

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MARIA EDUARDA FONTES

PAULO HENRIQUE SILVA DE OLIVEIRA

**SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO EM TEMPO
SECO**

VOLTA REDONDA, RJ

2024

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO EM TEMPO
SECO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do UniFOA como requisito à obtenção do título de Engenheiro Ambiental

Alunos: Maria Eduarda Fontes;
Paulo Henrique Silva de Oliveira.

Orientador: Prof. Mestre Marcus Vinicius Faria de Araújo

Coorientadora: Prof.^a Mestre Joice Andrade de Araujo

VOLTA REDONDA, RJ

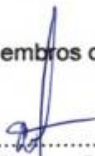
2024

FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **Sistema de captação de esgoto sanitário em tempo seco**. Elaborado por Maria Eduarda Fontes **Matricula:** 202010028 e Paulo Henrique Silva de Oliveira **Matricula:** 202211060 foi apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso Engenharia Ambiental. do UniFOA.

Aprovado em. 07 de novembro de 2024, Volta Redonda, RJ

Assinatura dos membros da Banca Examinadora:



.....
Professor Orientador

Prof. Marcus Vinicius Faria de Araújo, Mestre, UniFOA



.....
Professor Avaliador

Prof. Bruno Chaboli Gambarato, Doutor, UniFOA



.....
Professor Avaliador

Prof. José Marcos Rodrigues Filho, Mestre, UniFOA

Dedico a Deus por me manter sempre firme em busca dos meus objetivos, aos meus pais Domingos Rui de Oliveira e Therezinha Silva de Oliveira (*in memoriam*) que me ensinaram o caminho correto e honesto na busca das conquistas e a minha esposa Marise Ramos de Souza Oliveira e meus filhos Daniel de Souza Oliveira e Fernando de Souza Duarte que sempre me apoiaram neste caminhar.

Paulo Henrique Silva de Oliveira

Dedico a Olorum, aos meus orixás e meus guias por iluminarem meu caminho até aqui, ao meu pai Leonardo Leoncio Fontes, meus avós Levir Fontes do Nascimento e Maria Salete L. Fontes e babalorixás Olojun Oni're e Talaminakaya que me instruíram e ajudaram a conquistar meus objetivos.

Maria Eduarda Fontes

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me iluminado ao longo desta jornada com perseverança e otimismo, aos meus pais Domingos Rui de Oliveira e Therezinha Silva de Oliveira (*in memoriam*) que sempre me incentivaram aos estudos, a minha esposa Marise e meus filhos Fernando e Daniel que souberam me compreender e apoiar nos momentos de fadiga e cansaço físico e psicológico, agradeço também aos meus professores que souberam com maestria me passar os seus conhecimentos em cada disciplina, destaco um agradecimento especial aos professores Marcus Vinícius e Joice Andrade pela orientação e apoio no trabalho de conclusão de curso.

Paulo Henrique Silva de Oliveira

Agradeço a Olurum, aos orixás e todos os guias de luz por cuidarem de mim e me darem forças para chegar até aqui, aos meus babalorixás Olojun Oni're e Talaminakaya que me acolheram e cuidaram de mim nos momentos em que me encontrei mais vulnerável, a minha Terapeuta Luiza Balbi por sempre me escutar e compreender nos momentos mais difíceis, e gostaria de agradecer a toda equipe docente que me acompanhou na minha trajetória acadêmica, e não poderia deixar de mencionar os professores que apoiaram nosso trabalho e tornaram possível a conclusão dele: Marcus Vinícius e Joice Andrade.

Maria Eduarda Fontes

RESUMO

O projeto desenvolvido trata-se de um sistema automático para separar o esgoto coletado em períodos de intensa chuva daquele em período de ausência ou baixa intensidade pluviométrica, através do parâmetro de controle de demanda química de oxigênio (DQO), com o acionamento da bomba da estação elevatória, quando a concentração estiver acima do *set point* de 190 mg/L, direcionando o esgoto para a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Quando a DQO estiver abaixo do *set point* de 190 mg/L, a bomba será desligada. Os parâmetros de controle bem como o dimensionamento da bomba elevatória foram determinados a partir das informações coletadas em banco de dados de órgãos oficiais assim como na consulta das normas legais vigentes segundo as resoluções do CONAMA, a partir desses dados estruturou-se um protocolo de ações para implementar o sistema de captação de esgoto em tempo seco (CTS) e com isto foi desenvolvido de um estudo de caso com dados para um município hipotético aplicando o protocolo e calculando-se o dimensionamento da caixa equalizadora de esgoto em um sistema de rede de coleta unitário, variando os dados e verificando-se a sua aplicabilidade, para tanto, foram arbitrados os índices pluviométricos, população em três bairros, contribuição *per capita* e área, fazendo-se a aplicação do protocolo em duas situações uma sem aplicação do CTS e outra com a aplicação. Foi verificada a viabilidade da implementação do sistema para a preservação da ETE, evitando-se o alto fluxo de esgoto com baixa carga de DQO, haja visto que foi sugerido o uso do sistema de monitoramento através de um íon analisador que atua em conjunto com um módulo ajustável de corrente (relé), para acionar ou deligar a bomba da caixa equalizadora elevatória de acordo com o *set point* com a concentração mínima de 190 mg/L. O fator de diluição atribuído pela chuva intensa ao esgoto captado permitirá o extravasamento direto para o corpo hídrico receptor preservando a ETE e dentro de uma concentração de DQO conforme preconizado pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 430).

Palavras-chave: Esgoto, demanda química de oxigênio; vazão; CONAMA; caixa equalizadora.

ABSTRACT

The project developed is an automatic system to separate sewage collected during periods of heavy rain from that collected during periods of absence or low rainfall intensity, through the chemical oxygen demand (COD) control parameter, with the activation of the pumping station when the concentration is above the set point of 190 mg/L, directing the sewage to the Sewage Treatment Plant (STP). When the COD is below the set point of 190 mg/L, the pump will be turned off. The control parameters as well as the dimensioning of the lifting pump were determined from the information collected in the database of official bodies as well as in the consultation of the legal standards in force according to the CONAMA resolutions. From these data, an action protocol was structured to implement the dry weather sewage collection system (CTS) and with this, a case study was developed with data for a hypothetical municipality applying the protocol and calculating the dimensioning of the sewage equalizer box in a unitary collection network system, varying the data and verifying its applicability. For this purpose, the rainfall indexes, population in three neighborhoods, per capita contribution and area were arbitrated, applying the protocol in two situations, one without application of the CTS and another with its application. The feasibility of implementing the system to preserve the WWTP was verified, avoiding the high flow of sewage with low COD load, since it was suggested to use the monitoring system through an ion analyzer that acts in conjunction with an adjustable current module (relay), to activate or deactivate the pump of the pumping equalizer box according to the set point with the minimum concentration of 190 mg/L. The dilution factor attributed by the heavy rain to the collected sewage will allow direct overflow to the receiving water body, preserving the WWTP and within a COD concentration as recommended by the resolution of the National Environmental Council (CONAMA 430).

Keywords: Sewage, chemical oxygen demand; flow; CONAMA; equalizer box.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1.	Problema abordado.....	15
1.2.	Justificativa.....	15
1.3.	Estratégias de pesquisa.....	16
1.4.	Estrutura do Trabalho.....	16
1.5.	Objetivo Geral.....	17
1.5.1.	Objetivos Específicos.....	17
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1.	Esgoto sanitário.....	18
2.2	Redes de coleta de esgoto sanitário.....	24
2.2.1	Sistema separador absoluto.....	25
2.2.2	Sistema separador unitário.....	26
2.2.3	Coleta em Tempo Seco (CTS).....	27
2.3	Sistemas de tratamento de esgoto.....	32
2.4	Análise bibliométrica.....	34
3	PROTOCOLO PARA PROJETAR UM SISTEMA CTS.....	37
3.3.	Definição do(s) melhor(es) ponto(s) a ser(em) interceptado(s).....	46
3.4.	Definição das especificações e dimensionamento das bombas.....	46
3.6.	Definição dos parâmetros normativos para lançamento de esgoto.....	49
3.7.	Definição do <i>set point</i>	50
4.	ESTUDO DE CASO.....	52
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Fluxo de águas residuárias tratadas com segurança - 2022	20
Gráfico 2 - Fluxo de águas residuárias com tratadas com segurança.....	21
Gráfico 3: Coleta e Tratamento do Esgotamento Sanitário no Brasil	22
Gráfico 4 - Tendência do atendimento de esgotamento sanitário	23
Gráfico 5 - Processos de Tratamentos Biológicos.....	32
Gráfico 6 - Publicações por ano na base de dados <i>Scopus</i>	34
Gráfico 7 - Publicações por locais na base de dados <i>Scopus</i>	35
Gráfico 8 - Publicações por agência de fomento na base de dados <i>Scopus</i>	35
Gráfico 9 - Pesquisa por órgãos na base de dados <i>Scopus</i>	36
Gráfico 10 - Publicações por área na base de dados <i>Scopus</i>	37
Gráfico 11 - Pesquisa por tipo de documentos na base de dados <i>Scopus</i>	37
Gráfico 12 - Índices Pluviométricos	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável	19
Figura 2 - Indicador (6.3 ODS) - Fluxo de águas residuais tratadas com segurança	20
Figura 3 - Imagem orientativa da CASAN que ressalta o sistema absoluto	25
Figura 4 - Imagem orientativa do sistema unitário.....	26
Figura 5 - Sistema de captação em tempo seco (CTS).....	29
Figura 6: Arranjo geral da CTS.....	30
Figura 7 - Modelo anteparo e vertedor de soleira.....	31
Figura 8: Modelo em vertedor de descarga livre em estrutura em cota inferior.....	31
Figura 9 - Esquema de sistema de tratamento de esgoto por lodo ativado	33
Figura 10 - Sistema de captação em tempo seco (CTS).....	38
Figura 11 - Site para obter mapas.....	45
Figura 12 - Íon Analisador Real Tech DQO/DBO	48
Figura 13 - Região a ser atendida pelo CTS	55
Figura 14 - Mapa do município com as curvas de nível	56
Figura 15 - Bairro 1	57
Figura 16 - Bairro 2	57
Figura 17 - Bairro 3	58
Figura 18 - Fluxograma do sistema de Controle	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de habitantes por bairros.....	14
Tabela 2 - Cálculo da vazão de esgoto gerado por dia	54
Tabela 3 - Cálculo da vazão nos meses mais chuvosos	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fontes de Consultas para desenvolver o protocolo	39
Quadro 2 - Condições de lançamento de efluentes	49
Quadro 3 - Resumo dos dimensionamentos	63

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTS	Captação em Tempo Seco
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DZ-215	Diretriz número 215
EC	Esgoto Combinado
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuárias
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IQA	Índice de Qualidade da Água
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Normas Brasileiras
NR	Normas Regulamentadoras
MS	Ministério da Saúde
ODS	Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento
SSA	Sistema Separador Absoluto
TEC	Transbordamento de Esgoto Combinado

LISTA DE ANEXOS

Anexos A - <i>Datasheet</i> da seleção da bomba SULZER	71
Anexo B - <i>Datasheet</i> da seleção do íon analisador <i>REALTECH</i>	73

1 INTRODUÇÃO

No Brasil o sistema de coleta e tratamento de esgoto ainda se encontra precário em muitas regiões, seja por motivo do sistema de redes de drenagem ainda ser do tipo unitário, coletando a rede sanitária juntamente com a rede pluvial, seja pela falta de implementação de sistemas para o tratamento dos esgotos sanitários (ANA, 2017). Conforme relatado por Volschan, 2020, uma alternativa paliativa seria o sistema de captação de esgotos em tempo seco (CTS), o que poderia minimizar os impactos nas estações de tratamento de efluentes, bem como, nos corpos hídricos receptores. Com este cenário dificilmente será possível alcançar os objetivos de atender plenamente ao saneamento básico até 2030, conforme foi discutido ao longo desse trabalho de conclusão de curso.

