

Panorama da utilização de sistemas locais para tratamento de esgoto sanitário em Santa Catarina

Natasha Neves Skripnik¹

Anelise Leal Vieira Cubas²

Willian Jucelio Goetten³

Resumo

O esgoto sanitário não tratado contém agentes patogênicos, matéria orgânica e nutrientes que poluem o meio ambiente, resultando em doenças e prejuízos aos ecossistemas. A baixa cobertura de sistemas coletivos de tratamento de esgoto, especialmente em municípios de pequeno porte em Santa Catarina, mostra que o estado tem muitos desafios na busca pela universalização do saneamento básico. Nesses casos, os sistemas locais, se bem construídos e operados, se mostram como soluções eficientes, financeiramente mais atrativas e simplificadas. Logo, o objetivo deste trabalho foi de elaborar um panorama da utilização de sistemas locais para tratamento de esgoto sanitário no estado de Santa Catarina. Desta forma, analisou-se dados operacionais e técnicos dos sistemas locais de tratamento de esgoto sanitário dispostos em 60.816 questionários aplicados em domicílios de municípios com menos de 15 mil habitantes pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) na elaboração de "Diagnósticos da Situação Atual Sobre a Gestão do Esgotamento Sanitário". Os resultados obtidos apontam para uma ampla utilização de sistemas locais de tratamento de esgoto sanitário no estado, e ao mesmo tempo um alto índice de potenciais irregularidades entre os sistemas analisados. Com os dados obtidos, elaborou-se um painel interativo com a ferramenta PowerBI, esse painel proporciona uma visão mais detalhada, permitindo uma análise acessível dos dados, tanto de maneira específica por município quanto de forma regionalizada, facilitando o planejamento e a implementação de medidas assertivas.

Palavras-chave: Municípios de pequeno porte; Saneamento básico; Universalização.

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Unisul. E-mail: natashanskr@hotmail.com

² Orientadora. E-mail: anelisecubas@gmail.com

³ Coorientador. E-mail: willian.j.goetten@gmail.com

Abstract

Untreated sanitary sewage contains pathogens, organic matter, and nutrients that pollute the environment, resulting in diseases and damage to ecosystems. The low coverage of collective sewage treatment systems, especially in small municipalities in Santa Catarina, indicates that the state faces many challenges in achieving universal access to basic sanitation. In these cases, well-built and operated local systems prove to be efficient, financially more attractive, and simplified solutions. Therefore, the objective of this work was to provide an overview of the use of local systems for sanitary sewage treatment in the state of Santa Catarina. In this way, operational and technical data from local sanitary sewage treatment systems were analyzed based on 60,816 surveys conducted in households in municipalities with fewer than 15,000 inhabitants by the Inter-Municipal Sanitation Regulatory Agency (ARIS) in the development of "Diagnoses of the Current Situation Regarding Sanitary Sewage Management." The results obtained indicate widespread use of local sanitary sewage treatment systems in the state, along with a high potential for irregularities among the analyzed systems. Using the collected data, an interactive dashboard was created with the PowerBI tool, providing a more detailed view for accessible analysis of the data, both on a municipality-specific and regionalized basis, facilitating the planning and implementation of effective measures.

Keywords: Small municipalities; Basic sanitation; Universalization.

1. Introdução

Um dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos consiste na disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados à atual e futuras gerações (BRASIL, 1997). Todavia, o crescimento populacional atual e a ocupação territorial concentrada nas áreas urbanas e regiões metropolitanas tem tornado o atingimento desse objetivo um desafio ainda maior, uma vez que a falta de tratamento adequado do esgoto sanitário contribui significativamente para a contaminação dos recursos hídricos, comprometendo a qualidade da água e a realização dos propósitos estabelecidos pela política nacional.

O controle da poluição hídrica deve ser observado, principalmente no que tange o esgotamento sanitário, que é um dos serviços de saneamento que mais necessita de análises e propostas para viabilizar o encaminhamento de soluções (ANA, 2017; TAWEESAN *et al.*, 2023). Cabe destacar que o esgoto sanitário não tratado apresenta agentes patogênicos, matéria orgânica e nutrientes que contaminam o meio ambiente, causam doenças e danos aos ecossistemas (WHO, 2018; VILLARÍN; MEREL, 2020; SURURI *et al.*, 2023), apesar disso, estima-se que, em 2020, mais de 3,5 bilhões de pessoas no mundo ainda não tinham acesso a um serviço seguro de esgotamento sanitário (WHO, 2021).

Garantir condições de saneamento gerenciadas de forma segura até 2030 é uma das principais metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 6. No entanto, oferecer saneamento seguro por meio de redes extensas de coleta de esgoto e proporcionar um tratamento confiável a esse efluente, ainda é um desafio em muitos países em desenvolvimento, afinal, o custo para atender, até 2030, a componente de saneamento da meta 6.2 do ODS está estimado em US\$ 105 bilhões por ano (UNICEF, 2020; SURURI *et al.*, 2023; TAWEESAN *et al.*, 2023; GARCÍA-ÁVILA *et al.*, 2023a).

No Brasil o contexto não é diferente, uma vez que, embora venha apresentando significativos avanços e investimentos no setor do saneamento, somente 43% da população é contemplada com coleta e tratamento de esgoto, 12% utilizam sistema local, e com isso, do total de esgoto gerado no país, apenas 50,8% recebem tratamento (SNIS, 2021; ANA, 2022). Cabe ressaltar que o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) caracteriza o uso de sistemas locais, apropriadamente projetados e construídos, como atendimento adequado, logo, nesse conceito verifica-se que apenas 55% da população total do Brasil está sendo atendida adequadamente pelo serviço de esgotamento sanitário (PLANSAB, 2019).

O estado de Santa Catarina, por sua vez, possui uma população de mais de 7,2 milhões de pessoas e aproximadamente 74% não possui rede coletora de esgoto e não mais que 31,3% do esgoto produzido é tratado de forma coletiva (SNIS, 2021). Assim, pequenos municípios mostram um desafio ainda maior no que se refere ao serviço de esgotamento sanitário, tendo em vista a inviabilidade técnica, econômica e política ocasionada pela baixa densidade populacional, dispersão entre os domicílios ou situação de irregularidade fundiária (TONETTI *et al.*, 2018b; MCCONVILLE *et al.*, 2019). Cabe salientar que cerca de 69% dos municípios de Santa Catarina vivenciam esse desafio, considerando que sua população é composta por menos de 15 mil habitantes (IBGE, 2021).

Nesse contexto, a Lei 11.445/2007, denominada Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB), instituiu a exigência da elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) pelo titular dos serviços e a obrigatoriedade na definição do ente responsável pela regulação e fiscalização dos serviços públicos de saneamento básico. Com base na necessidade criada pela LDNSB, em 29 de janeiro de 2010 foi instituída a Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS), em observância às leis 11.107/2005 e 11.445/2007, objetivando a regulação e fiscalização dos serviços públicos de saneamento básico, baseada nos princípios de independência decisória e autonomia administrativa, orçamentária e financeira (ARIS, 2010).

A ARIS regula 210 municípios, do total de 295 municípios de Santa Catarina, sendo que destes, 73,81% correspondem a municípios com menos de 15 mil habitantes, o que levou a uma demanda dos gestores municipais de equacionamento da falta de investimentos necessários para implantação e operação de sistemas coletivos de esgotamento sanitário, previstos inicialmente nos PMSBs, por falta de condições técnicas e/ou financeiras (ARIS, 2017).

Nesse contexto, a ARIS desenvolveu e implementou o projeto TRATASAN, que tem como objetivo principal a realização de um diagnóstico quali-quantitativo das unidades de tratamento de esgoto doméstico em operação nos municípios regulados com população inferior a 15 mil habitantes. O diagnóstico subsidia a tomada de decisão do município referente às ações necessárias à readequação dos sistemas existentes e fomenta a universalização da cobertura de esgotamento sanitário, levando a adoção da solução mais adequada e viável para a realidade local (ARIS, 2017).

Para cumprir esse objetivo, os sistemas locais se mostram como soluções financeiramente mais atrativas e simplificadas para casos onde não há sistema coletivo de esgotamento sanitário. Além disso, se bem construídos e operados, geram um efluente com qualidade compatível com o produzido pelos processos de tratamento secundário das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) (ANA, 2017; MCCONVILLE *et al.*, 2019; UNICEF; WHO, 2020).

Logo, destaca-se a relevância de pesquisas que contribuam para a melhoria do saneamento no Brasil. Isso se deve ao fato de que muitos gestores municipais carecem de dados adequados para planejar e implementar medidas que possam aperfeiçoar os sistemas de saneamento e preservar a qualidade do ambiente (DANTAS *et al.*, 2012; LEITE; HEINZ *et al.*, 2020; UNICEF; WHO, 2020; ALVES, 2023; VILARINHO; COUTO, 2023).

Por esse motivo, o objetivo deste trabalho é elaborar um panorama da utilização de sistemas locais para tratamento de esgoto sanitário no estado de Santa Catarina, utilizando como referência as informações que constam nos “Diagnósticos da Situação Atual Sobre a Gestão do Esgotamento Sanitário” elaborados pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) no escopo do Projeto TRATASAN.

2. Referencial teórico

2.1. Sistemas de Esgotamento Sanitário

O tratamento de esgoto sanitário envolve várias etapas, começando pelo pré-tratamento que inclui o uso obrigatório da caixa de gordura para evitar o acúmulo de gorduras e sólidos nas tubulações (ABNT, 1999; TONETTI *et al.*, 2018b). Para as etapas posteriores de tratamento, existem algumas possibilidades, como os sistemas coletivos, sistemas locais ou condominiais.

Os sistemas coletivos consistem em várias unidades, desde ramais prediais até estações de tratamento de esgotos (ETE) que removem poluentes antes do esgoto ser despejado no corpo hídrico receptor (FUNASA, 2019; CONAMA, 2011; GARCÍA-AVILA *et al.*, 2023a). Uma alternativa aos sistemas coletivos são os sistemas condominiais, mais econômicos e eficientes para algumas residências ou quadras (SANTIAGO, 2008; TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2011).

Os sistemas locais, por outro lado, são utilizados em áreas rurais e habitacionais distantes, com destaque para o tanque séptico, que remove sólidos sedimentáveis e promove a degradação biológica da matéria orgânica (PHILIPPI JUNIOR, 2018; GARCÍA-AVILA *et al.*, 2023b). O tanque séptico, filtro anaeróbio e o sumidouro são unidades frequentemente utilizadas em sistemas locais, mas dependem diretamente das condições do solo, para que se garanta sua eficiência (ABNT, 1997; TONETTI *et al.*, 2018b). Há também a opção de valas de infiltração, que funcionam de maneira semelhante aos sumidouros, em casos onde o lençol freático está localizado de forma mais superficial, e a disposição na rede de drenagem pública pluvial, exigindo desinfecção prévia (ABNT, 1997). Um método inovador são os *wetlands* construídos, sistemas que imitam processos naturais

e são eficazes, especialmente para áreas menores (FUNASA, 2018; Boratto *et al.*, 2021; GARCÍA-AVILA *et al.*, 2023a).

