco) e no município de Toledo constam sete estações de tratamento. A questão do esgotamento sanitário é comandada pela SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) nos três municípios. Estima-se que em 2030 o volume de esgoto irá aumentar devido ao aumento da população.

Realização

Apoio

Parcela do Esgoto	Índice de atendimento (%)			Geração de esgoto (m <sup>3</sup> mês <sup>-1</sup> )		
	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e com tratamento	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e com tratamento
<b>Cascavel</b>	11,3	9,1	79,6	135.564	109.171	954.946
<b>Foz do Iguaçu</b>	16,5	13,3	70,3	292.216	235.544	1.245.019
<b>Toledo</b>	15	7,5	77,5	63.623	31.811	328.723

Tabela 02. Geração de esgoto em Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo

Buscando melhorar o sistema de esgotamento sanitário dos municípios, seria importante implantar um sistema de coleta e tratamento de esgoto com separação total, que pudesse tratar de forma exclusiva cada tipo de efluente doméstico.

O sistema modular compacto para tratamento de efluentes é uma patente desenvolvida por Morejon, Silva e Mendoza (2014), que abrange um conjunto de elementos que permite o tratamento de efluentes domésticos por meio de processos de separação seletiva e processos de biodigestão anaeróbia. De acordo com os autores da patente:

O sistema é modular e, além do tratamento, propicia também o aproveitamento dos materiais sólidos, líquidos e gasosos que se formam após o processamento físico e biológico, e os principais diferenciais da tecnologia se encontram: nas características da instalação hidráulica doméstica; no dispositivo de alimentação contínua de carga (efluente do vaso sanitário e da pia da cozinha); no sistema de separação de sólidos particulados provenientes da pia da cozinha; no sistema de separação do efluente do vaso sanitário; no sistema de biodigestão anaeróbia do dejetos do vaso sanitário; no

Realização

Apoio



sistema de coleta dos efluentes tratados; no sistema de coleta e aproveitamento do produto gasoso (biogás); e no sistema de coleta e aproveitamento do material orgânico digerido (MOREJON; SILVA e MENDOZA, 2014).

O novo modelo de gestão de efluentes com base da segregação dos efluentes líquidos e seu tratamento segregado na fonte está esquematizado na Figura 2, onde o esgoto do vaso sanitário seria dividido em duas partes: matéria orgânica (fezes) e a outra parte constituída de urina e água a partir de um sistema modular.

A matéria orgânica seria digerida por meio de biogás, que produziria energia, e além disso, posteriormente seria encaminhada para a produção de biofertilizantes que poderiam ser utilizados na agricultura. A urina e a água de todas as casas do município seriam canalizadas até um centro de industrialização para produção de ureia que também poderia ser utilizada na agricultura como fonte de nitrogênio.

Na pia da cozinha, o efluente seria separado em duas partes: óleo e água por meio de um sistema modular. O óleo seria acumulado nas residências e posteriormente encaminhado para um centro de processamento para a produção de subprodutos como o sabão e detergentes. A água da pia da cozinha; lavanderia; chuveiro e pia do chuveiro iriam se juntar para passar pelo processo de tratamento físico-químico compacto dentro de cada residência, ao final do tratamento, esta água seria encaminhada para uma estação de tratamento de água para a obtenção de água potável.