Este trabalho propõe a implementação de um sistema de caixas receptoras e equalizadoras para posterior elevação de esgoto sanitário conforme parâmetro definido da demanda química de oxigênio (DQO), através de um íon analisador. De acordo com a resolução CONAMA 430, esgoto sanitário é “uma denominação genérica para despejos líquidos residenciais, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos”.

A maioria das redes de drenagem dos municípios brasileiros possuem o sistema de drenagem unitário, sendo o esgoto lançado nos corpos receptores sem tratamentos (Oliveira, *et al.*, 2019). Uma solução paliativa seria a captação em tempo seco (CTS) e o escoamento pela rede de drenagem enviado para ETEs e protegendo os corpos receptores (Veról *et al.*, 2020).

Para embasamento do trabalho faz-se necessária uma visão do contexto do saneamento no Brasil destacando-se o sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário, que está apresentado de acordo com as fontes de consultas bibliográficas pesquisadas.

1.1. Problema abordado

O Brasil apresenta um sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário ainda deficiente nos dias atuais, sendo que boa parte desse esgoto é coletado nos municípios através de redes coletoras unitárias abrangendo juntamente as águas pluviais e o esgoto sanitário, o que pode acarretar grandes problemas para a coleta e tratamento nas Estações de Tratamento de Esgoto Sanitários (ETE), (Volschan, 2020).

Mediante a todos os elementos apresentados no cenário de esgotamento sanitário, considera-se como o ponto central de investigação as seguintes perguntas: A implementação de um sistema inteligente de elevatória do tipo captação em tempo seco (CTS) é capaz de solucionar o problema da coleta em sistema de redes unitárias? O CTS por fazer a distinção da carga de demanda química de oxigênio (DQO), evitando assim a sobrecarga das ETE em períodos de intensa chuva, com um esgoto de baixa carga a ser tratada e preservando de pesquisa sistema microbiológico da ETE?

1.2. Justificativa

Este projeto vem ao encontro dos compromissos assumidos pelo Brasil junto à Organização das Nações Unidas (ONU), sendo signatário do documento dos objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS), que preconiza em seu item 6.0 que visa oferecer água tratada e saneamento para toda população (ONU, 2015). Outro fato que justifica este trabalho foi o atendimento aos princípios que regem o marco legal do saneamento básico, que indica de acordo com a Política Federal de Saneamento Básico Lei n.º 14.026, de 15 de julho de 2020 (BRASIL, 2020).

Legislação vigente estipula metas concretas para que seja alcançada a universalização dos serviços de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgoto, até 2033, o que significa dizer que, até o final de 2033, 99% da população brasileira deverá ter acesso à água tratada, e 90% à coleta e tratamento do esgoto.

Sendo assim, faz-se justificável o estudo desenvolvido neste projeto no que tange aos seguintes aspectos: diminuição de concentração de poluentes no esgoto que chegam nas ETEs e portanto redução na eficiência da redução de carga orgânica e na diminuição dos impactos sociais a partir da adoção de caixas de retorno pelo sistema de coleta, tendo em vista a amortização dos volumes e, por consequência, a diminuição dos retornos, e na proposição de uma solução provisória de baixo custo em detrimento a implementação de um sistema de coleta absoluta.

1.3. Estratégias de pesquisa

O trabalho foi embasado com pesquisas bibliográficas e outras pesquisas que contemplaram, a análise de dados e informações sobre o assunto em artigos científicos (SciELO e Google Scholar), banco de dados de agências oficiais (ANA, SMMA, INEA, MS, INMET) e análise bibliométrica na base de dados da *Scopus* e em outras fontes, utilizando palavras-chave em inglês referente ao tema.

1.4. Estrutura do Trabalho

Buscando-se alcançar o objetivo geral, bem como o atendimento aos objetivos específicos, pré determinados para este trabalho, a presente pesquisa organizou-se em 4 tópicos, sendo o tópico 1 a introdução sobre os assuntos abordados de maneira geral e específica, seguido do tópico 2 revisão bibliográfica, onde fez-se o detalhamento sobre os sistemas de esgotamento sanitário, bem como a técnica de coleta em tempo seco e o sistema de automação do direcionamento do esgoto para a ETE ou para o corpo hídrico receptor, já no tópico 3 protocolo, faz-se o detalhamento dos métodos utilizados para pesquisa de dados, objeto de estudos, procedimentos e técnicas, bem como o tratamento dos dados coletados e no tópico 4 elaborou-se um estudo de casos com a aplicação do protocolo desenvolvido e para encerrar fez-se as considerações finais e sugestões para futuras pesquisas abordando o tema abordado neste trabalho.

1.5. Objetivo Geral

Elaborar um projeto conceitual de um sistema típico de captação de esgotos em tempo seco e que permita a admissão de águas pluviais até o valor de concentração de DQO que viabilize o tratamento biológico.

1.5.1. Objetivos Específicos

- Elaborar um cenário de um município hipotético considerando prevalência de rede mista de águas pluviais e esgoto sanitário;
- Criar mapa hipotético, com bacia hidrográfica e rede de esgoto;
- Averiguar junto à legislação vigente se o sistema proposto atenderá as normas para tratamento e esgotamento sanitário;
- Estabelecer os limites de viabilidade técnica de tratamento com a aplicação da captação em tempo seco;
- Propor solução técnica para a admissão ou rejeição de efluentes líquidos (esgotos sanitários e águas pluviais combinadas).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste tópico serão abordados os conhecimentos sobre esgoto sanitário, os tipos de redes coletoras no que tange aos sistemas separador absoluto e unitário e a captação em tempo seco (CTS), bem como tecnologias mais aplicadas no Brasil para tratamento de esgoto.

2.1. Esgoto sanitário

Nos países em desenvolvimento, cerca de 2 bilhões de pessoas não têm acesso a instalações sanitárias, incluindo transportes e tratamento de águas residuais (Sperling e Salazar, 2013).

Conforme informações constantes no site da Organização das Nações Unidas (ONU), a coleta e o tratamento de águas residuais ajudam a proteger os sistemas de água doce, os oceanos e também a saúde humana, uma vez que evitam a entrada de agentes patogênicos ricos em nutrientes e outros tipos de poluição no ambiente (ONU, 2022).

Deste modo, a ONU criou 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS), dos quais este trabalho de conclusão de curso preconiza tema relacionado ao item número 6 que relaciona água potável e saneamento básico, conforme descrito a seguir pelos ODS-ONU:

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (figura 1) são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de que possamos atingir a Agenda 2030 no Brasil (ONU, 2022).

Figura 1: Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável



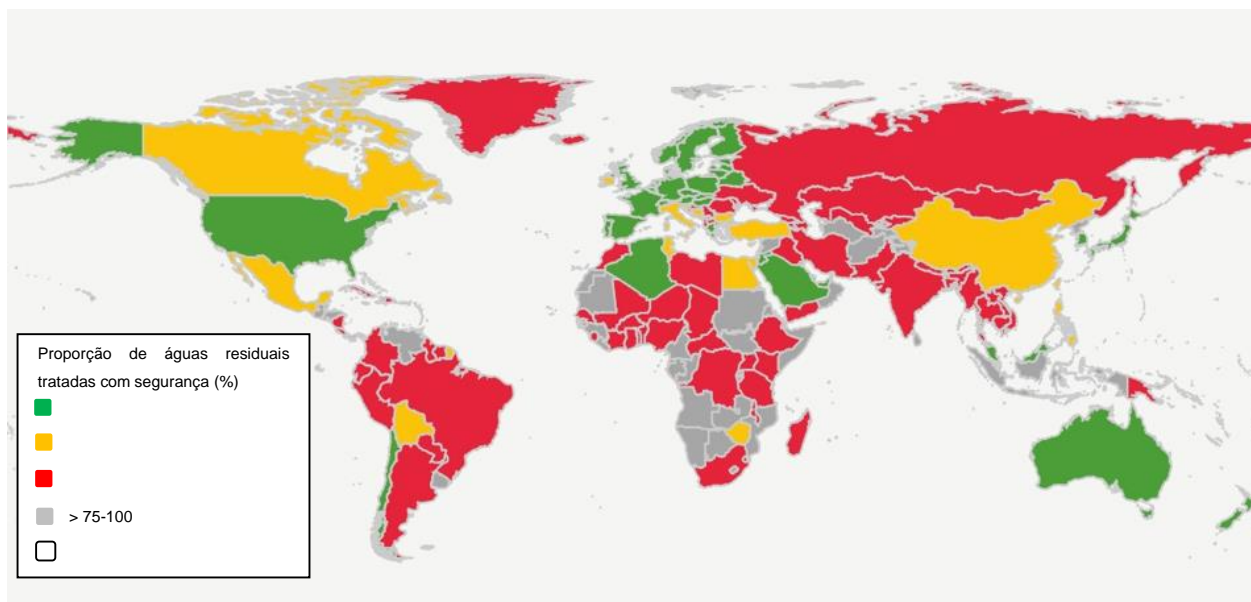
Fonte: ONU Brasil, 2024

O objetivo número 6 dos ODS-ONU preconiza assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.

A meta 6.3 dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) preconizados pela ONU é de até 2030, melhorar a qualidade da água reduzindo a poluição, eliminando o desperdício e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo pela metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando a reciclagem e a reutilização segura em todo o mundo.

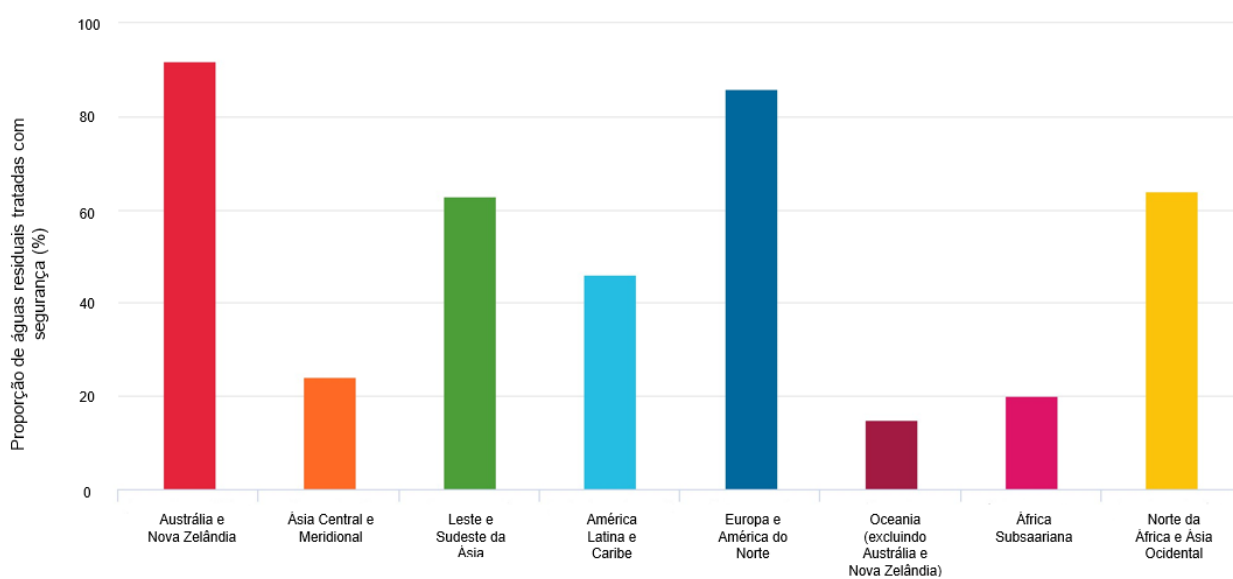
Para acompanhar o progresso em direção à meta, o indicador 6.3.1 dos ODS monitora a proporção dos fluxos totais de águas residuais industriais e domésticas tratadas com segurança em conformidade com as normas nacionais ou locais, conforme mostrado na figura 2 e no gráfico 1 (ONU, 2022).