Nas áreas rurais do Brasil, as fossas rudimentares, definidas pela FUNASA (2015) como poços ou buracos escavados no solo, sem impermeabilização ou com impermeabilização parcial, onde é feita a disposição do esgoto bruto conduzido por veiculação hídrica, são comumente empregadas para o tratamento de esgoto devido à sua simplicidade, custo acessível e familiaridade popular. Apesar de serem consideradas por vezes precárias, essas fossas asseguram uma separação higiênica entre as pessoas e seus efluentes domésticos, sendo frequentemente a única opção viável quando outras tecnologias não estão disponíveis (FIGUEIREDO *et al.*, 2019).

Os autores Rossoni *et al.* (2020) e Sururi *et al.* (2023) destacam que a ausência de um sistema coletivo de esgotamento sanitário não elimina a possibilidade de tratamento adequado por meio da utilização de soluções localizadas que não apresentam grandes impactos ambientais e proporcionam maior flexibilidade técnica e base financeira adequada. Logo, a escolha da tecnologia mais apropriada para cada caso deve ser a que se apresenta mais economicamente acessível, ambientalmente sustentável e socialmente aceitável (MASSOUD; TARHINI; NASR, 2009; UNICEF; WHO, 2020; TAWEESSAN *et al.*, 2023).

2.2. Saneamento Básico em Santa Catarina

No Brasil, a recém reformada LDNSB define que saneamento básico consiste no conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007; VILARINHO; COUTO, 2023; OLIVEIRA, 2021).

Nesse aspecto, Santa Catarina apresenta uma contradição intrigante, uma vez que apresenta índice de cobertura de aproximadamente 90% para coleta de resíduos sólidos (SANTA CATARINA, 2018), abrangência da rede de água acima da média nacional, entretanto, na contramão dos demais índices, a abrangência de rede de esgotamento sanitário é uma das piores do país (PALUDO; BORBA, 2013).

Dentre as principais dificuldades para superar essa discrepância pode-se destacar a falta de recursos (HEINZ; MORENO; HEIN, 2020; TAWEESSAN *et al.*, 2023), a inviabilidade técnica, econômica ou política decorrentes da baixa densidade populacional de algumas cidades (TONETTI *et al.*, 2018b; GARCÍA-AVILA *et al.*, 2023b) e muitas vezes até mesmo a falta de informações para subsidiar os tomadores de decisão no âmbito municipal, visando o planejamento e a execução de ações para melhoria dos sistemas sanitários e

desenvolvimento de políticas públicas (DANTAS *et al.*, 2012; LEITE; ALVES, 2023; HEINZ *et al.*, 2020; UNICEF; WHO, 2020).

Isto posto, iniciaram-se as constituições de agências reguladoras de saneamento básico, fato este considerado um marco histórico no segmento de regulação e fiscalização dos serviços públicos que resultou em uma maior imparcialidade e independência decisória, visto que estes poderes pertenciam dantes à própria administração pública direta (HENNING; SCHMITT, 2015; VILARINHO; COUTO, 2023).

2.3. Reforma do Marco Legal do Saneamento Básico

A Lei Federal nº 11.445/2007 e seu Decreto regulamentador são considerados até hoje como o marco legal do saneamento básico, uma vez que representam um grande avanço tanto do ponto de vista jurídico quanto de tecnicidade para o setor de saneamento básico, portanto definiu regras objetivas voltadas à temas como planejamento, regulação e controle social, os quais recorrentemente são apontados como deficiências no setor. (OLIVEIRA, 2021).

No que tange o planejamento da prestação de serviços de saneamento, a LNDSB define a obrigação dos municípios de planejar suas ações no âmbito local por meio da elaboração do PMSB, estabelecendo tal planejamento e a regulação dada por uma entidade reguladora independente como condição de validade dos contratos que tivessem por objeto a prestação de serviços públicos de saneamento básico (OLIVEIRA, 2021; BORMA *et al.*, 2022).

A elaboração dos PMSBs proporcionou uma aproximação da sociedade com a questão sanitária, vinculando sua importância com a saúde e qualidade de vida, colocando-a em um nível prioritário e conseqüentemente passando a pressionar o poder público pela universalização do saneamento. Todavia, muitos municípios brasileiros nunca possuíram um quadro técnico voltado ao saneamento, logo os PMSBs acabavam cumprindo uma finalidade protocolar, sendo desenvolvidos por empresas que não conheciam profundamente a realidade do município, muitas vezes sinalizando projetos dissociados da capacidade de investimentos e que não amadureciam de forma a contar com a participação da sociedade local na sua construção (BORMA *et al.*, 2022).

Nesse cenário a Lei Federal nº 14.026/2020 foi promulgada, reformando a LNDSB e trazendo instrumentos que buscam atrair novos investimentos, um maior impulso ao setor privado e o estabelecimento de metas e prazos para a ampliação do acesso aos serviços de saneamento básico (atendimento de 99% da população com água potável e de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033) (LOCH, 2022).

Para que se alcance a meta de universalização do acesso ao saneamento proposta pela nova lei, é de suma importância que haja o equacionamento da situação dos pequenos municípios e comunidades isoladas, visto que esses territórios apresentam especificidades que os diferenciam consideravelmente dos núcleos mais densamente povoados, que contam com acesso aos serviços centralizados de saneamento, e portanto, necessitam de uma abordagem diferenciada para a implantação e operação de seus sistemas de saneamento básico (TONETTI *et al.*, 2018b)

Nesse sentido, cabe destacar que a ANA publicou a Resolução nº 106, de 04 de novembro de 2021, aprovando a Norma de Referência nº 2/2021, na qual consta em seu artigo 7º, parágrafo 2º, inciso II, a possibilidade de ser considerada prova de cumprimento de meta da universalização, nos aditivos contratuais, a utilização de “soluções individuais devidamente reguladas” na ausência de redes públicas (ANA, 2021).

É sabido que muitas vezes os sistemas locais são tidos como precários e inferiores a outras soluções disponíveis, contudo, se bem projetados, construídos e operados, são boas alternativas para preservar a saúde da população e manter a integridade ambiental dessas localidades (TONETTI *et al.*, 2018b). Por isso, Garrido *et al.* (2016) afirmam que a simples execução de obras de infraestrutura não é suficiente para que haja a garantia do atendimento de qualidade, uma vez que o acompanhamento técnico e a manutenção frequente são imprescindíveis para seu correto funcionamento.

É nesse cenário que se ressalta a importância de realizar um levantamento do atual panorama dos sistemas locais de tratamento de esgoto sanitário, subsidiando os gestores municipais para o planejamento e a execução de ações que permitam optar pelo sistema de esgotamento sanitário que melhor se adeque à realidade local e permita a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico.

3. Metodologia

3.1. Tipo de pesquisa

O estudo em questão foi categorizado como pesquisa exploratória-descritiva com base nos objetivos inicialmente delineados. Essa classificação, conforme Gil (2008), se deve ao caráter exploratório, que busca oferecer uma visão geral de um evento específico, e ao caráter descritivo, que se concentra nas características de um grupo determinado.

Quanto à técnica de coleta de dados, a pesquisa realizada foi classificada como documental. De acordo com Lakatos e Marconi (2003), a pesquisa documental consiste na coleta de dados em fontes primárias, como documentos pertencentes a arquivos públicos,

arquivos particulares de instituições e fontes estatísticas. Esse tipo de pesquisa é amplamente utilizado em pesquisas estritamente teóricas e naquelas em que o objetivo principal é o estudo de caso, uma vez que exigem na maioria dos casos, a coleta de documentos para análise.

Além disso, foram realizadas análises documentais em relatórios técnicos, artigos científicos, livros, dissertações e teses, tanto para embasar o referencial teórico quanto para a metodologia e os resultados da pesquisa.

A abordagem adotada foi quantitativa, conforme definido por Mattar (2001), implicando na validação de hipóteses por meio de dados estruturados e análise estatística. Nesse contexto, foram utilizados gráficos e tabelas para representar os resultados.

3.2. Base de dados

O desenvolvimento da pesquisa se deu por meio da análise dos "Diagnósticos da Situação Atual Sobre a Gestão do Esgotamento Sanitário" desenvolvidos pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) no contexto do projeto TRATASAN entre os anos de 2019 a 2023. Esses diagnósticos foram a principal fonte de dados para este estudo, os quais forneceram informações detalhadas sobre os sistemas locais de tratamento de esgoto em operação nos municípios com população inferior a 15 mil habitantes.

Para o desenvolvimento do diagnóstico, todos os domicílios integrantes da área urbana do município foram avaliados e cadastrados, por meio da aplicação de um questionário censitário específico. Com base no questionário foram identificadas as principais características físicas e técnicas dos equipamentos instalados e os principais procedimentos adotados quanto à sua manutenção (quando existentes).

O trabalho de aplicação do questionário foi realizado com a participação da Vigilância Sanitária e Secretaria de Saúde, com o apoio especial das agentes de saúde dos municípios. Num primeiro momento, a ARIS, por meio de sua equipe técnica, realizou uma capacitação para os agentes da prefeitura explicando como seria aplicado o questionário, posterior a este momento, foram realizadas as visitas in loco.

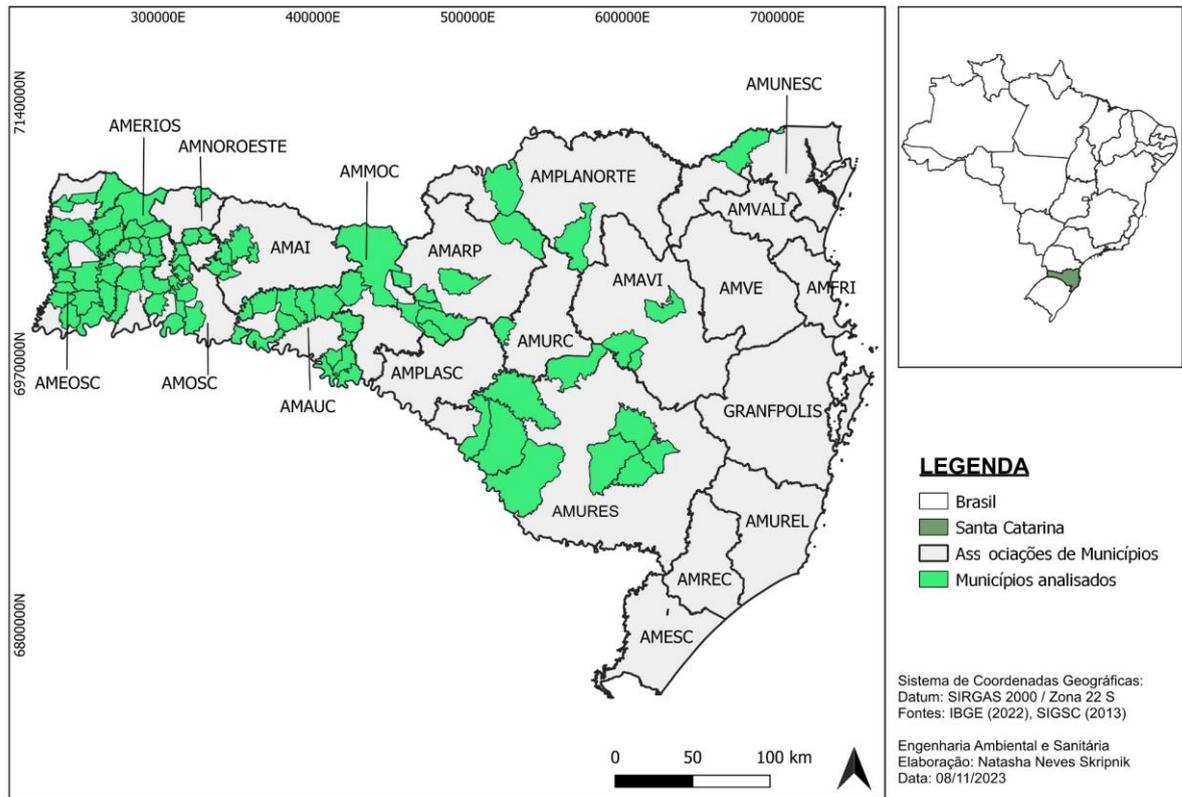
As perguntas que constam no questionário podem ser divididas em três blocos, onde o primeiro bloco consiste nas perguntas de cunho cadastral (ex.: nome, endereço, número de residentes), o segundo bloco consiste nas perguntas técnicas e operacionais do sistema existente (ex.: se o sistema é local, se existe caixa de gordura, se é realizada limpeza periódica, se a fossa é rudimentar) e o terceiro bloco representa as perguntas complementares (ex.: se possui tubulação de drenagem na rua, se possui poço, rio ou açude próximo, qual a distância, se tem espaço no terreno, se possui caixa de água e qual a capacidade).