Realização



Apoio



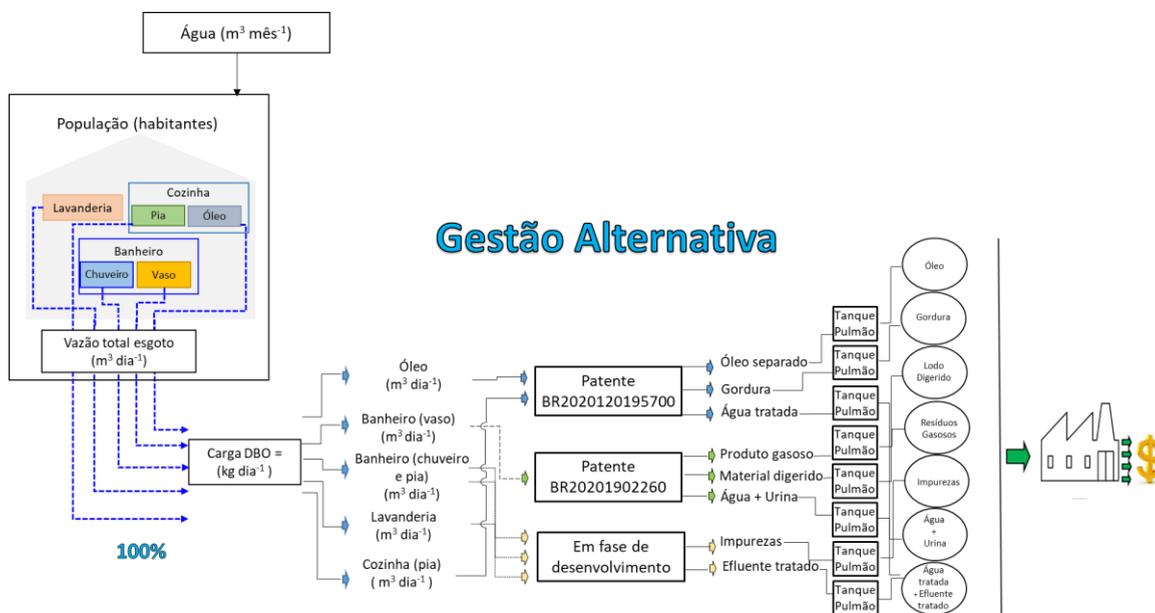


Figura 02. Fluxograma da gestão alternativa do esgotamento sanitário para os municípios.

A principal vantagem desse método é aplicação do tripé da sustentabilidade, com a possibilidade de oportunidades e/ou vantagens econômicas; sociais e ambientais por meio do reaproveitamento dos materiais que se formam após o processamento, gerando renda a partir de resíduos.

A partir da separação dos rejeitos da pia da cozinha obtêm-se o óleo de cozinha que é bastante visado, por exemplo, para a produção de sabão. A urina quando separada dos demais componentes do efluente do vaso sanitário possui alto valor econômico para a produção de ureia. A matéria orgânica obtida a partir do vaso sanitário e restos de comida advindo da pia da cozinha poderão produzir o biogás, que é uma fonte importante de energia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho identificou-se que em todos os municípios a maior fração de

Realização

Apoio



efluentes domésticos é gerado no banheiro. Os municípios possuem sistema público de coleta e tratamento de esgotos sanitários somente na área urbana de cada cidade e a população total não tem acesso aos serviços de esgotamento sanitário, portanto a população rural não é atendida com rede coletora de esgoto que a solução individual dos municípios é a fossa séptica.

Os modelos propostos para o município incluem equipamentos individuais que contêm: separador de água, urina e fezes do efluente proveniente do vaso sanitário, sistema modular híbrido de tratamento de dejetos humanos em meio rural e caixa para tratamento de efluentes da pia da cozinha com separação simultânea de óleos, gorduras e sólidos sedimentáveis.

## REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Esgoto: despolição de Bacias Hidrográficas**. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>> Acesso em: 17 de jun. 2019.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Esgotamento sanitário – Capítulo 3**. Disponível em: <[http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/funasa/capitulo\\_3.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/funasa/capitulo_3.pdf)> Acesso em: 05 dez. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: 2017**. Coordenação de População e Indicadores Sociais. 128 pg. Rio de Janeiro. 2020.

IBGE CIDADES. 4.4.5. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/panorama>. Acesso em: 11 jul. 2020.

MOREJON, Camilo F. M.; FABRIS, Simoni C.; LAUFER, Angela. **Desenvolvimento de uma Correlação para Identificação do Potencial de Geração de Resíduos Sólidos, Líquidos e Gasosos da Atividade Doméstica**. Revista Interagir: pensando a extensão. Rio de Janeiro, n 9, pág. 149 – 158, jan-jul – 2006.

MÜLLER, Angela Maria. **Diagnóstico do sistema de esgotamento sanitário dos 50 municípios do Oeste do Paraná e proposição de modelo de gestão**. 2021. 356 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2021.

Realização

Apoio