Figura 2 - Indicador (6.3 ODS) - Fluxo de águas residuais tratadas com segurança



Fonte: ONU, 2022 (adaptado)

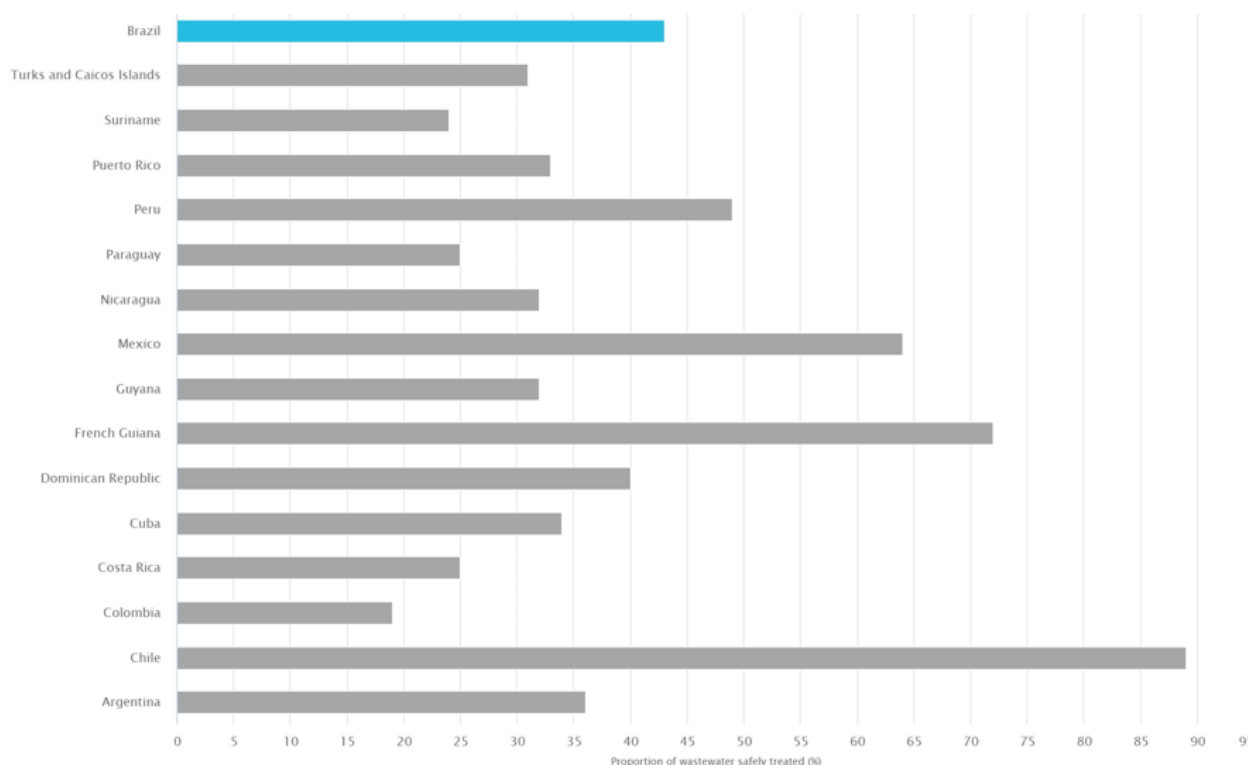
Gráfico 1 - Fluxo de águas residuárias tratadas com segurança - 2022



Fonte: unwater.org, ONU – 2022 (adaptado)

Quando comparado a outros países da América Latina, o Brasil encontrava-se na 5ª colocação em 2022, em termos de tratamento de águas residuárias domésticas, conforme gráfico 2, conforme (ONU, 2022).

Gráfico 2 - Fluxo de águas residuárias com tratadas com segurança



Fonte: ONU, 2022.

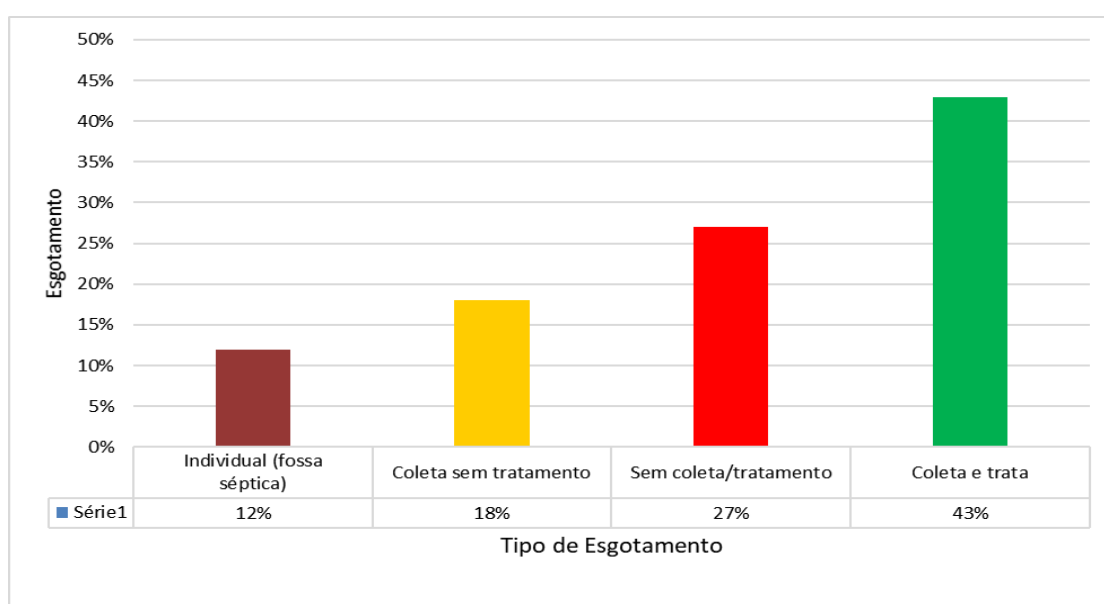
Esgotos sanitários, segundo a Resolução CONAMA n° 357, de 2005, recebem a denominação genérica para despejos líquidos residenciais, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos.

Esgoto sanitário é o despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária; esgoto doméstico é o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas; esgoto industrial é o despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos; água e infiltração de toda água, proveniente do subsolo, indesejável ao sistema separador e que penetra nas

canalizações; contribuição singular vazão de esgoto concentrada em um ponto da rede coletora, significativamente maior que o produto da taxa de contribuição por superfície esgotada, pela área responsável por esse lançamento; contribuição pluvial parasitária parcela de deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede coletora de esgoto sanitário (ABNT NBR 9648/1986).

A Resolução CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, prescreve que o tratamento dos efluentes deve remover 60% de DBO para o lançamento direto nos corpos receptores. Entretanto, a grande maioria das cidades brasileiras (4.801 cidades, totalizando 129,5 milhões de habitantes) apresenta níveis de remoção da carga orgânica inferiores a 60% da carga gerada (ANA, 2017). A situação do atendimento da população brasileira com serviços de esgotamento sanitário pode ser caracterizada conforme demonstrado no gráfico 3:

Gráfico 3: Coleta e Tratamento do Esgotamento Sanitário no Brasil



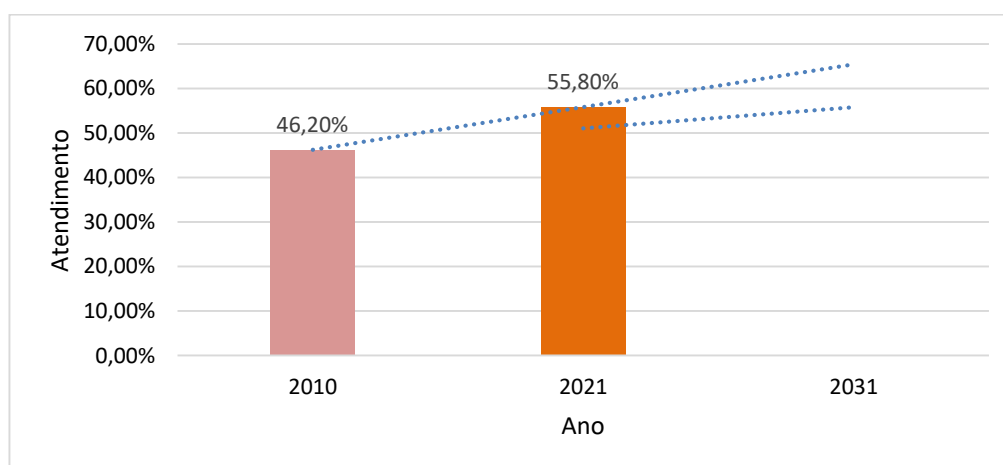
Fonte: ANA, 2017 – Adaptado.

Conforme descrito no Atlas Esgoto, da Agência Nacional das Águas (ANA, 2017), cerca de 43% da população é atendida por sistema coletivo (rede coletora e estação de tratamento de esgotos); 12% é atendida por solução individual (fossa séptica); 18% da população se enquadra na situação em que os esgotos são coletados, mas não são tratados; e 27% é desprovida de atendimento, ou seja, não

há coleta nem tratamento de esgotos. O lançamento de esgotos domésticos nos corpos d'água sem adequado tratamento ou em desconformidade com os atuais padrões legais estabelecidos para lançamento de efluentes, resulta em comprometimento da qualidade da água do corpo receptor e pode inviabilizar o atendimento aos usos atuais e futuros dos recursos hídricos a jusante do lançamento. Isso ocorre especialmente em áreas urbanizadas. Numa avaliação do Índice de Qualidade de Água – IQA, realizada pela ANA, para dados de qualidade da água obtidos em 1683 pontos em todo o País no ano de 2013, 19% apresentaram qualidade considerada regular/ruim/péssima. Esse número sobe para 39% ao se considerar apenas os pontos de monitoramento localizados nas áreas urbanas. No País, de toda a carga orgânica gerada (9,1 mil toneladas de DBO/dia), apenas 39% é removida com a infraestrutura de tratamento de esgotos existente nas sedes dos municípios brasileiros. Como resultado, em termos de carga orgânica remanescente, cerca de 5,5 mil toneladas DBO/dia podem alcançar os corpos receptores (ANA, 2017).

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2010, 46,20% da população brasileira possuía acesso à rede de esgotamento sanitário. Em 2021, esse número subiu para 55,8%. Isso significa que, em 10 anos, ocorreu um avanço de 10% do atendimento desse serviço. Infere-se que, caso continue nesse ritmo, o Brasil não atingirá a meta de universalização do saneamento, conforme demonstrado no gráfico 4, (SNIS, 2021).

Gráfico 4 - Tendência do atendimento de esgotamento sanitário



Fonte: Os autores, 2024 – adaptado (ANA, 2023).

2.2 Redes de coleta de esgoto sanitário

“A rede coletora de esgotos é uma parte integrante do sistema de esgotamento sanitário que consiste no conjunto de tubulações e órgãos acessórios destinados a receber e conduzir os esgotos captados dos coletores ou ramais prediais até os coletores tronco ou coletores primários, que conduzem o esgoto a um emissário ou a um corpo hídrico receptor (Sobrinho; Tsutiya, 1999, p. 9).”

As redes coletoras de esgotos alcançam 61,4% da população urbana brasileira, restando 65,1 milhões de pessoas nas cidades do país que não dispõem de sistema coletivo para afastamento dos esgotos sanitários. Nem todo esgoto coletado é conduzido a uma estação de tratamento. A parcela atendida com coleta e tratamento dos esgotos representa 42,6% da população urbana total. Desse modo, 96,7 milhões de pessoas não dispõem de tratamento coletivo de esgotos (ANA, 2017).

Oliveira *et al.* (2023) relatam em seus estudos que existem sistemas de coletas de esgoto do tipo unitário ou misto que atendem a regiões com menores índices pluviométricos e de clima subtropical, conduzindo as águas pluviais e o esgoto sanitário em uma única rede como por exemplos em países europeus, já para países de clima tropical onde os índices pluviométricos são altos exige-se o sistema separador absoluto onde são coletados em redes separadas o esgoto sanitário e as águas pluviais.