O bloco de perguntas escolhido para análise neste trabalho foi o segundo, cujas perguntas foram conduzidas para caracterizar as unidades segundo as seguintes classificações: sistema rudimentar, sistema com tanque séptico, filtro anaeróbio, com lançamento em sumidouro, rede de drenagem pluvial ou vala de infiltração. Também foram consultados dados quanto a limpeza e manutenção dos equipamentos e a utilização de caixa de gordura para esgoto oriundo da cozinha.

O universo desta pesquisa compreendeu 87 municípios de Santa Catarina que se enquadram nos critérios populacionais estabelecidos e que possuem o relatório "Diagnósticos da Situação Atual Sobre a Gestão do Esgotamento Sanitário" concluído ou em fase de finalização.

Todos os municípios de Santa Catarina estão distribuídos de forma regionalizada em associações de municípios, cujo objetivo é a integração administrativa, econômica e social dos municípios que as compõem. Os 87 municípios analisados nesse trabalho estão distribuídos em 13 associações de municípios, quais sejam: Associação dos Municípios do Noroeste de Santa Catarina (AMNOROESTE), Associação dos Municípios do Alto Irani (AMAI), Associação dos Municípios do Planalto Norte Catarinense (AMPLANORTE), Associação dos Municípios do Oeste de Santa Catarina (AMOSC), Associação dos Municípios da Região do Contestado (AMURC), Associação de Municípios do Nordeste de Santa Catarina (AMUNESC), Associação dos Municípios do Entre Rios (AMERIOS), Associação dos Municípios do Alto Vale do Rio do Peixe (AMARP), Associação dos Municípios do Alto Vale do Itajaí (AMAVI), Associação dos Municípios do Extremo Oeste de Santa Catarina (AMEOSC), Associação dos Municípios do Meio Oeste Catarinense (AMMOC), Associação dos Municípios do Alto Uruguai Catarinense (AMAUC) e Associação dos Municípios da Região Serrana (AMURES). A Figura 1 demonstra a distribuição geográfica dos 87 municípios e suas respectivas associações municipais.

Figura 1. Mapa dos municípios analisados enquadrados nas respectivas associações.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Para tornar a visualização das informações mais simplificada e intuitiva, optou-se por apresentar os gráficos com a comparação de resultados entre associações de municípios, e estes comparados com a média estadual.

Além da análise das respostas dos questionários, fontes de dados secundários foram utilizadas, com a finalidade de comparação dos resultados obtidos. Para isso, foram comparados os resultados individuais de cada município com os resultados do diagnóstico de 2021 disponibilizado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Foram analisados também dados sobre esgotamento sanitário de 2017 obtidos no Atlas Esgoto, documento elaborado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

As informações retiradas do Diagnóstico de Água e Esgoto elaborado pelo SNIS e do Atlas Esgotos, foram acessadas em seus sistemas de informações públicos, disponíveis em sítio eletrônico oficial, onde foi possível encontrar todos os dados por meio de planilhas e gráficos interativos a respeito da situação dos sistemas de esgotamento sanitário do país.

3.3. Tratamento dos dados

Inicialmente, todas as informações contidas nos diagnósticos foram padronizadas para garantir consistência e comparabilidade. Isso incluiu a definição de categorias padronizadas para os diferentes tipos de sistemas locais, bem como a uniformização de terminologias.

Em seguida, os dados foram analisados e selecionados com base em sua relevância e representatividade. Serão considerados critérios como a eficiência do sistema, a localização geográfica, e a conformidade com regulamentações ambientais.

Cabe ressaltar que todos os dados utilizados neste estudo foram tratados com estrita confidencialidade. Não foram divulgadas informações que possam identificar indivíduos específicos. O estudo foi conduzido de acordo com os princípios éticos e normas de privacidade.

3.4. Elaboração do painel

Após a seleção dos dados mais relevantes, um painel foi construído para compilar e facilitar a visualização das informações de forma didática. O painel foi desenvolvido utilizando a ferramenta de visualização de dados em formato dashboard, PowerBI, permitindo a criação de gráficos, tabelas e mapas interativos, objetivando uma compreensão clara e acessível do panorama dos sistemas locais de tratamento de esgoto em Santa Catarina.

Além da apresentação visual, análises estatísticas foram conduzidas para identificar padrões, tendências e correlações nos dados. Médias foram calculadas para fornecer uma compreensão quantitativa dos sistemas locais de tratamento de esgoto no estado.

O painel elaborado permite que sejam realizadas tanto análises individuais de municípios, como análises em escalas regionalizadas, como é o caso das associações de municípios e micro e mesorregiões definidas pelo IBGE. Comparações podem ser feitas, tanto entre associações como entre municípios isolados, comparando seus resultados com a média estadual.

4. Resultados e Discussão

4.1. Panorama dos sistemas locais de tratamento de esgoto sanitário em SC

Para o desenvolvimento dos 87 relatórios de "Diagnóstico da Situação Atual Sobre a Gestão do Esgotamento Sanitário" produzidos pela ARIS, foram aplicados um total de 60.816 questionários. De todas as perguntas que compõem o questionário, será dada maior

ênfase às perguntas do segundo bloco, as quais consistem nos dados operacionais e técnicos dos sistemas locais existentes.

Os 87 municípios analisados e suas respectivas associações estão detalhados na Tabela 1.

Tabela 1. Relação de municípios analisados e respectivas associações.

Associação	Município	Associação	Município
AMAI	Entre Rios	AMERIOS	Romelândia
	Ipuacu		Saltinho
	Bom Jesus		Santa Terezinha do Progresso
	Laieado Grande		São Miguel da Boa Vista
	Marema		Saudades
AMARP	Ibiam	AMMOC	Tigrinhos
	Pinheiro Preto		Água Doce
	Rio das Antas		Ibicaré
	Salto Veloso		Vargem Bonita
	Timbó Grande		Jupiaá
AMAUC	Iomerê	AMNOROESTE	Águas Frias
	Tançarã		Arvoredo
	Alto Bela Vista		Caxambu do Sul
	Arabutã		Formosa do Sul
	Ipira		Guatambu
	Ioumirim		Jardinópolis
	Irani		Nova Erechim
	Itá		Nova Itaberaba
	Jaborá		Paial
	Lindóia do Sul		Planalto Alegre
	Peritiba		Santiago do Sul
	Piratuba		São Carlos
	Presidente Castello Branco		Serra Alta
Xavantina	União do Oeste		
AMAVI	Braco do Trombudo	AMPLANORTE	Irineópolis
	Pouso Redondo	AMUNESC	Monte Castelo
	Presidente Getúlio		Campo Alegre
AMEOSC	Anchieta	AMURC	Frei Rogério
	Bandeirante	AMURES	Bocaina do Sul
	Barra Bonita		Campo Belo do Sul
	Belmonte		Capão Alto
	Descanso		Cerro Negro
	Guaraciaba		Painel
	Guaruiá do Sul		Ponte Alta
	Iporã do Oeste		Rio Rufino
	Mondai		São José do Cerrito
	Palma Sola		Urupema
	Paraíso		
	Princesa		
	Santa Helena		
	São João do Oeste		
	Tunápolis		
Bom Jesus do Oeste			
AMERIOS	Caibi		
	Campo Frê		
	Cunha Porã		
	Flor do Sertão		
	Iraceminha		
	Modelo		
	Riqueza		

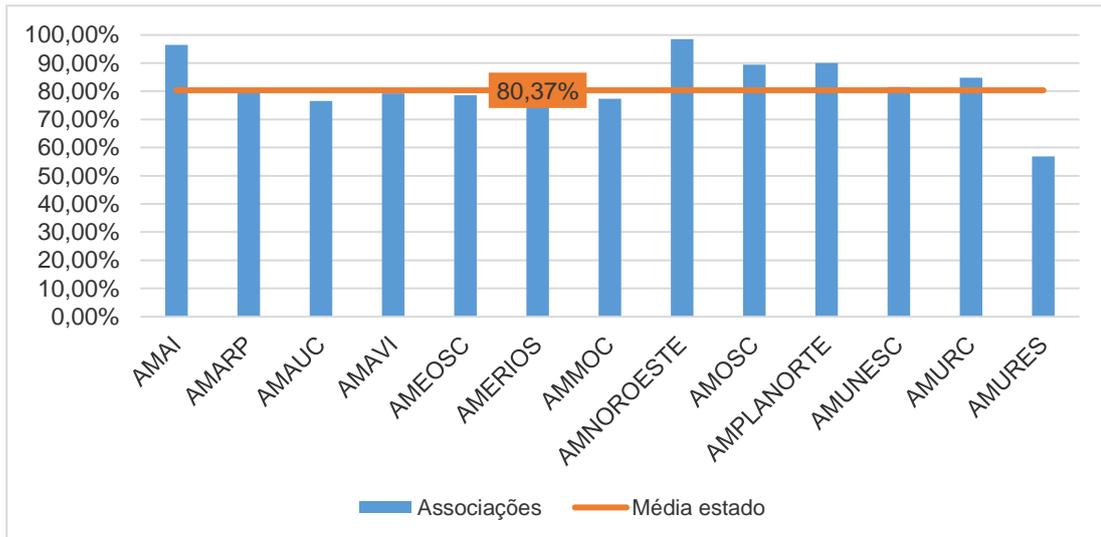
Fonte: Elaboração própria (2023).

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos no desenvolvimento do presente trabalho.

4.1.1. Comparação entre associações de municípios

O primeiro item a ser abordado é o percentual de residências que possuem sistema local de tratamento de seus esgotos, conforme observa-se na Figura 2.

Figura 2. Percentual de unidades que possuem sistema local de tratamento de esgoto.



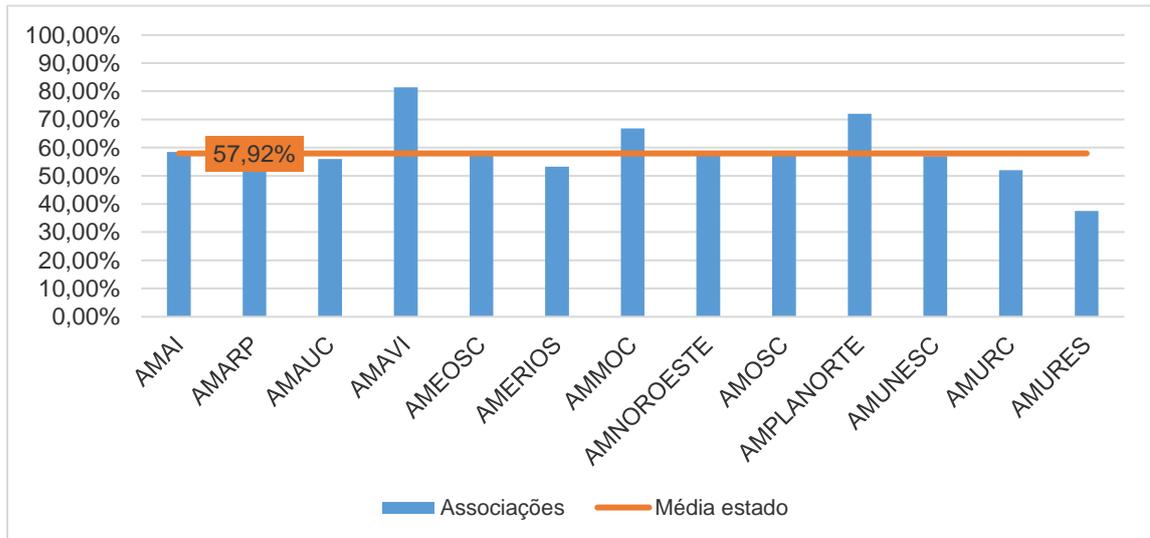
Fonte: ARIS (2019 - 2023).

De acordo com a Figura 2, as associações de municípios AMNOROESTE, AMAI, AMPLANORTE, AMOSC, AMURC, AMUNESC E AMERIOS estão com valores acima da média do estado, que é de 80,37%, onde os maiores índices se encontram nas associações AMNOROESTE e AMAI, com 98,44% e 96,50% de atendimento por sistemas locais, respectivamente. O índice mais baixo encontra-se na associação AMURES, com 56,84% de tratamento de esgoto por sistemas locais.

Comparando-se os resultados das associações municipais do estado de Santa Catarina com a média nacional de 12%, conforme dados do SNIS (2021) e ANA (2022), destaca-se a ampla utilização desse tipo de tratamento pelos catarinenses.

O segundo item a ser analisado é quanto à existência de pré-tratamento com caixas de gordura para o esgoto proveniente de cozinhas, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3. Percentual de unidades que apresentam pré-tratamento do esgoto com caixa de gordura.



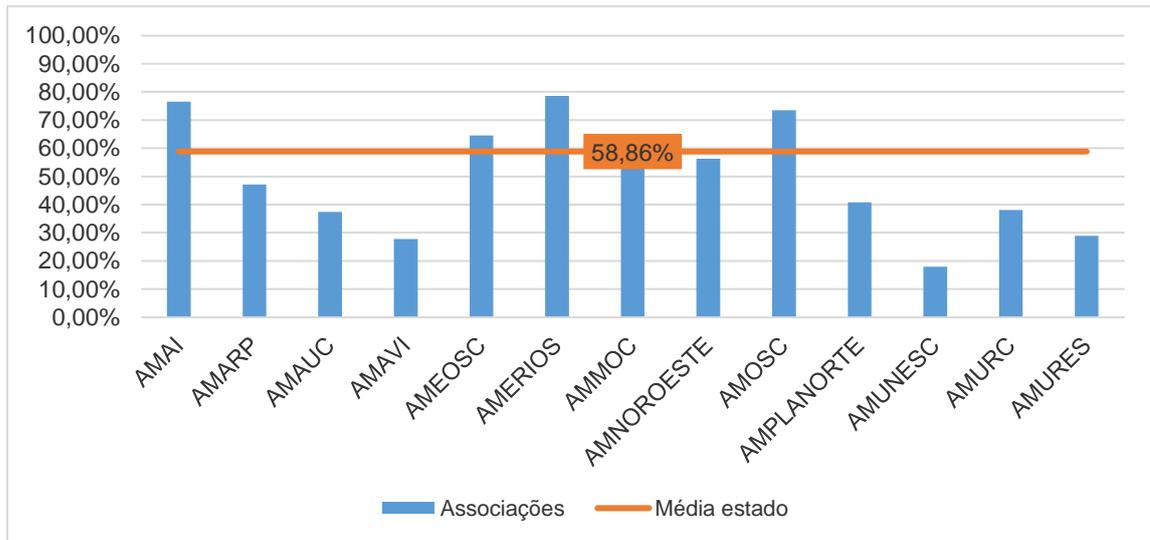
Fonte: ARIS (2019 - 2023).

Conforme observa-se na Figura 3, as associações de municípios AMAVI, AMPLANORTE, AMMOC, AMEOSC, AMAI e AMOSC apresentaram percentuais acima da média do estado, que é de 57,92%, onde os maiores índices se encontram nas associações AMAVI e AMPLANORTE, com 81,44% e 71,99% de existência de pré-tratamento com caixa de gordura, respectivamente. O resultado mais baixo encontra-se na associação AMURES, com 37,47% de existência de pré-tratamento com caixa de gordura.

Cabe ressaltar que a ABNT NBR 8160:1999 recomenda o uso de caixas de gordura quando os efluentes contiverem resíduos gordurosos, e define que quando seu uso não for exigido pela autoridade pública competente, a sua adoção fica à critério do projetista (ABNT, 1999).

O terceiro item a ser abordado é quanto à existência de fossa rudimentar para tratamento do esgoto sanitário. Os resultados estão dispostos na Figura 4.

Figura 4. Percentual de unidades que possuem tratamento do esgoto sanitário por fossas rudimentares.



Fonte: ARIS (2019 - 2023).

Pode-se observar na Figura 4, que as associações de municípios AMERIOS, AMAI, AMOSC e AMEOSC apresentaram percentuais de fossas rudimentares acima da média do estado, que é de 58,86%, onde os maiores índices se encontram nas associações AMERIOS, AMAI e AMOSC, com 78,53%, 76,60% e 73,50% de existência de fossas rudimentares, respectivamente. O resultado mais baixo encontra-se na associação AMUNESC, com 17,97%.

Apesar de serem originalmente consideradas como uma solução inadequada de tratamento do esgoto sanitário (PLANSAB, 2019), as fossas rudimentares são muito empregadas no meio rural e zonas suburbanas.

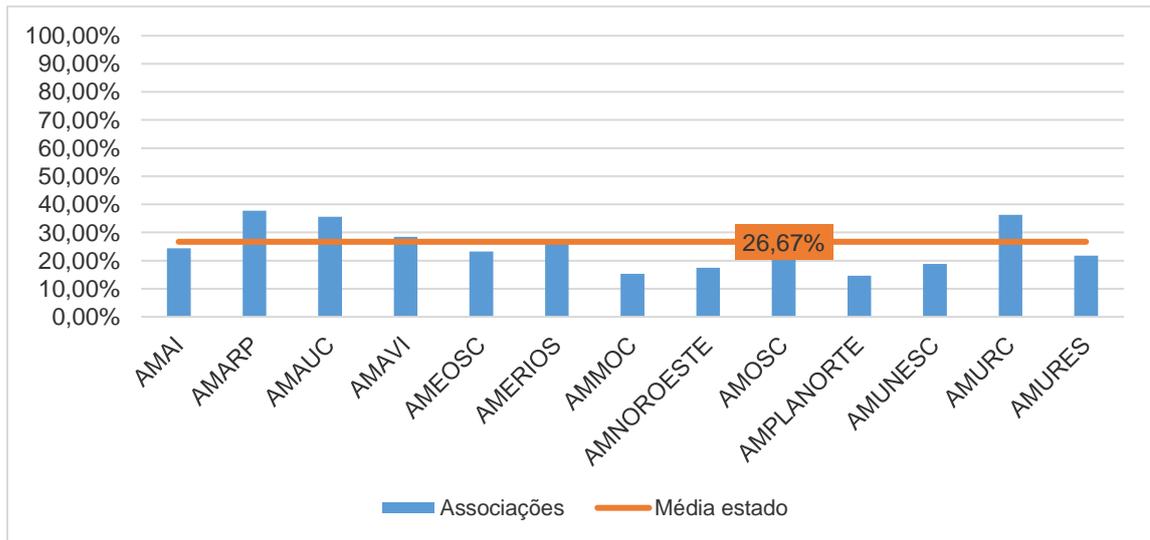
As normas brasileiras para projetos de tratamento de esgoto em áreas rurais ou isoladas (NBR 7229, 1993 e NBR 13969, 1997) indicam a adoção de um tanque séptico seguido de pós-tratamento em todos os casos, logo, frequentemente, as fossas absorventes são construídas empiricamente, sem projeto ou avaliação das condições locais. Construtivamente, são semelhantes aos sumidouros, mas estes são projetados para o pós-tratamento do efluente de tanques sépticos (FIGUEIREDO *et al.*, 2019).

De acordo com Funasa (2019), quando presentes em solo com características favoráveis e com distância mínima do lençol freático, essa solução mais econômica pode resolver satisfatoriamente aspectos de saúde pública, entretanto, deve-se atentar para seu risco aumentado de colmatção do solo, que proporciona a diminuição da capacidade de infiltração no solo.

De acordo com Figueiredo *et al.* (2019) os impactos que as fossas rudimentares podem causar ao ambiente se equiparam aos impactos de tanques sépticos, principalmente

se não receberem manutenção ou forem instalados em locais inadequados. Por fim, o quarto item a ser analisado é sobre a realização de limpeza periódica do sistema local de tratamento de esgoto sanitário, conforme demonstra a Figura 5.

Figura 5. Percentual de unidades que realizam limpeza periódica do sistema local de tratamento de esgoto sanitário.



Fonte: ARIS (2019 - 2023).

Conforme a Figura 5, pode-se concluir que as associações de municípios AMARP, AMURC, AMAUC e AMAVI apresentaram percentuais de unidades que realizam limpeza periódica dos sistemas acima da média do estado, que é de 26,67%, onde os maiores índices se encontram nas associações AMARP, AMURC e AMAUC, com 37,74%, 36,31% e 35,64%, respectivamente. Os resultados mais baixos encontram-se nas associações AMUNESC, AMNOROESTE, AMMOC e AMPLANORTE, com 18,83%, 17,46%, 15,31% e 14,68%, respectivamente.