Em alguns casos, a interferência da água da chuva nos sistemas de esgoto pode ser benéfica, desde que projetados e dimensionados para esse fim, reduzindo as demandas bioquímicas e químicas brutas, promovendo aumento da vazão no interior das tubulações e consequente autolimpeza e auxiliando na sua limpeza e redução da produção de gases resultantes de processos anaeróbios (Balacco *et al.*, 2020).

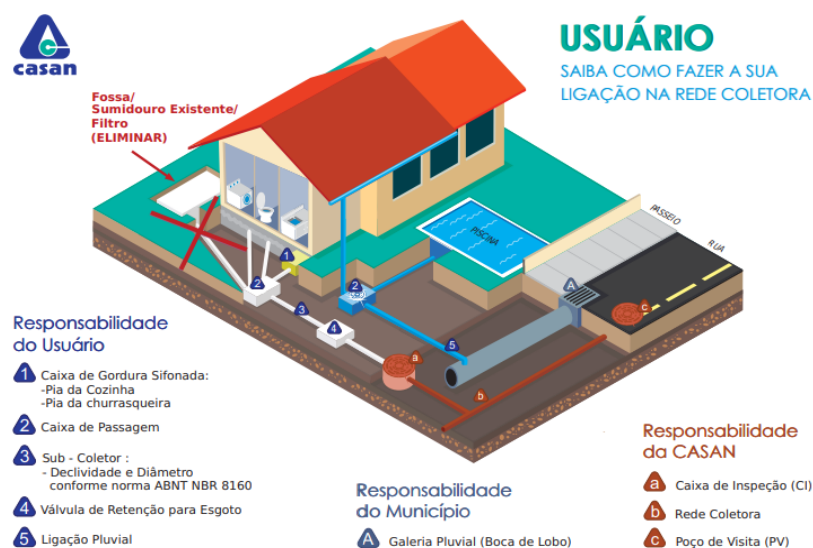
As bacias de captação de esgotos se assemelham com as bacias hidrográficas, obedecendo a topografia desta última citada, as estações elevatórias e as tubulações no sistema unitário podem transpor o esgoto de uma bacia hidrográfica para outra, no entanto no sistema separador absoluto, a bacia hidrográfica não será afetada (Lopes, Kusterko e Volschan, 2023).

2.2.1 Sistema separador absoluto

“Segundo o art. 3º, da Lei federal n.º 11.445 de 2007, o sistema separador absoluto é definido como o conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar exclusivamente esgoto sanitário.”

O sistema coletor absoluto é aquele onde as redes coletoras de esgotos doméstico estão separadas das redes coletoras de água pluviais conforme demonstra a figura 3.

Figura 3 - Imagem orientativa da CASAN que ressalta o sistema absoluto



Fonte: CASAN, 2017

As interconexões inapropriadas em sistemas separadores ocorrem com frequência em diferentes países do mundo, como no Reino Unido (Ellis e Butler, 2015), Estados Unidos da América, Países Baixos, Noruega e na maioria das cidades Chinesas, especialmente nas partes mais antigas das cidades (Li *et al.*, 2019).

A realidade das cidades brasileiras é o uso do sistema de drenagem pluvial para coletar e afastar os esgotos sanitário, devido as ligações clandestinas, interligações de extravasadores da rede coletora e das elevatórias, porém, cabe ressaltar que no sistema absoluto aplicado no Brasil evita essas interferências. A substituição gradual dos sistemas unitário por sistemas separadores absolutos de acordo com a Lei Federal nº.14.026 (BRASIL, 2020), que define o novo marco legal do saneamento, contudo também evidencia a importância da captação em tempo seco

(CTS) por sistemas unitários como uma estratégia para alcançar as metas para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário.

2.2.2 Sistema separador unitário

De acordo com o art. 3º, da Lei Federal n.º 11.445 (BRASIL, 2007), o sistema unitário é definido como o conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar conjuntamente esgoto sanitário e águas pluviais. Já o sistema coletor unitário é apresentado como aquele que recebe simultaneamente os esgotos sanitário e as águas pluviais em uma única rede coletora, seja por que foi concebida em projetos muito antigos, seja por ligações clandestinas chamada de parasitárias, conforme demonstrado na figura 4.

Figura 4 - Imagem orientativa do sistema unitário



Fonte: Shutterstock, 2024 - adaptado

A ABNT- NBR 9649/1986 não abrange os sistemas combinados, e não há outra norma brasileira específica (ABNT) que dite as especificações técnicas recomendáveis para estes sistemas.

Estudos apresentados por Sobrinho e Tsutiya (1999) indicam que as contribuições pluviais aos coletores sanitários variam entre 26 e 283% da vazão máxima de esgotos no período seco e as taxas de contribuição pluvial variam de 0,15 a 12 L/s.km.

De acordo com Oliveira *et al.* (2023), uma boa parte dos sistemas coletores de esgotos no Brasil são do tipo unitário, devido às ligações clandestinas e o extravasamento diretamente nas redes pluviais ou por projetos muito antigos.

Sistemas de drenagem urbana que se comunicam com coleta de esgoto causam prejuízos ao tratamento de efluentes, alterando suas características iniciais e sobrecarregando a ETE, em dias chuvosos detectou um aumento de 16,5% na vazão de chegada a ETE, diluindo-se DBO, DQO e nitrogênio amoniacal, porém em dias secos ocorreu uma maior acidez e aumento na concentração de sólidos totais e nitritos. Apesar do aumento na vazão não comprometeu a eficiência da ETE de lodo Ativado como relatado por Oliveira *et al.* (2023).

2.2.3 Coleta em Tempo Seco (CTS)

Este sistema, diferentemente do separador absoluto, consiste em admitir a coleta de esgoto sanitário via rede pluvial, instalando-se, em pontos determinados, interceptores. Estes interceptores têm por intuito desviar o efluente, durante as baixas vazões na rede, o efluente para uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE); ou seja, em dias não chuvosos, garante-se que o efluente desviado terá predominantemente as características sanitárias, podendo ser acolhido pelo tratamento de esgotos usual da cidade (Fadel e Dornelles, 2015).

Conforme aumentam-se as contribuições pluviais nas redes de coleta de esgoto, é comum a instalação de sistema de *by-pass* ou extravasadores, que ao excesso de vazão promove o desvio e ou extravasamento do esgoto diretamente no corpo hídrico receptor preservando as ETEs, que podem configurar um mecanismo importante para a CTS (Volshan, 2023).

Na Europa a prática de esgotos combinados (EC) são amplamente utilizados devido aos baixos índices pluviométricos neste continente, em geral, a rede coletora é combinada para recolher as águas pluviais juntamente com os esgotos sanitários nos chamados coletores de fluxo em tempo seco (FTS), que encaminham para as Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) e o excesso lançado no corpo hídrico receptor por transbordos combinados de esgoto (Quaranta *et al.*, 2022).

Os critérios e diretrizes para captação em tempo seco ainda não estão totalmente definidos para a Europa, pois a base de dados ainda é limitada e ainda são aplicados de forma heterogênea variando nos países do bloco econômico (Pistocchi *et al.*, 2019).

A solução de interceptação dos esgotos combinados ou de CTS não deve ser considerada uma solução de separação dos esgotos, contudo, se trata de uma medida

efetiva para o controle dos lançamentos de esgotos vindos das redes de drenagem pluvial, uma vez que ocupa pequenas áreas, no caso de Shenzhen nas margens dos cursos de água, e não interferem com outros usos do solo, permitindo o total tratamento dos esgotos durante os períodos de estiagem (Chen *et al.*, 2019).

O sistema denominado *Combined Sewer Overflows* (CSO), que traduzido significa Transbordamentos de Esgoto Combinados (TEC), é usado nos Estados Unidos em Nova Iorque dispendo de jardins filtrantes para coletar água de chuvas intensas e pela neve derretida, cerca de outros 700 municípios estadunidenses tem implementado esses sistemas (Pereira *et al.*, 2023 *apud* Oliveira *et al.*, 2023).

De acordo com Kumbhar *et al.* (2022) em seus trabalhos na Índia, a metodologia adotada para coleta de dados, levantamento topográfico e medida do fluxo em tempo seco, indicaram a viabilidade da implementação de captadores em tempo seco (CTS), onde para o estudo foram identificados 52 emissários fluxo em tempo seco no Rio Mithi, onde verificou-se a contribuição de 24.10^3 m³/dia a este rio.

O princípio do projeto seria interceptar os esgotos em tempo seco, que iriam para o Rio Mithi e através de estações de bombeamento encaminhá-lo para as estações de tratamento de esgoto (ETE). No âmbito do trabalho de projeto verificou-se e concluiu-se a viabilidade de se propor a instalação de interceptadores de fluxo em tempo seco, transferência principal de esgoto, estações elevatórias e estação de tratamento de esgotos, reduzindo-se substancialmente as cargas poluentes neste rio (Kumbhar *et al.*, 2022).

O fornecimento do sistema tratará o fluxo de águas residuárias adequadamente para o descarte exigido pelos padrões deste país, o que também ajudará a reduzir a poluição nas áreas circundantes e pelas propostas mencionadas o ambiente global do Rio Mithi será melhorado para condições seguras (Kumbhar *et al.*, 2022).

Segundo Ferreira (2013), no Brasil vem sendo implementado de maneira gradual o sistema separador absoluto de esgoto e onde já está em operação o sistema de drenagem, optou-se por investir na construção de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) e também em derivações para captar o esgoto em tempo seco, nas estiagens, porém quando houver chuvas intensas o sistema direcionará o esgoto diretamente para os corpos hídricos receptores (Britto e Quintslr 2020 *apud* Oliveira, 2023).

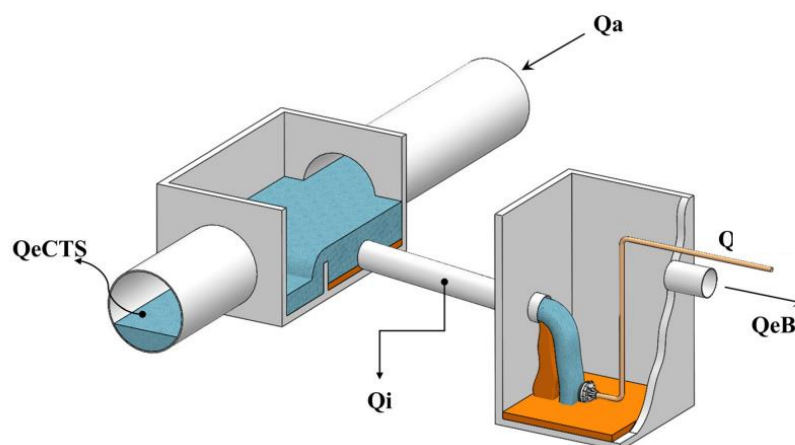
Soluções alternativas vem sendo proposta para universalização do saneamento básico, tais como a implantação das CTS, onde os esgotos são captados e direcionados para as ETE em tempos de seca, preservando os corpos hídricos do lançamento *in natura* (Veról *et al.*, 2020). Cabendo salientar que trata-se de uma alternativa temporária até a implantação de sistemas separadores absolutos (Toledo *et al.*, 2021).

Segundo Quaranta *et al* (2022), foi estimado a geração de esgoto a ser captado com base na população conectada ao sistema de redes de captação dividido pelo total de superfícies impermeáveis conectadas à rede coletora, tendo como base o consumo per capita de 200 L / hab. dia, a aplicação de soluções verdes, com a retirada parcial da impermeabilização do solo, assim como modernização e aumento da capacidade coletora e ainda a ecologização das cidades podem mitigar os problemas de transbordos de esgoto em tempos de intensas chuvas.

Cidades como o Rio de Janeiro e Salvador e alguns municípios da Região dos Lagos, já estão utilização da estratégia de captação em tempo seco (CTS), para controlar as emissões de esgotos nas áreas litorâneas, melhorando assim sua balneabilidade (Lopes; Kusterko; Volschan, 2021).

O pesquisador Volschan, 2021, propôs um sistema de captação em tempo seco (CTS), com anteparo na soleira, conforme mostrado na figura 5.