Considerando o baixo índice de sistemas nos quais são realizadas limpezas periódicas, é provável que o material não seja removido do tanque séptico, resultando no funcionamento do reator apenas como uma passagem para o esgoto. Uma prática comum é o descarte em corpos d'água ou no solo, o que pode causar impactos ambientais e à saúde humana (TONETTI *et al.*, 2018a)

Ao se tratar da limpeza periódica, entende-se por realizar a limpeza dentro do intervalo de tempo adotado em projeto conforme a NBR nº 7.229 (ABNT, 1993). É importante que se respeite esse tempo determinado para que se tenha assim uma maior eficiência no tratamento e redução na frequência de manutenção.

Em sistemas não projetados, como fossas rudimentares, a necessidade de remover o lodo periodicamente de fossas rudimentares ainda não está completamente esclarecida,

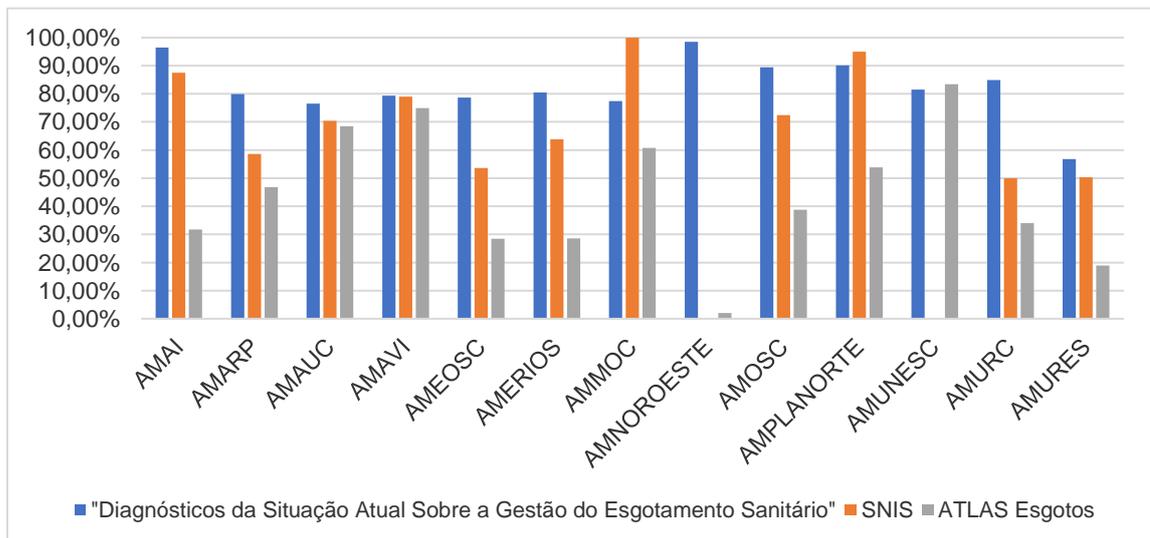
incluindo a frequência, os procedimentos de limpeza e destinação do conteúdo, entretanto, observa-se que a realização de limpeza periódica destes sistemas tenderia a reduzir a possibilidade de obstrução devido ao acúmulo mais rápido de sólidos em suspensão, matéria orgânica dissolvida e lodo digerido. (FIGUEIREDO et al., 2019).

4.1.2. Comparação entre diferentes fontes de dados

As soluções individuais foram alvo nos estudos realizados pelo SNIS (2021), ATLAS Esgotos (2017) e "Diagnósticos da Situação Atual Sobre a Gestão do Esgotamento Sanitário" (2019 - 2023), onde foram abordadas informações a respeito dos serviços de esgotamento sanitário prestados. É relevante analisar esses dados, uma vez que as soluções individuais são comuns em Santa Catarina, especialmente em cidades com menos de 15 mil habitantes. Essa comparação permite, além de obter uma compreensão realista sobre o uso de soluções individuais para o tratamento de esgoto na região, uma análise sobre a comparabilidade de dados de fonte primária e secundária.

A Figura 6 apresenta os percentuais de cada município referente aos três estudos pesquisados.

Figura 6. Comparação entre diferentes fontes de dados para o percentual de sistemas locais de tratamento de esgoto sanitário.



Fonte: ARIS (2019 - 2023); SNIS (2021); ATLAS Esgotos (2017).

Ao analisar a Figura 6, percebe-se grande variação entre as diferentes fontes de informação. No caso do ATLAS Esgotos (2017), somente no caso da associação AMUNESC o resultado do percentual de sistemas locais de tratamento de esgoto superou o resultado das demais fontes, em todos os outros casos o resultado do ATLAS foi inferior. Isso

possivelmente se deve à desatualização dos dados desta fonte, que foram levantados em 2017. A maior discrepância é percebida no caso da associação AMNOROESTE, saindo de 98,44% no resultado dos "Diagnósticos da Situação Atual Sobre a Gestão do Esgotamento Sanitário" para 2,11% no ATLAS Esgotos.

As associações AMNOROESTE e AMUNESC não possuem informações no SNIS (2021). Numa média geral, percebe-se que as associações que apresentaram menor divergência entre as fontes de informação foram a AMAVI (79,29% no diagnóstico, 79% no SNIS e 74,95% no ATLAS Esgotos) e AMAUC (76,52% no diagnóstico, 70,43% no SNIS e 68,51% no ATLAS Esgotos).

As discrepâncias nos resultados dos estudos mencionados podem ser atribuídas principalmente às diferentes metodologias de coleta de dados. Enquanto as pesquisas do SNIS envolvem questionários preenchidos por funcionários das prefeituras, os "Diagnósticos da Situação Atual Sobre a Gestão do Esgotamento Sanitário" são respondidos pelos próprios moradores em suas residências. Já o ATLAS Esgotos utiliza visitas técnicas em várias entidades e municípios, e quando não é possível, recorre a dados do IBGE e SNIS.

4.1.3. Painel

O painel elaborado pode ser acessado por meio do link: ([Painel interativo](#)).

Um manual de orientação de uso do painel foi elaborado para proporcionar um melhor entendimento do seu funcionamento e das informações que podem ser obtidas por meio de sua análise. O manual elaborado consta no Anexo I deste trabalho.

Além dos gráficos já apresentados, o painel ainda possibilita a análise de outras informações como:

- Média de pessoas por edificação;
- Percentual de sistemas locais aprovados pelo município;
- Idade média do sistema de esgoto;
- Qual a frequência da limpeza periódica;
- Percentual de sistemas locais que já apresentaram problemas;
- Percentual de sistemas locais que possuem tanque séptico;
- Percentual de sistemas locais que possuem filtro anaeróbio;
- Percentual de sistemas locais que possuem sumidouro;
- Percentual de sistemas locais que possuem vala de filtração;
- Percentual de sistemas locais que possuem vala de infiltração;
- Percentual de sistemas locais que possuem tanque clorador;

- Percentual de sistemas locais que colocam mensalmente pastilha de cloro no tanque clorador.

Todos os dados podem ser filtrados por município, por associação ou por meso e microrregião do IBGE. O intuito do painel é que ele possa ser disponibilizado para consulta de municípios e gestores municipais para que as informações apresentadas sirvam de subsídio para planejar e implementar medidas que possam aperfeiçoar os sistemas de saneamento e preservar a qualidade do ambiente.

5. Considerações Finais

Com base no trabalho apresentado, fica evidenciado que os sistemas locais de tratamento de esgoto sanitário podem ser considerados como uma alternativa viável para os municípios de pequeno porte cumprirem com a universalização dos serviços de saneamento básico prevista tanto na Lei 11.445/2007, quanto no ODS nº 6.2.

Da análise dos resultados extrai-se que:

- Apesar da média estadual de sistemas locais ser elevada nos municípios analisados, uma parcela significativa apresentou elevados índices de situações que podem estar diretamente relacionados com irregularidades como a existência de pré-tratamento com caixas de gordura e a existência de fossas rudimentares.
- Nos municípios analisados, o resultado para unidades que realizam limpeza periódica do sistema local foi significativamente abaixo do que seria adequado, levando a uma menor eficiência do sistema de tratamento e uma maior propensão à poluição ambiental.
- A identificação de situações potencialmente poluidoras ressalta a necessidade urgente de intervenções e planejamento adequado. A falta de tratamento adequado de esgoto representa não apenas um risco para a saúde pública, mas também para o meio ambiente.
- A comparação entre diferentes fontes de dados, incluindo os “Diagnósticos da Situação Atual Sobre a Gestão do Esgotamento Sanitário”, o Atlas Esgotos e o SNIS, revelou discrepâncias significativas nos resultados. Isso destaca a importância de considerar as metodologias de coleta de dados ao interpretar os resultados. A confiabilidade das informações é crucial para a formulação de estratégias eficazes de saneamento básico.
- A criação do painel interativo usando a ferramenta PowerBI emerge como uma ferramenta valiosa para os gestores municipais. Ele não apenas apresenta dados de forma acessível, mas também permite análises personalizadas. Disponibilizar esse recurso

aos tomadores de decisão pode promover uma compreensão mais profunda dos desafios específicos enfrentados por cada município, facilitando a implementação de medidas direcionadas.

Diante das conclusões apresentadas, fica evidente que o saneamento básico continua sendo um desafio significativo em muitos municípios de Santa Catarina. A falta de cobertura adequada de sistemas de tratamento de esgoto representa uma preocupação para a saúde pública, o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável das comunidades locais. Portanto, é imperativo que os gestores municipais implementem estratégias eficazes de saneamento, promovendo a expansão dos sistemas de tratamento adequados e a regularização dos sistemas existentes.

Além disso, a contínua coleta de dados precisa ser realizada de maneira consistente e confiável. A atualização regular das informações e a colaboração entre as diversas fontes de dados são essenciais para monitorar o progresso, identificar lacunas e orientar intervenções futuras. Por fim, o presente trabalho proporcionou uma análise profunda e abrangente da situação atual, demonstrando a variedade e os desafios enfrentados por esses sistemas nos municípios do estado, proporcionando uma compreensão mais clara e abrangente do cenário do saneamento básico na região.

Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ARIS. **Projeto TRATASAN**: gestão de soluções individuais descentralizadas como alternativa na impossibilidade técnica e financeira de implantação de sistemas convencionais de rede coletora e estações de tratamento de esgotamento sanitário. 2017.

ARIS. **Protocolo de intenções**: anexo do contrato de consórcio público, datado de 29 de janeiro de 2010, publicado na edição nº 424, pág. 597, do diário oficial dos municípios - DOM/SC. 2010. Atualizado pela Assembleia Geral da ARIS em 04 de agosto de 2022. Disponível em: https://www.aris.sc.gov.br/uploads/legislacao/7980/CZWe-V02mpR0k9cXvyqbyy_3B2dx39rh.pdf. Acesso em: 08 nov. 2022.

BORATTO, Débora Carvalho *et al.* Wetlands construídos empregados no tratamento de esgoto sob o contexto do saneamento de baixo carbono. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [S.L.], v. 12, n. 7, p. 390-405, 15 jul. 2021. Companhia Brasileira de Produção Científica. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2021.007.0035>.