Figura 5 - Sistema de captação em tempo seco (CTS)

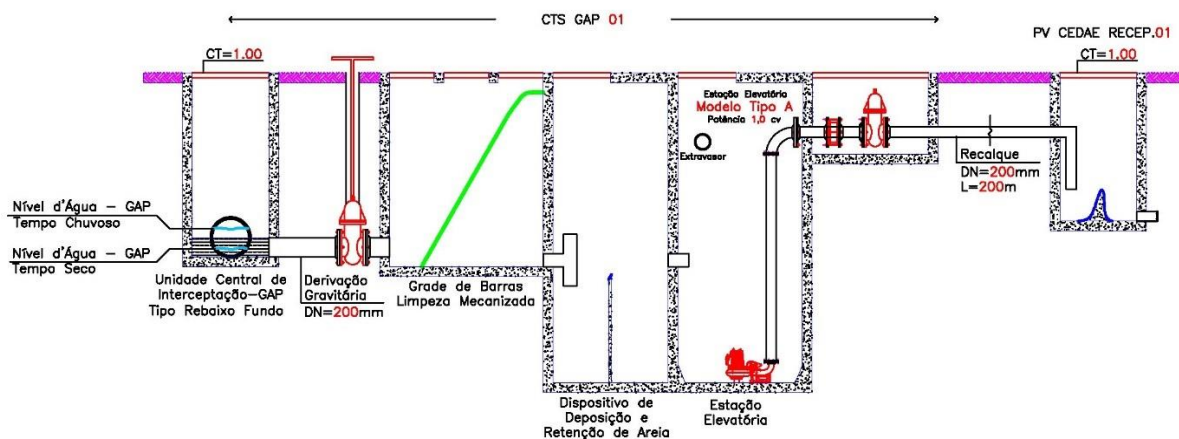


Fonte: Lopes, Kusterko e Volschan – 2021.

Como descrito por Lopes, Kusterko e Volschan, 2021, a eficiência do sistema CTS irá depender da capacidade de admissão de esgoto a jusante e da capacidade da bacia hidrográfica a montante, pois maximizando a interceptação implicará na minimização dos extravasamentos de cargas poluentes junto ao corpo hídrico receptor.

Conforme relatado por Volschan, 2020, os sistemas de habitação clandestinos e as ineficiências de gestão e operação dos sistemas de esgotamento no Brasil levam ao processo de contaminação dos corpos hídricos por esgotos sanitários sem tratamento ou com tratamento deficitário, sendo uma das estratégias sugeridas para estes locais, a instalação do sistema de captação em tempo seco (CTS), visando minimizar os impactos negativos aos corpos receptores. Como exemplo cabe citar o estudo de caso nas favelas do Rio de Janeiro, pois a implementação do CTS serviria como uma estratégia para minimizar os impactos a um custo acessível, diante destes fatos ele propõe o arranjo para um sistema CTS seguido de tratamento de esgoto, de acordo com a figura 6.

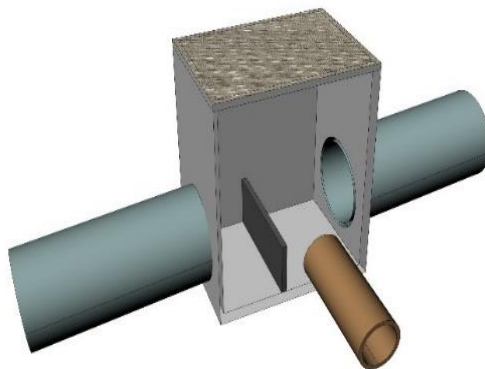
Figura 6: Arranjo geral da CTS



Fonte: Volschan, 2021

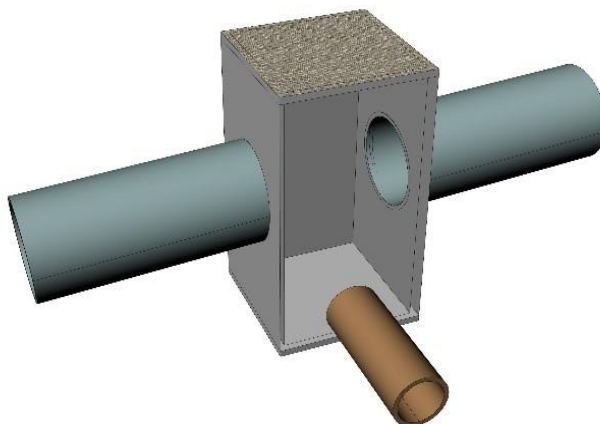
Volschan, 2021 propõe em sua pesquisa dois modelos de vertedouros para o sistema (CTS) conforme demonstrado a seguir nas figuras 7 e 8:

Figura 7 - Modelo anteparo e vertedor de soleira



Fonte: Volschan, 2021

Figura 8: Modelo em vertedor de descarga livre em estrutura em cota inferior

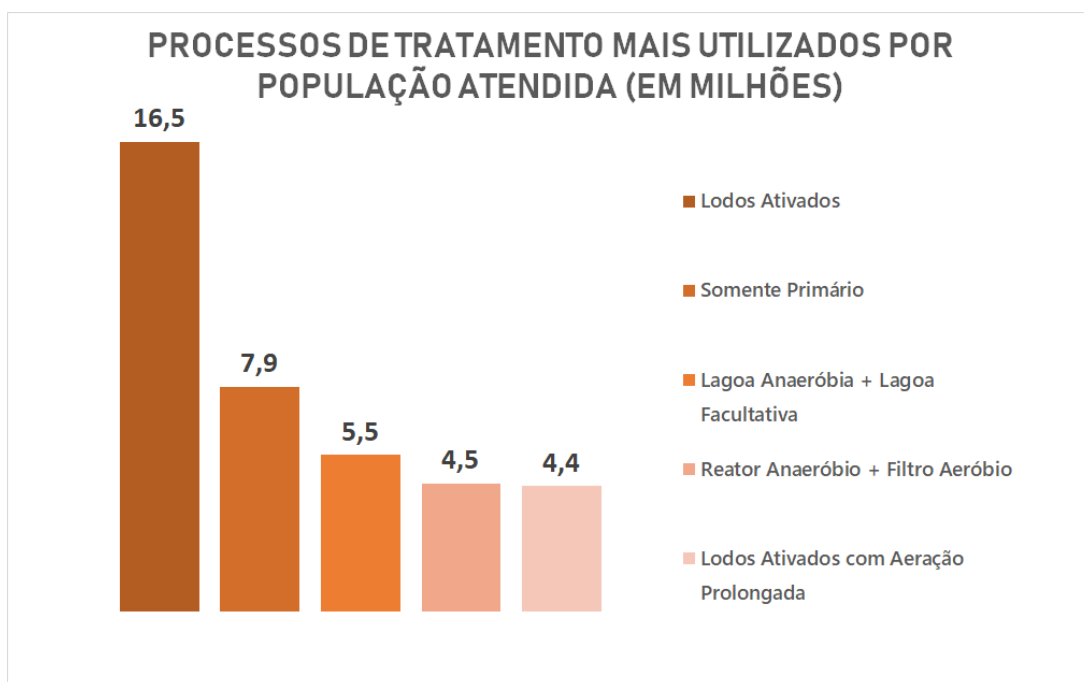


Fonte: Volschan, 2021

2.3 Sistemas de tratamento de esgoto

O tratamento de esgotos consiste na remoção de poluentes e o método a ser utilizado depende das características físicas, químicas e biológicas, existindo vários tipos de processos de tratamentos biológicos, conforme demonstrado no gráfico 5.

Gráfico 5 - Processos de Tratamentos Biológicos

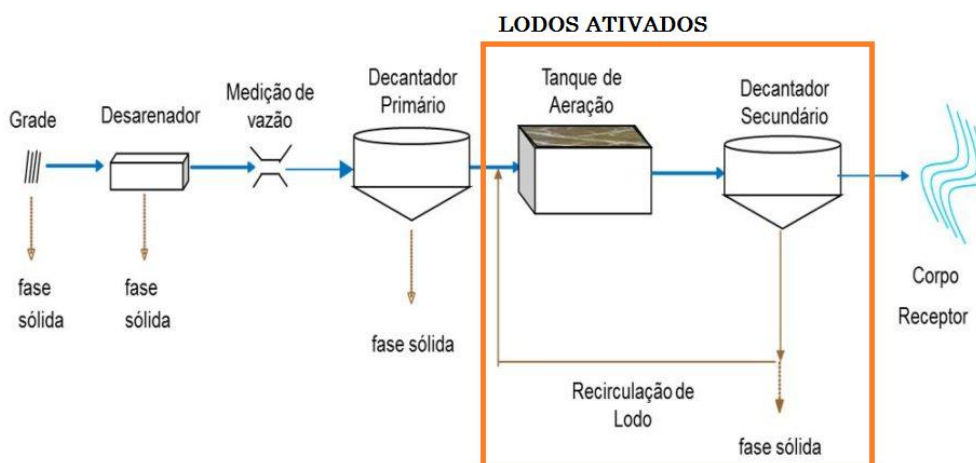


Fonte: adaptado de Atlas Esgoto (ANA, 2017)

O método, desenvolvido na Inglaterra em 1914, é amplamente utilizado para tratamento de esgotos domésticos e industriais. O trabalho consiste num sistema no qual uma massa biológica cresce, forma flocos e é continuamente recirculada e colocada em contato com a matéria orgânica sempre com a presença de oxigênio.

O processo é estritamente biológico e aeróbio, no qual o esgoto bruto e o lodo ativado são misturados, agitados e aerados em unidades conhecidas como tanques de aeração. Após este procedimento, o lodo é enviado para o decantador secundário, onde a parte sólida é separada do esgoto tratado. O lodo sedimentado retorna ao tanque de aeração ou é retirado para tratamento específico (Von Sperling, 1996), conforme figura 9.

Figura 9 - Esquema de sistema de tratamento de esgoto por lodo ativado



Fonte: Von Sperling, 1996 – adaptado

2.4 Análise bibliométrica

Diante do grande problema relacionado a carência de sistemas de saneamento básico nos países, bem como o direcionamento de esgotos sanitários para a estações de tratamento de efluentes, verificou-se através de pesquisa na plataforma Scopus os seguintes dados sobre as pesquisas realizadas no âmbito desses temas:

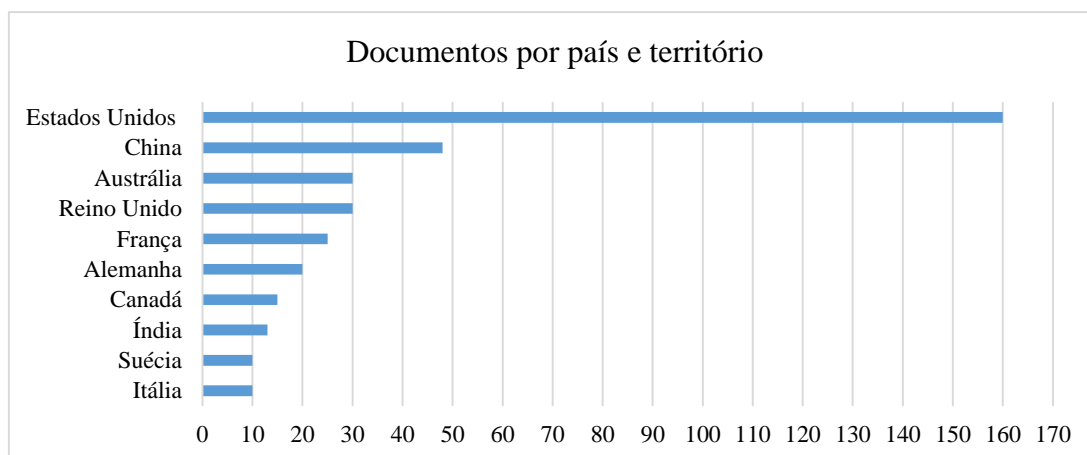
Foram pesquisados por título-chave (esgoto, coleta), título-chave (águas residuais, chuvas intensas, esgotos) e ano de publicação (1980 a 2024). De acordo com a análise bibliométrica na plataforma Scopus serão apresentados a seguir todos os resultados por variáveis pesquisadas. A primeira a ser discutida obteve-se os seguintes dados de publicações anuais, conforme demonstrado no gráfico 6, nele é possível observar que houve um aumento no número de documentos publicados a partir de 2009, o que mostra uma relativa preocupação em desenvolvimento de pesquisas que pode estar relacionado com os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS-ONU), visto que a meta estabelecida seria no período de 2000 a 2015, porém destaca-se uma queda em 2014 e a partir daí um crescimento, mesmo que timidamente, até 2024, como descrito no gráfico 6.