BORMA, Vera de Simone *et al.* Contexto Histórico Brasileiro do Saneamento Básico - Planasa, Plansab, Pnsb e Lei Nº 14.026/2020. In: Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas (org.). **Artigos**: novo marco do saneamento básico. Florianópolis: Ibraop, 2022. p. 0-230.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Esgotos**: despoluição de Bacias Hidrográficas. ANA: Brasília, 2017. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Atlas Esgotos**: despoluição das bacias hidrográficas. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: 07 out. 2022.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Resolução ANA nº 106 de 4 de novembro de 2021**. Aprova a Norma de Referência ANA nº 2, para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico, que dispõe sobre a padronização dos aditivos aos Contratos de Programa e de Concessão, para prestação de serviços de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário, para incorporação das metas previstas no Art. 11-B da Lei nº 11.445/2007, modificada pela Lei nº 14.026/2020. Brasília, DF.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Ministério da Saúde. **Manual de Saneamento**. 4. ed. Brasília: Funasa, 2015.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Ministério da Saúde. **Manual de Saneamento**. 5. ed. Brasília: Funasa, 2019.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (Funasa). Ministério da Saúde. **Cartilha Wetlands construídos aplicados no tratamento de esgoto sanitário**: recomendações para implantação e boas práticas de operação e manutenção. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. 56 p.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Diário Oficial [da] União - DOU**. Brasília, DF, 5 jan 2007.

BRASIL. Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] União - DOU**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011**. In: Resoluções, 2011.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB)**. Brasília, 2019.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2020**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA)/Ministério das Cidades, 218 p, 2021.

DANTAS, Felipe von Atzingen *et al.* Uma análise da situação do saneamento no Brasil. **FACEP Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão**, v. 15, n. 3, p. 272-284, set/out/nov/dez 2012.

FIGUEIREDO, Isabel Campos Salles *et al.* Fossa absorvente ou rudimentar aplicada ao saneamento rural: solução adequada ou alternativa precária?. **Revista Dae**, [S.L.], v. 67, n. 220, p. 87-99, 2019. Revista DAE. <http://dx.doi.org/10.4322/dae.2019.057>.

GARCÍA-ÁVILA, Fernando *et al.* Domestic wastewater treatment at the single-family level using a septic tank and constructed wetland system: a scientometric and systematic analysis. **Arpn Journal Of Engineering And Applied Sciences**, [S.L.], p. 1573-1584, 13 set. 2023a. Asian Research Publishing Network. <http://dx.doi.org/10.59018/0723197>.

GARCÍA-AVILA, Fernando *et al.* Evaluation of on-Site Sanitation Systems: efficiency of baffled septic tanks. **Journal Of Engineering Science And Technology Review**, [S.L.], v. 16, n. 3, p. 117-122, 2023b. International Hellenic University. <http://dx.doi.org/10.25103/jestr.163.15>.

GARRIDO, Juliana *et al.* **Estudo de modelos de gestão de serviços de abastecimento de água no meio rural no Brasil: Parte I**. Brasília: Banco Mundial, 2016. 112 p. (Série Água Brasil #13). Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/378901479099282672/pdf/Parte-I.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

HEINZ, Douglas *et al.* O saneamento básico nos municípios de Santa Catarina: uma análise cluster. **Colóquio - Revista do Desenvolvimento Regional**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 1-15, 30 dez. 2020. Colóquio Revista do Desenvolvimento Regional. <http://dx.doi.org/10.26767/coloquio.v18i1.1888>.

HEINZ, Douglas; MORENO, Gleice Carvalho de Lima; HEIN, Nelson. O saneamento básico nos municípios de Santa Catarina: uma análise cluster. **Colóquio - Revista do Desenvolvimento Regional**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 1-15, 30 dez. 2020. Colóquio Revista do Desenvolvimento Regional. <http://dx.doi.org/10.26767/coloquio.v18i1.1888>.

HENNING, Luciano Gabriel; SCHMITT, Vanessa Fernanda. **Agências Reguladoras dos Serviços Públicos de Saneamento Básico**: estruturação sob a forma de consórcios públicos e legitimidade para firmar termos de ajustamento de conduta. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO - 3ª EXPOABAR, 2015, Brasília. 2015. p. 437-446.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2021**. Rio de Janeiro, 2021.

LEITE, Francisco Fernando Pinheiro; ALVES, Larissa da Silva Ferreira. GESTÃO TRIPARTITE DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL. **Perspectivas em Políticas Públicas**, [S.L.], v. 16, n. 31, p. 203-224, 30 jun. 2023. Editora UEMG - EdUEMG. <http://dx.doi.org/10.36704/ppp.v16i31.7605>.

LOCH, Rogério. Em Busca da Universalização do Acesso ao Saneamento Básico. In: Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas (org.). **Artigos**: novo marco do saneamento básico. Florianópolis: Ibraop, 2022. p. 0-230.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311 p.

MASSOUD, May A.; TARHINI, Akram; NASR, Joumana A.. Decentralized approaches to wastewater treatment and management: applicability in developing countries. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 90, n. 1, p. 652-659, jan. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.07.001>.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MCCONVILLE, Jennifer R. *et al.* Infrastructure investments and operating costs for fecal sludge and sewage treatment systems in Kampala, Uganda. **Urban Water Journal**, [S.L.], v. 16, n. 8, p. 584-593, 14 set. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/1573062x.2019.1700290>.

OLIVEIRA, Carlos Roberto de. **Novo marco regulatório para o saneamento básico**: estratégias para definição, capacitação e acompanhamento das normas de referência emitidas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA. 2021. 126 f. Edital Enap Nº 125/2020 – Área Temática: I - Propostas de Mudanças Regulatórias Que Não Envolvem Orçamento, Projeto Cátedras Brasil, Escola Nacional de Administração Pública (Enap), Brasília, 2021.

PALUDO, José Roberto; BORBA, Julian. Abastecimento de água e esgotamento sanitário: estudo comparado de modelos de gestão em Santa Catarina. **Ambiente & Sociedade**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 59-78, mar. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1414-753x2013000100005>.

PHILIPPI JUNIOR, Arlindo. **Saneamento, saúde e ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. 2. ed. Barueri: Manole, 2018. (Coleção Ambiental; v.23).

ROSSONI, Hygor Aristides Victor *et al.* Aspectos socioeconômicos e de desenvolvimento humano municipal determinantes na ausência de prestadores de serviços de esgotamento sanitário no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 25, n. 2, p. 393-402, mar. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522020183887>.

SANTA CATARINA. **Plano estadual de resíduos sólidos de Santa Catarina**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, Diretoria de Saneamento e Meio Ambiente. Florianópolis: SDS, 2018.

SANTIAGO, Aníbal da Fonseca. **Sistema condominial de coleta de esgoto e tratamento em decanto-digestor seguido de alagados construídos**. Estudo de caso: município de Nova

Redenção-BA. 2008. Dissertação (mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

SURURI, Mohamad Rangga *et al.* Performance evaluation of domestic waste water treatment system in urban Indonesia. **Case Studies In Chemical And Environmental Engineering**, [S.L.], v. 8, p. 100507, dez. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100507>.

TONETTI, Adriano Luiz *et al.* Alternativas para o gerenciamento de lodo de sistemas descentralizados de tratamento de esgotos de áreas rurais. **Labor e Engenho**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 145-152, 31 mar. 2018a. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/labore.v12i1.8649680>.

TONETTI, Adriano Luiz *et al.* **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções**. Campinas: Biblioteca Unicamp, 2018b. 153 p.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki; ALEM SOBRINHO, Pedro. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. v. 1. 548p.

UNICEF. **Global and Regional Costs of Achieving Universal Access to Sanitation to Meet SDG Target 6.2**. 2020. Disponível em: <https://www.unicef.org/media/90806/file/WashReports-CostsOfSanitation.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2023.

UNICEF; WHO. **State of the world's sanitation: An urgent call to transform sanitation for better health, environments, economies and societies**. 2020. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/336688/9789240014473-eng.pdf?sequence=1>. Acesso em: 06 nov. 2023.

VILARINHO, Cíntia Maria Ribeiro; COUTO, Eduardo de Aguiar do. Saneamento básico e regulação no Brasil: desvendando o passado para moldar o futuro. **Revista Digital de Direito Administrativo**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 233-257, 1 ago. 2023. Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2319-0558.v10i2p233-257>.

VILLARÍN, María C.; MEREL, Sylvain. Paradigm shifts and current challenges in wastewater management. **Journal Of Hazardous Materials**, [S.L.], v. 390, p. 122139, maio 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122139>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) AND UN-HABITAT. **Progress on Safe Treatment and Use of Wastewater: piloting the monitoring methodology and initial findings for SDG indicator 6.3.1**. Geneva. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION-WHO AND THE UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND-UNICEF (2021). **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: five years into the SDGs**. Geneva. 2021.

Anexo I

Manual de uso do painel interativo

O painel interativo está dividido em quatro módulos. O primeiro módulo faz uma síntese geral de todos os dados obtidos por meio dos questionários. Nesse item constam informações de:

- percentual de sistemas do município que são locais;
- percentual que realiza limpeza periódica;
- percentual de sistemas aprovados pela prefeitura;
- idade média do sistema de esgoto;
- percentual de sistemas que possuem caixa de gordura;
- média de pessoas por edificação;
- número de questionários aplicados;
- quantidade de municípios que foram analisados;
- distribuição geográfica dos municípios analisados, com coloração variando conforme os percentuais mais altos ou baixos de sistemas locais;
- cidades atendidas pelo projeto TRATASAN;
- frequência de limpeza programada do sistema local;
- percentual de sistemas locais que já apresentaram problemas.

Este módulo possibilita o filtro por município, por associação de municípios, por meso região e micro região do IBGE.

Panorama da utilização de sistemas locais para tratamento de esgoto sanitário em Santa Catarina

SÍNTESE

SISTEMAS LOCAIS PARA TRATAMENTO DE ESGOTO

COMPARAÇÃO ASSOCIAÇÕES DE MUNICÍPIOS

COMPARAÇÃO FONTE DE DADOS

Município

Associação

Meso Região IBGE

Micro Região do IBGE

Todos

Todos

Todos

Todos

Municípios que participaram

Participação dos Municípios

Questionários aplicados

Média de pessoas nas edificações

Sistemas locais para tratamento de esgoto

Limpeza periódica do sistema local

Sistema de Tratamento local foi aprovado pelo município

Idade média do Sistema de esgoto

Possui caixa de gordura

87

29,49%

60.816

2,25

80,37%

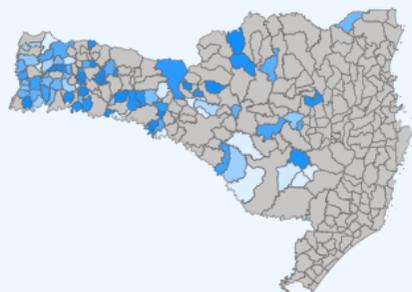
26,67%

53,23%

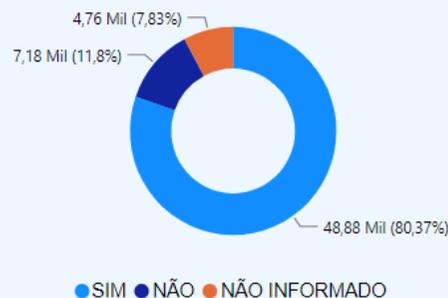
13,17

57,92%

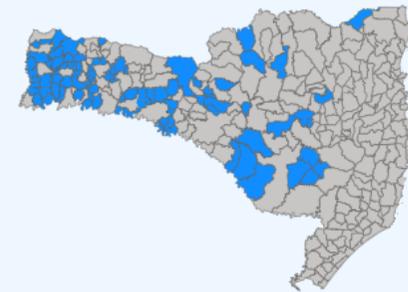
Percentual de atendimento por sistema de tratamento local



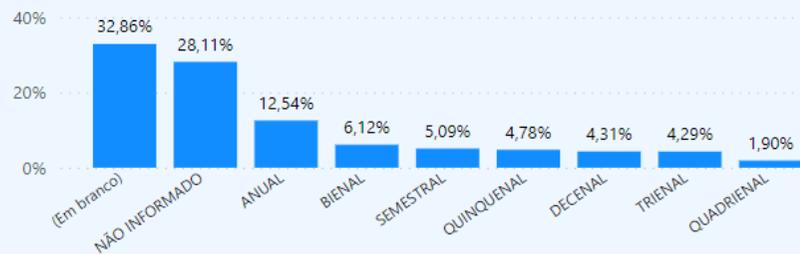
Sistema de tratamento é local?



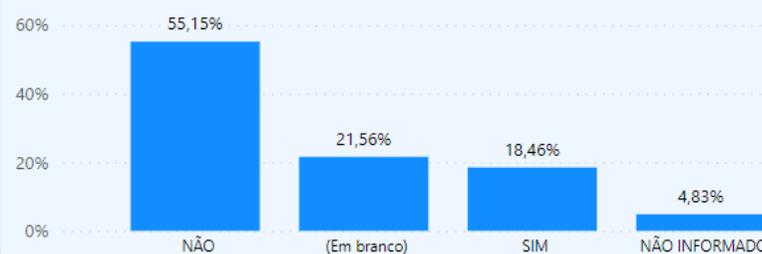
Cidades Atendidas pelo programa



Qual a frequência da limpeza?



O sistema de esgotamento local já apresentou problemas?

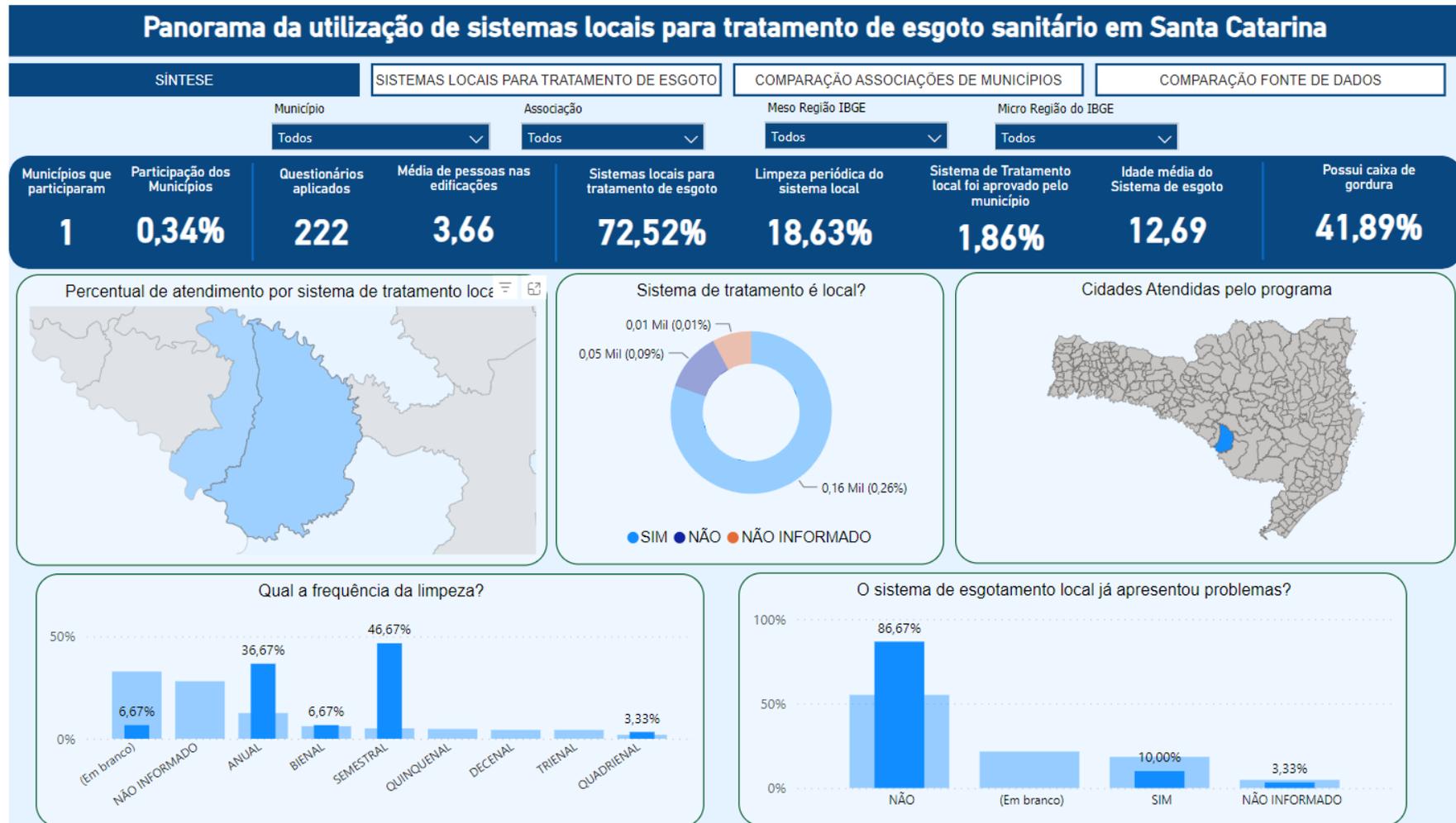


Opções de filtro.

Módulos

Cabe salientar que ao clicar em qualquer elemento gráfico, o painel se adapta para filtrar somente os itens correspondentes.

Exemplo: Resultado do clique sobre a área correspondente ao município de Campo Belo do Sul no mapa:



O segundo módulo denominado “SISTEMA DE TRATAMENTO INDIVIDUAL” corresponde às informações referentes aos sistemas locais de tratamento de esgoto sanitário, exclusivamente.

Logo, nesse item constam informações de:

- Percentual de sistemas que possuem fossa rudimentar;
- Percentual de sistemas que possuem tanque séptico;
- Percentual de sistemas que possuem filtro anaeróbio;
- Percentual de sistemas que possuem sumidouro;
- Percentual de sistemas que possuem vala de filtração;
- Percentual de sistemas que possuem vala de infiltração;
- Percentual de sistemas que possuem tanque com clorador;
- Percentual de sistemas que colocam mensalmente a pastilha de cloro;
- Visualização das informações segregadas por município, na tabela.

Este módulo também possibilita o filtro por município, por associação de municípios, por meso região e micro região do IBGE.

Panorama da utilização de sistemas locais para tratamento de esgoto sanitário em Santa Catarina

SINTESE

SISTEMAS LOCAIS PARA TRATAMENTO DE ESGOTO

COMPARAÇÃO ASSOCIAÇÕES DE MUNICÍPIOS

COMPARAÇÃO FONTE DE DADOS

Município

Associação

Meso Região IBGE

Micro Região do IBGE

Todos

Todos

Todos

Todos

Sistema de tratamento é local

80,37%

Possui fossa rudimentar

58,86%

Possui tanque séptico

48,72%

Possui filtro anaeróbio

34,17%

Possui sumidoro

39,41%

Possui filtro vala de filtração

0,08%

Possui filtro vala de infiltração

0,19%

Possui tanque com clorador

0,37%

Coloca mensalmente a pastilha de cloro

13,66%

Percentual de atendimento por sistema local



Sistemas locais para tratamento de esgoto

Município	Sistemas locais para tratamento de esgoto	Possui fossa rudimentar	Possui tanque séptico	Possui filtro anaeróbio	Possui sumidoro	Possui filtro vala de filtração	Possui filtro vala de infiltração
Itá	17,67%	33,72%	100,00%	65,90%	99,23%		
Capão Alto	21,14%	27,03%	43,24%	13,51%	16,22%	2,70%	
Piratuba	31,13%	11,87%	88,13%	30,94%	88,13%		
São José do Cerrito	37,57%	22,55%	69,12%	18,14%	19,61%	1,47%	
Urupema	39,84%	37,25%	37,25%	11,76%	15,69%		
Barra Bonita	42,78%	98,75%	131,25%	123,75%	131,25%	1,25%	
Pinheiro Preto	46,42%	43,40%	66,67%	52,52%	60,06%	0,31%	
Ibicaré	50,00%	159,23%	33,05%	33,05%	33,05%		
Palma Sola	51,76%	138,46%	19,10%	18,72%	4,36%		
Ibiam	54,17%	12,59%	92,31%	90,91%	90,21%		
Rio Rufino	58,90%	66,28%	39,53%	11,63%	31,40%		
Vargem Bonita	61,68%	88,24%	51,84%	47,79%	5,51%		
Painel	62,65%	16,15%	29,19%	10,56%	12,42%		
Nova Erechim	63,32%	136,55%	20,34%	20,17%	20,34%		
Saltinho	64,04%	117,04%	6,15%	6,70%			
Tangará	69,04%	39,28%	60,17%	60,17%	70,06%		
Saudades	71,14%	87,11%	38,86%	29,95%	39,91%		
Total	80,37%	58,86%	48,72%	34,17%	39,41%	0,08%	

Opções de filtro.

Módulos

O terceiro módulo denominado “COMPARAÇÃO ASSOCIAÇÃO TRATASAN” realiza comparações entre associações de municípios, conforme gráficos apresentados ao longo deste trabalho.

Logo, nesse item constam informações de:

- Percentual de sistemas locais de tratamento de esgoto sanitário;
- Percentual de sistemas que possuem fossa rudimentar;
- Percentual de sistemas que realizam limpeza periódica do sistema;
- Visualização das informações segregadas por associação, no gráfico;
- Comparação dos resultados das associações com a média estadual.

Este módulo possibilita a seleção da(s) associação(ões) que se deseja comparar.