Fonte: os autores, adaptado - 2024

Dentre os países que realizaram pesquisas nesta área destacam-se principalmente os Estados Unidos da América, seguido timidamente pela China e Austrália, conforme descrito no gráfico 7.

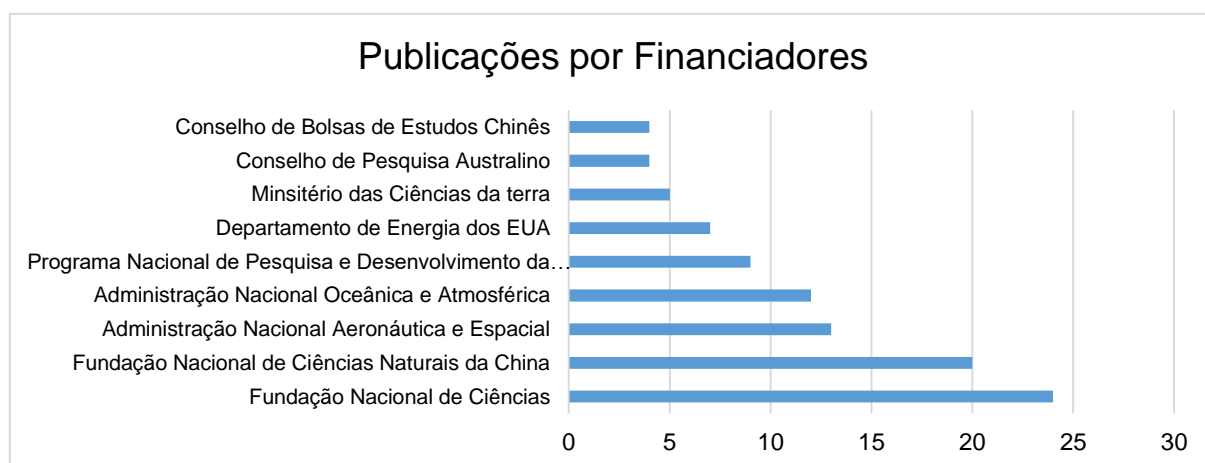
Gráfico 7 - Publicações por locais na base de dados Scopus



Fonte: Os autores, adaptado – 2024

No meio científico acadêmico as principais agências de fomento para pesquisas na área de captação de esgoto em períodos chuvosos estão destacam-se a Fundação Nacional de Ciências (NSF) dos Estados Unidos da América seguida pela Fundação Nacional de Ciências da China de acordo com os dados mostrados no gráfico 8.

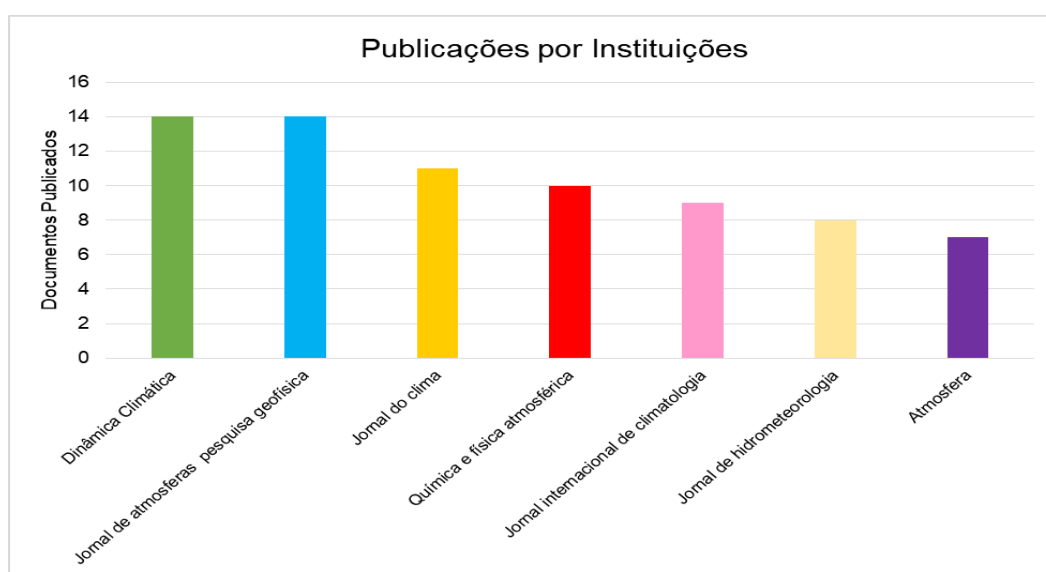
Gráfico 8 - Publicações por agência de fomento na base de dados Scopus



Fonte: Os autores, adaptado - 2024

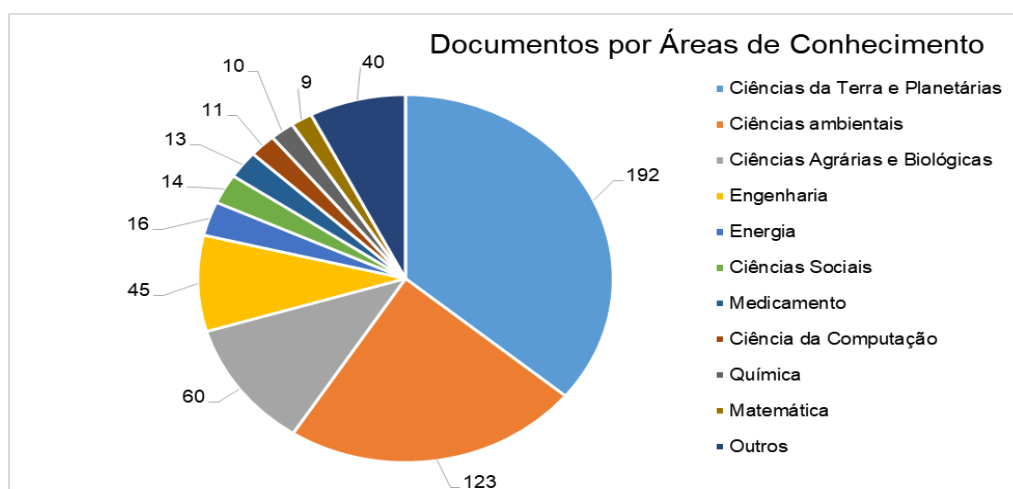
Tratando-se de publicações por instituições de publicação em pesquisas e artigos, o destaque no período determinado para a análise bibliométrica trás a Revista Dinâmica Climática (*Journal Climate Dynamics*) uma revista internacional com destaque nas publicações dos aspectos climáticos seguida pela revista Jornal de Pesquisas Atmosféricas e Geofísica (*Journal of Geophysical Research Atmospheres*), ambos com maior número de publicações no período solicitado, como ilustrado no gráfico 9.

Gráfico 9 - Pesquisa por órgãos na base de dados Scopus



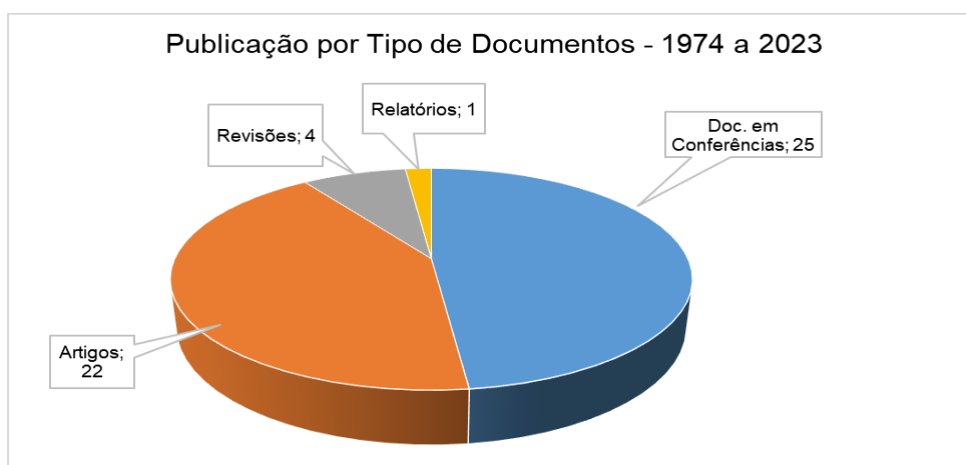
Fonte: Os autores, adaptado - 2024

A seguir tem-se as informações destacadas por área de pesquisa envolvendo o tema captação em tempo seco destacando-se, ciências da terra e planetária com 192 documentos, seguida por ciências ambientais com 123 e logo após ciências agrárias e biológicas com 60 e engenharia com 45 publicações, conforme o gráfico 10.

Gráfico 10 - Publicações por área na base de dados *Scopus*

Fonte: Os autores, adaptado - 2024

O gráfico 11 demonstra o destaque para publicações em conferências seguido por artigos, para o período solicitado.

Gráfico 11 - Pesquisa por tipo de documentos na base de dados *Scopus*

Fonte: Os autores, adaptado - 2024

3 PROTOCOLO PARA PROJETAR UM SISTEMA CTS

Alguns questionamentos surgem durante o trabalho, tais como:

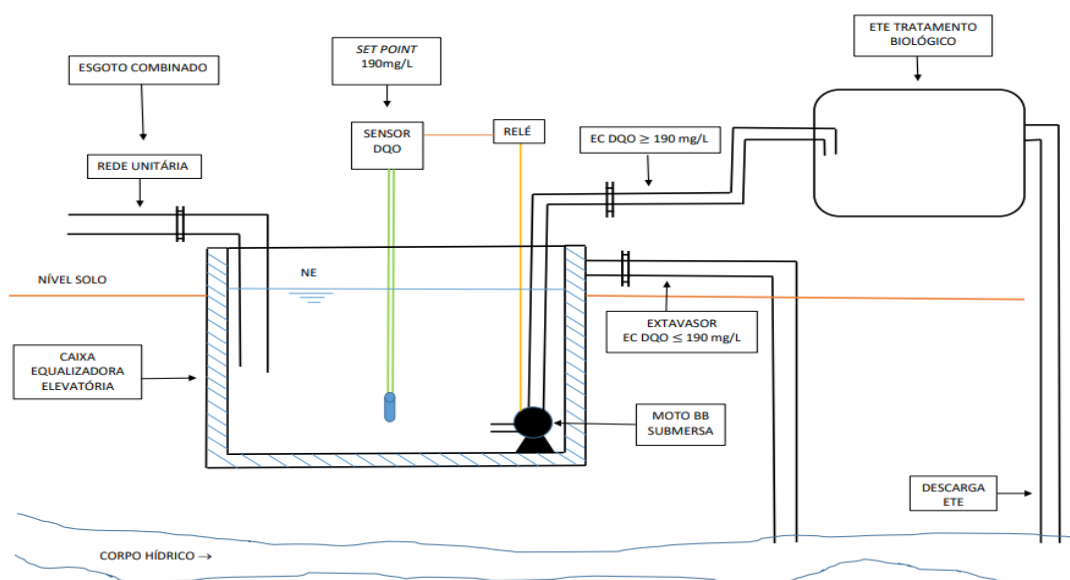
- a) Como se comportaria o efeito diluidor frente à legislação vigente?

- b) Por que é mais interessante o desague no corpo hídrico ao invés do encaminhamento para a ETE?
- c) Em valores percentuais, quanto a adaptação da rede, acresceria aos custos do processo de transporte do efluente?
- d) Quais são os critérios necessários para implementação dessas adaptações em um sistema unitário?

Para responder a todos esses questionamentos, foi construído um roteiro prático sobre forma de protocolo e este tem por intuito direcionar quanto os critérios normativos e legislativos inerentes a proposta.

Com o procedimento executado através de textos, gráficos, esquemas e desenhos, bem como a prospecção de instrumentação necessária à automação do processo de separação do (EC) em tempo seco e chuvoso, gerando um protocolo que poderá ser aplicado aos municípios ou concessionárias de saneamento básico. O sistema de captação em tempo seco de esgoto combinado (EC) está descrito no fluxograma da figura 10.

Figura 10 - Sistema de captação em tempo seco (CTS)



Fonte: Os autores, 2024

Em síntese para a execução do protocolo proposto, devem ser usados os parâmetros obtidos a partir das fontes indicadas no quadro 1.

Quadro 1 - Fontes de Consultas para desenvolver o protocolo

Parâmetros	Local de extração
Mapa Geomorfológico	rigeo.sgb.gov.br
População	IBGE
Área de aplicação do CTS	Google Earth
Índice pluviométrico	Clima Tempo (INMET)
Número de dias chuvosos	Cálculo (Tab. EXCEL)
Vazão máxima de chegada na ETE	Cálculo (Tab. EXCEL)

Fonte: Os autores

3.1. Levantamento das vazões (esgoto e pluvial)

Para a execução desse item do protocolo, faz-se necessário levantar a população, área e índices pluviométricos médios dos meses de maior intensidade de chuvas, por dia, da bacia sanitária dos bairros a serem atendidos pelo sistema CTS e a seguir realizar os cálculos através das planilhas EXCEL, aplicando os seguintes métodos.

3.1.1. Dimensionamento da vazão de esgoto doméstico

Para o cálculo do esgoto gerado utilizou-se da fórmula descrita na equação 1.

$$Q_e = \frac{P.q.c.k_1.k_2}{1000} \quad (\text{Eq. 01})$$

Onde,

Q = vazão máxima de esgoto (m³/dia)

k1 = coeficiente de variação de vazão
(máximo diário, 1,2)

P = população (hab.)

k2 = coeficiente de variação de vazão
(máximo horário, 1,5)

q = consumo per capito de água
(L/hab.dia)

c = coeficiente de retorno (0,8)

Exemplo da estimativa de população por localidades (tabela 1).

Tabela 1 - Relação de habitantes por bairros

Bairro/edificação	Hab./ha	Área total (ha)	Total Hab.
Padrão Luxo 800m ²	100	15,61	1561
Padrão médio 450 m ²	120	65,53	7863
Padrão popular 250 m ²	150	29,90	4480

Fonte: Sobrinho, 2000, p 48 – adaptado

3.1.2. Dimensionamento do escoamento superficial

Para o cálculo da vazão de escoamento superficial é necessário o levantamento dos índices pluviométricos do município, podendo ser acessado no site do Clima Tempo com dados do INMET, e a área de contribuição da bacia sanitária obtida a partir da área da localização pelo site Google Earth, (2024).

De posse desses dados pode-se utilizar o cálculo do número de dias mais chuvosos e do total da vazão de escoamento em metros cúbicos por dia, do município hipotético, com o uso da equação 2.

$$Qa = \frac{A.I}{N.1000} \quad (\text{Eq. 02})$$

Onde:

Q_a = Vazão de água de chuva (m^3/dia)

A = área de contribuição (m^2)

I = índice pluviométrico médio do período mais chuvoso no ano (mm)

N = número de dias mais chuvosos no ano

3.2. Levantamento da topografia e traçado

Para este item do protocolo faz-se necessária a consulta ao site (rigeo.sgb.gov.br) para obtenção do mapa com as curvas de nível do município em estudo, conforme figura 11.

Figura 11 - Site para obter mapas



Fonte: rigeo.sgb.gov.br

3.3. Definição do(s) melhor(es) ponto(s) a ser(em) interceptado(s)

A definição do melhor local para a instalação de interceptador para o sistema CTS depende da localização das elevatórias nos sistemas de esgoto sanitário e decorre do traçado do sistema de coleta.

Para a escolha do local adequado à construção de uma estação elevatória devem ser considerados os seguintes aspectos:

As dimensões do terreno deverão satisfazer às necessidades presentes e à expansão futura; baixo custo e facilidade de desapropriação do terreno, disponibilidade de energia elétrica, facilidade de extravasar o esgoto em condições de chuva intensa, topografia da área, sondagens do terreno, facilidades de acesso, estabilidade contra erosão, menor desnível geométrico, trajeto mais curto da tubulação de recalque, mínimo remanejamento de interferências, menor movimento de terra, influências nas condições ambientais, harmonização da obra com o ambiente circunvizinho (Sobrinho, 2000, p 315).

3.4. Definição das especificações e dimensionamento das bombas

Para o dimensionamento das bombas elevatórias faz-se necessário o conhecimento prévio da topografia do local a ser instalada a caixa equalizadora do sistema CTS, no caso dela estar em nível mais baixo que a ETE, será feito o dimensionamento a partir dos dados de perda de cargas, da composição do material da tubulação, o tipo de duto e suas dimensões.

Para o dimensionamento das bombas faz-se os seguintes cálculos:

Área do tubo de sucção:

$$AT_{scu} = \frac{Q_e}{v} \quad (\text{Eq. 03})$$

Onde:

AT_{suc} = Área do tubo de sucção (m²)

Q_e = Vazão de esgoto (m^3/s)

v = velocidade (m/s)

Diâmetro de sucção (D_{suc})

$$D_{suc} = (\sqrt{(4 \cdot AT_{suc})/\pi}) \cdot 1000 \text{ (Eq. 4)}$$

Onde:

D_{suc} = Diâmetro de sucção (mm)

AT_{suc} = Área do tubo de sucção (m^2)

Diâmetro de descarga será arbitrado como o valor logo abaixo do calculado para a sucção, conforme especificação do fornecedor.

Potência das bombas (Pot)

$$Pot = \frac{Q_e \cdot H \cdot \gamma}{3600 \cdot ef_{BB}} \text{ (Eq.5)}$$

Onde:

Pot = potência da bomba (cv)

γ = peso específico (kg/m^3)

Q_e = vazão de esgoto (m^3/h)

ef_{BB} = eficiência da bomba (%)

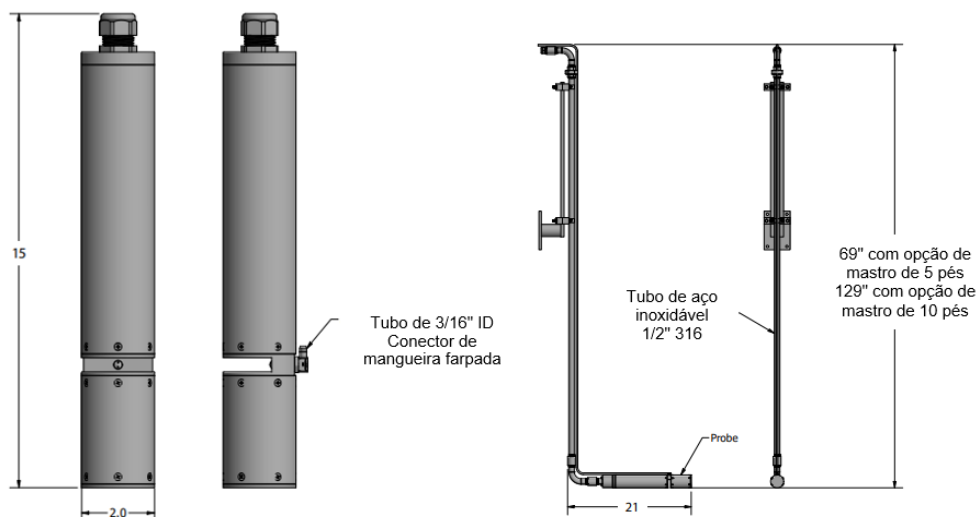
H = perda de carga (m)

3.5. Definição do íon sensor de DQO

Para este item deve-se buscar no mercado um íon analisador (sonda) que seja capaz de medir a DQO *in loco* continuamente e que transmita em tempo real o resultado para um dispositivo com *set point* para o acionamento da bomba elevatória.

A sonda BOD/COD da *Real Tech* utiliza tecnologia com patente pendente para fornecer desempenho de medição superior em vários comprimentos de onda de luz usando LEDs UV. Muitos compostos absorvem luz no espectro UV-VIS, incluindo compostos orgânicos. O sensor mede orgânicos de uma maneira multidimensional que resulta em correlações aprimoradas para agregar parâmetros de qualidade da água orgânica, como BOD e COD. Isso também permite que o sensor seja capaz de detectar mudanças na composição de orgânicos independentemente de sua concentração. A inovadora sonda BOD/COD da *Real Tech* conforme anexo B, está avançando no gerenciamento de águas residuais (realtech, 2024).

Figura 12 - Íon Analisador Real Tech DQO/DBO



Fonte: realtechwater.com – Adaptado, agosto 2024

3.6. Definição dos parâmetros normativos para lançamento de esgoto

Conforme a resolução CONAMA 430/2011 em seu artigo 21 que determina os padrões para lançamento de efluentes que passaram por sistema de tratamentos em ETE, são especificados as seguintes características, conforme o quadro 2:

Quadro 2 - Condições de lançamento de efluentes

Característica	Parâmetro
pH	5,00 a 9,00 u.pH
Temperatura	Menor que 40 °C – Variação no corpo receptor menor que 3 °C.
Materiais sedimentáveis	Até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff.
Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C:	Máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Este parâmetro não é contemplado na CONAMA 430, porém, a literatura indica a relação de 2:1 entre DQO-DBO (CETESB), portanto, foi estabelecido para neste trabalho o valor de 240 mg/L.

Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas)	Até 100 mg/L
Materiais flutuantes.	Ausentes

Fonte: CONAMA 430 – Adaptado pelos autores, 2024

3.7. Definição do *set point*

O set point determinado para o acionamento ou não da bomba elevatória depende do valor de DQO normatizado de acordo com os órgãos oficiais CONAMA ou órgãos fiscalizadores estaduais conforme a localização do Município em questão, para tanto, optou-se por um set point de 190 mg/L, afim de atender a relação de 2:1 entre DQO-DBO (CETESB) preconizada pela literatura.

A fórmula usada para verificar a relação do set point com a vazão de esgoto a ser tratada na ETE, equação 6:

$$190 \frac{mg}{L} \leq \frac{x \cdot DQOa + Qe \cdot DQOeb}{(x + Qe)} \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde:

DQOa = Demanda química de oxigênio da água da chuva

DQOeb = Demanda química de oxigênio do esgoto bruto

Qe = Vazão do esgoto

X = Vazão da água da chuva

3.8. Dimensionamento da caixa coletora

Para esse dimensionamento calcula-se o volume útil através da equação 7, da caixa coletora para o esgoto e para o esgoto combinado (EC), e determina-se o comprimento, largura e altura mais adequado ao projeto.

$$VuE = Qe \cdot Tr \quad (\text{Eq. 7})$$

Onde:

VuE = volume útil da caixa equalizadora (m^3)

Qe = vazão de esgoto em tempo seco (m^3/h)

Tr = tempo de residência (h), recomenda-se (2h)

4. ESTUDO DE CASO

Neste trabalho estudou-se a captação que provem da bacia sanitária a montante da caixa coletora elevatória a qual receberá o esgoto sanitário puro em dias sem chuva e combinado com águas pluviais durante os meses de chuva, entre novembro e fevereiro, que conforme os índices pluviométricos do município, são os que apresentam maior intensidade, neste período o sistema automático de acionamento da bomba elevatória deverá estar desligado conforme o parâmetro da concentração de demanda química de oxigênio (DQO), informado pelo íon analisador. Nos períodos de baixa intensidade pluviométrica, o sistema automático irá acionar a bomba elevatória direcionando o esgoto combinado (EC) para a estação de tratamento de efluentes (ETE).