Panorama da utilização de sistemas locais para tratamento de esgoto em Santa Catarina

SINTESE

SISTEMAS LOCAIS PARA TRATAMENTO DE ESGOTO

COMPARAÇÃO ASSOCIAÇÕES DE MUNICÍPIOS

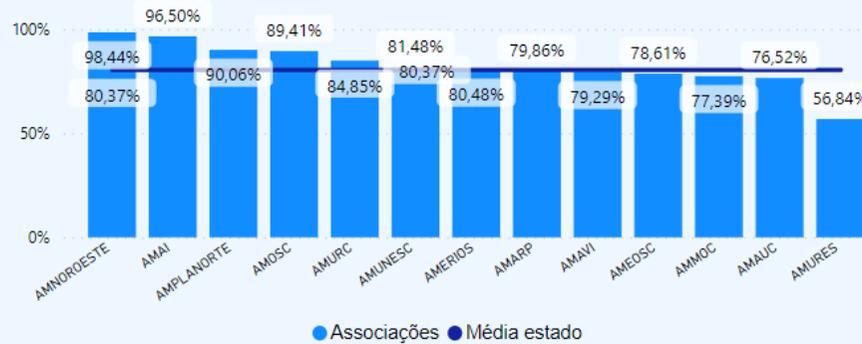
COMPARAÇÃO FONTE DE DADOS

Escolha a associação para comparar

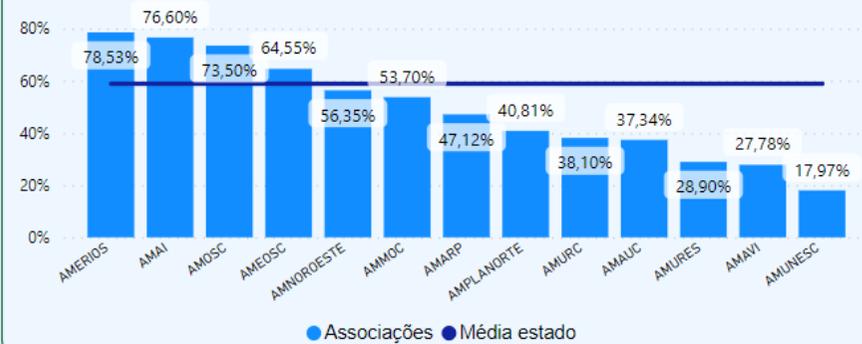
AMAI AMARP AMAUC AMAVI AMEOSC AMERIOS AMMOC AMNOROESTE AMOSC AMPLANORTE AMUNESC AMURC AMURES

Opções de filtro.

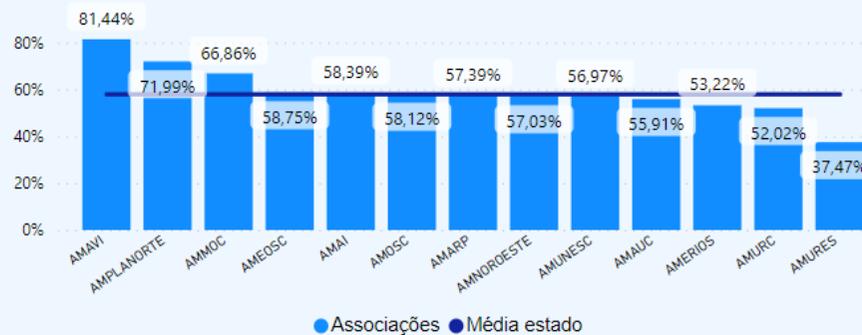
Sistemas locais para tratamento de esgoto



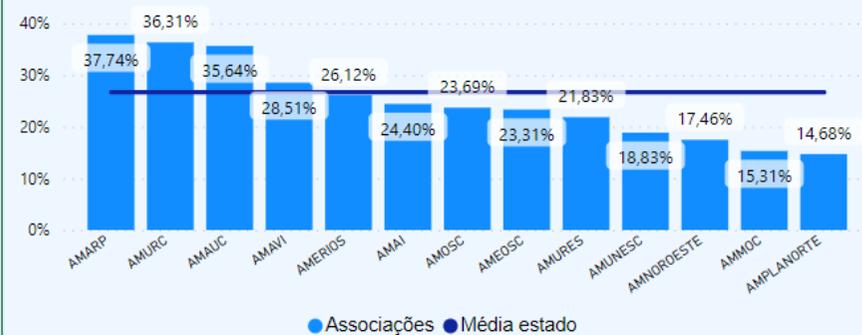
Possui fossa rudimentar



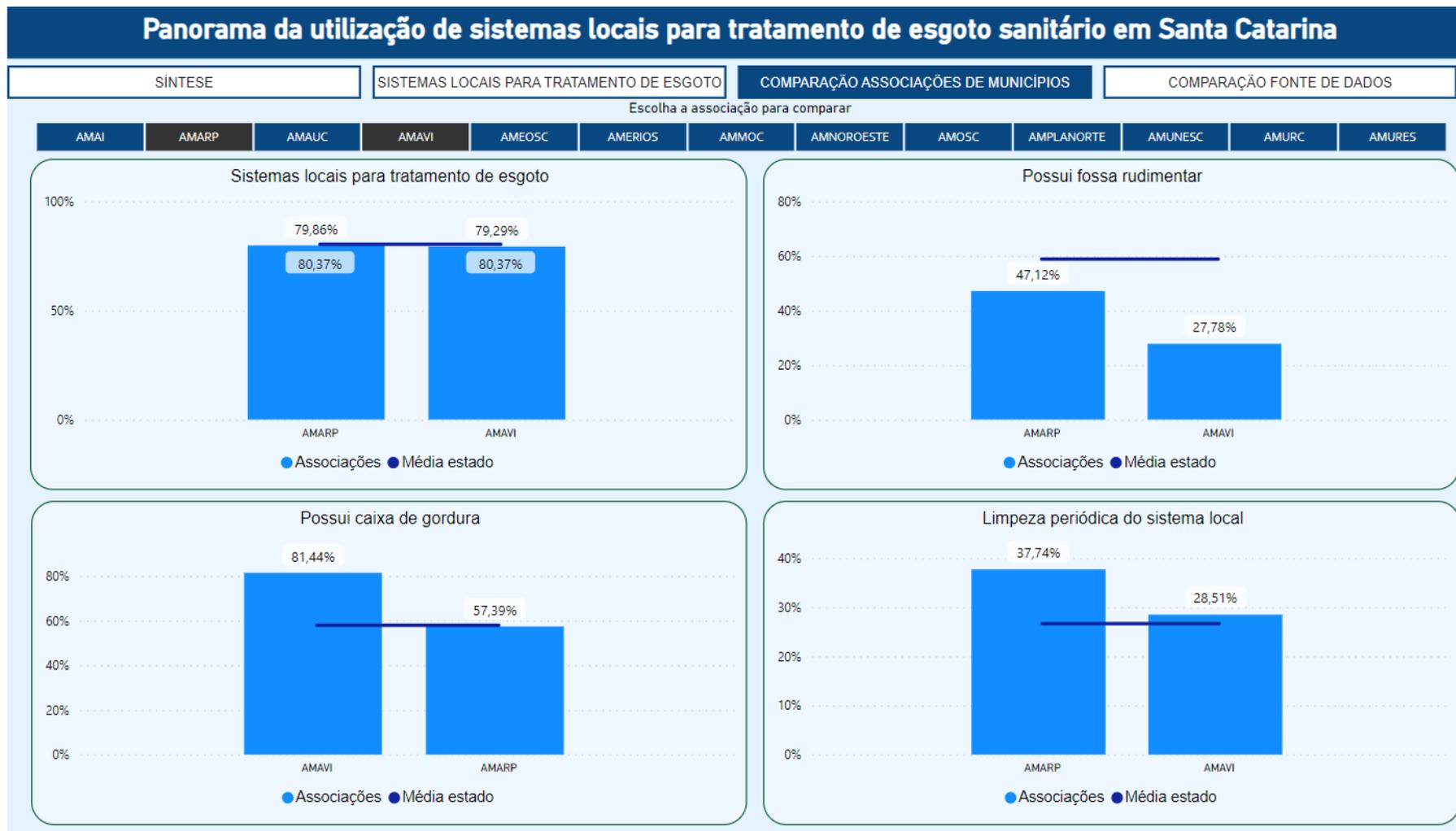
Possui caixa de gordura



Limpeza periódica do sistema local



Exemplo: Comparação somente entre as associações AMARP e AMAVI.



Por fim, o quarto módulo denominado “COMPARAÇÃO FONTE DE DADOS” realiza comparações entre fontes de dados, conforme gráficos apresentados ao longo deste trabalho.

Logo, nesse item constam informações de:

- Resultados de percentual de sistemas locais de tratamento de esgoto sanitário considerando cada uma das fontes de informação utilizadas;
- Distribuição geográfica dos municípios analisados, com coloração variando conforme os percentuais mais altos ou baixos de sistemas locais, para cada uma das fontes de informação utilizadas;
- Visualização dos dados segregados por município na tabela.

Este módulo possibilita a seleção da(s) associação(ões) que se deseja comparar.

Panorama da utilização de sistemas locais para tratamento de esgoto em Santa Catarina

SINTESE

SISTEMAS LOCAIS PARA TRATAMENTO DE ESGOTO

COMPARAÇÃO ASSOCIAÇÕES DE MUNICÍPIOS

COMPARAÇÃO FONTE DE DADOS

Escolha a associação para comparar

AMAI

AMARP

AMAUC

AMAVI

AMEOSC

AMERIOS

AMMOC

AMNOROESTE

AMOSC

AMPLANORTE

AMUNESC

AMURC

AMURES

Opções de filtro.

Percentual de atendimento por sistemas locais - ARIS



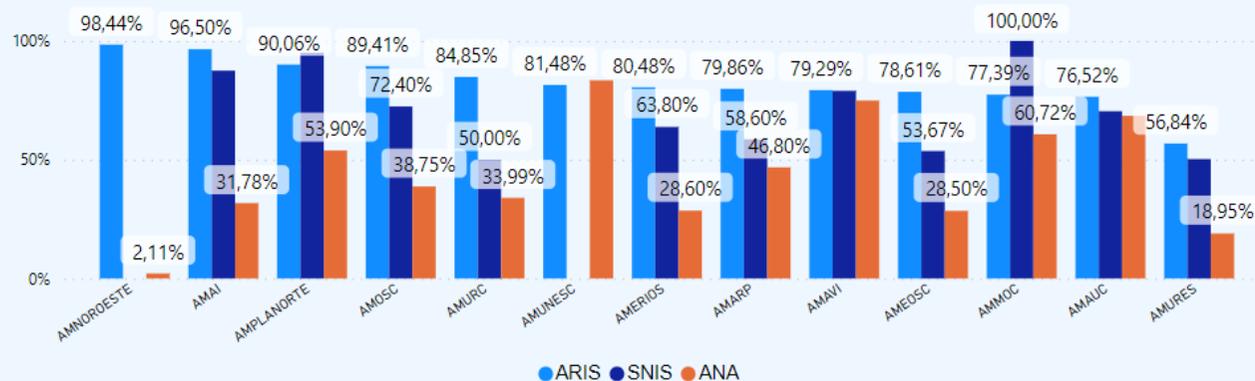
Percentual de atendimento por sistemas locais - SNIS



Percentual de atendimento por sistemas locais - ANA



Sistemas locais para tratamento de esgoto



Sistemas locais para tratamento de esgoto

Município	ARIS	SNIS	ANA
Caxambu do Sul	97,86%	100,00%	23,94%
Formosa do Sul	86,22%	100,00%	98,34%
Guaraciaba	76,11%	100,00%	59,89%
Ibicaré	50,00%	100,00%	70,46%
Ipuaçu	86,99%	100,00%	2,47%
Irineópolis	100,00%	100,00%	64,17%
Lajeado Grande	100,00%	100,00%	47,84%
Salto Veloso	100,00%	100,00%	75,54%
Braço do Trombudo	87,66%	98,00%	75,34%
Nova Itaberaba	99,73%	96,00%	19,35%
Arabutã	96,76%	95,00%	73,60%
Total	80,37%	65,44%	40,05%