O sistema de acionamento automático foi configurado com um *set point* (190 mg/L) estabelecido a partir de consulta a capacidade dimensionada no projeto da ETE para tratar o esgoto.

O presente estudo constitui-se de um modelo conceitual baseado em um cenário hipotético. Tendo como análise inicial, o corpo hídrico e a rede coletora. Um passo adiante, propõe-se a interceptação da rede coletora unitária, destinando o fluxo de esgoto diluído com águas pluviais para uma caixa equalizadora elevatória dotada de bombas, que posteriormente, encaminhará o (EC) a uma estação de tratamento.

Sobre o delineamento de pesquisa, o estudo possui natureza aplicada, pois, segundo (Thiollent, 2009, p.36), é destinada a elaborar diagnósticos, identificar problemas e encontrar soluções, além de atender as demandas de clientes ou instituições, a respeito dessa classificação o estudo desenvolveu um protocolo a ser aplicado em municípios que desejarem a implementação do sistema CTS.

A abordagem deste estudo possui caráter qualitativo e quantitativo (combinado), tendo em vista a descrição e comparação de variáveis, além de articular variáveis mensuráveis.

Quanto ao objetivo o presente classifica-se como descritivo tendo em vista a roteirização dos procedimentos aplicados a implementação de um projeto de CTS. Ademais foi realizada a atribuição de significado por meio de um modelo denominado estudo de caso.

Sobre os procedimentos utilizados, destacam-se a pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e o estudo de caso. Todos os procedimentos anteriormente mencionados tiveram como objeto de estudo o esgotamento sanitário e os sistemas de captação deste esgoto, bem como as redes unitárias e o sistema de captação em tempo seco (CTS).

O detalhamento dos procedimentos de pesquisa será abordado nos itens seguintes.

4.1. Coleta de dados

Com relação a temática investigada o levantamento de dados ocorreu por meio de bases indexadas, tais como *Scientific Electronic Library Online (Scielo)* e *Scopus* de propriedade da *Elsevier*, além de legislação e órgãos oficiais, no período de março a novembro de 2024.

4.2. Análise dos dados

Os dados obtidos através das pesquisas bibliográficas e nos sites dos órgãos oficiais passaram por análise crítica, verificando a viabilidade para a instalação do sistema CTS no município em estudo.

4.3. Tratamento dos dados

O tratamento dos dados passa por cálculos através de fórmulas e planilhas no Excel, já consolidadas nas normas ABNT e na literatura, tais como, cálculo da vazão de esgoto gerado, vazão de deflúvio na localidade, dimensionamento de caixas equalizadoras e de bombas elevatórias.

4.4. Objeto de estudo

O objeto de estudo compreendeu a coleta de esgoto e águas pluviais feita conjuntamente por meio de redes de drenagem, nos chamados sistemas unitários de coleta.

4.5. Desenvolvimento do protocolo

Para a proposta estabelecida nesse estudo foi desenvolvido um protocolo e campo com o intuito de roteirizar todas as ações para a adequação de redes unitárias como a captação em tempo seco (CTS) sob controle de direcionamento do esgoto combinado (EC) de uma caixa receptora e equalizadora dotada de sistema de íon analisador que acionará a bomba elevatória do esgoto, dependendo do parâmetro de set point de DQO.

Foi realizado um estudo de caso com os seguintes passos:

4.5.1. Projeto conceitual do sistema CTS com caixa equalizadora elevatória para fins demonstrativos.

4.5.2. Dimensionamento da vazão de esgoto doméstico

A vazão foi calculada pela aplicação da equação 1, com os dados inseridos em planilha do EXCEL, gerando a tabela 2.

Tabela 2 - Cálculo da vazão de esgoto gerado por dia

Local	População (hab.)	Consumo <i>per capita</i> (L/hab.dia)	Vazão de esgoto (m ³ /dia)
Bairro 1	1000	130	187,2
Bairro 2	2000		374,4
Bairro 3	3000		561,6
Total	6000		1123,2

Fonte: Os autores

4.5.3. Dimensionamento do escoamento superficial

Para esse dimensionamento foram usados os seguintes dados:

Área a ser atendida 0,983 km², conforme figura 13, obtida no Google Earth.

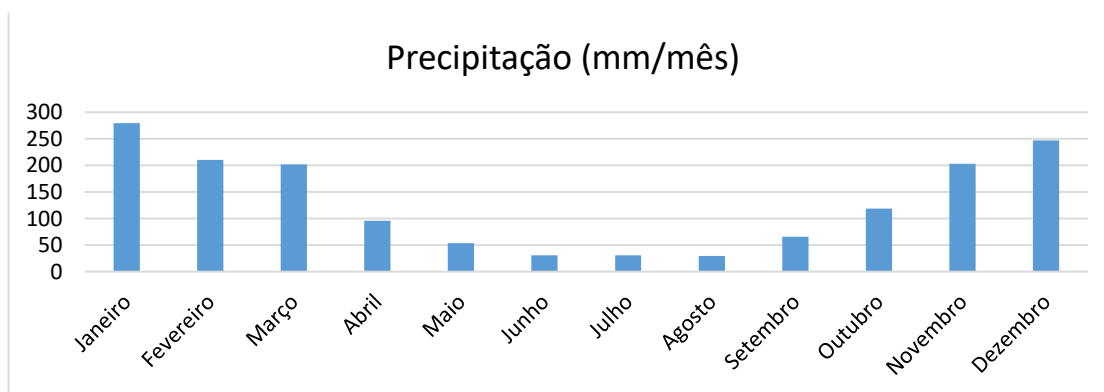
Figura 13 - Região a ser atendida pelo CTS



Fonte: Google Earth, adaptado

Período de intensas chuvas, novembro a janeiro, conforme gráfico 12 gerado por dados do ClimaTempo.

Gráfico 12 - Índices Pluviométricos



Fonte: ClimaTempo, 2024 – Adaptado

O cálculo da vazão nos meses chuvosos usando a equação 2, planilha EXCEL que gerou a tabela 3.

Tabela 3 - Cálculo da vazão nos meses mais chuvosos

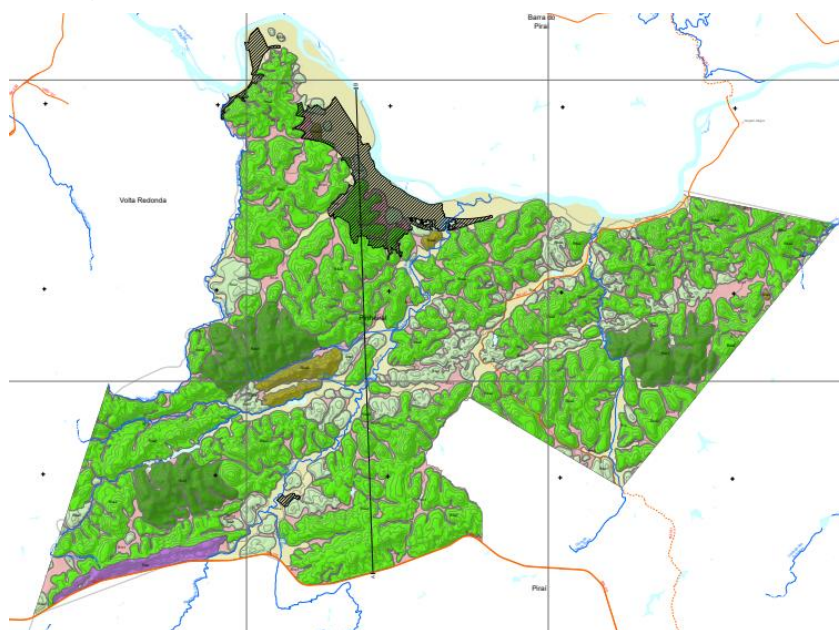
Local	Área de contribuição (m ²)	Índice pluviométrico Dez,Jan,Fev (mm)	Número de dias chuvosos	Total m ³ /dia
Bairro 1	156130	245,3	90	425,5
Bairro 2	655276	245,3	90	1786,0
Bairro 3	298652	245,3	90	814,0
Total	1110058	735,9	270	3025,5
Esgoto Combinado				4148,7

Fonte: Os autores

4.5.4 Levantamento da topografia e traçado

Após consulta no site rigeo.sgb.gov.br, verifica-se a topografia do local a ser instalado o sistema CTS (figura 14).

Figura 14 - Mapa do município com as curvas de nível



Fonte: rigeo.sgb.gov.br

4.5.5. Melhor(es) ponto(s) a ser(em) interceptado(s)

Verificou-se junto as imagens geradas pelo Google Earth e delimitou-se os melhores locais para instalar os pontos de interceptação, de acordo com a figura 13.

Bairro 1 está localizado mais a montante da bacia sanitária, conforme figura 15.

Figura 15 - Bairro 1



Fonte: Google Earth, adaptado

Bairro 2 é intermediário a montante da bacia sanitária (figura 16).

Figura 16 - Bairro 2



Fonte: Google Earth, adaptado

A localização do sistema CTS e da ETE foi no bairro 3 – Figura 17, pois é o que está mais a jusante da bacia sanitária, mais próximo do corpo hídrico e mais fácil para desapropriação por não possui edificações.

Figura 17 - Bairro 3



Fonte: Google Earth, adaptado

4.5.6. Especificações e dimensionamento das bombas

Cálculos preliminares para dimensionamento das bombas nas condições de esgoto puro e de esgoto combinado:

- Volume útil esgoto puro (tempo seco) (V_u)

$$Q_e = \frac{1123 \frac{m^3}{dia}}{\frac{24h}{dia}} = 46,8 \frac{m^3}{h} \therefore \frac{46,8 \frac{m^3}{h}}{3600 \frac{s}{h}} = 0,013 m^3/s$$

Sendo $T_r = 2h$:

$$V_u = Q_e * T_r = 46,8 \frac{m^3}{h} * 2h = 93,6 m^3$$

Comprimento = 10 m Largura = 5 m Altura = 2 m Vcx = 100m³

- Volume útil esgoto combinado (Vu)

$$Q_e = \frac{5272 \frac{m^3}{dia}}{24 \frac{h}{dia}} = \frac{220 \frac{m^3}{h}}{\frac{3600s}{h}} = 0,061 m^3/s$$

Tr = 2h

$$Vu = Q_e * T_r = 220 \frac{m^3}{h} * 2h = 440 m^3$$

Comprimento = 19 m Largura = 12 m Altura = 2 m Vcx = 456 m³

- Área do tubo de sucção esgoto puro:

Velocidade = 1,5 m/s

$$AT_{suc} = \frac{0,013m^3}{1,5 \frac{m}{s}} = 0,0087 m^2$$

- Área do tubo de sucção esgoto combinado:

Velocidade = 1,5 m/s

$$AT_{suc} = \frac{\left(0,061 \frac{m^3}{s}\right)}{1,5 \frac{m}{s}} = 0,041 m^2$$

- Diâmetro de sucção esgoto puro (Dsuc)

$$D_{suc} = \left(\sqrt{\frac{4 * 0,0087}{\pi}} \right) * 1000 = 110 \text{ mm}$$

- Diâmetro de descarga para esgoto puro (Dde)

Diâmetro de descarga será arbitrado como o valor logo abaixo do calculado para a sucção de acordo com Sobrinho, 2000, p355.

$$Dde = 90 \text{ mm}$$

- Diâmetro de sucção esgoto combinado (Dsuc)

$$D_{suc} = \left(\sqrt{\frac{4 * 0,041}{3,14}} \right) * 1000 = 228 \text{ mm}$$

- Diâmetro de descarga para esgoto combinado (Ddec)

Diâmetro de descarga será arbitrado como o valor logo abaixo do calculado para a sucção de acordo com Sobrinho, 2000, p355.

$$Ddec = 150 \text{ mm}$$

- Potência das bombas para esgoto puro (Pot)

$$Pot = \frac{Qe.H.\gamma}{3600.efBB} = \frac{47 * 22 * 1000}{3600 * 75} = 4,0 \text{ cv}$$

- Potência das bombas para esgoto combinado (Pot)

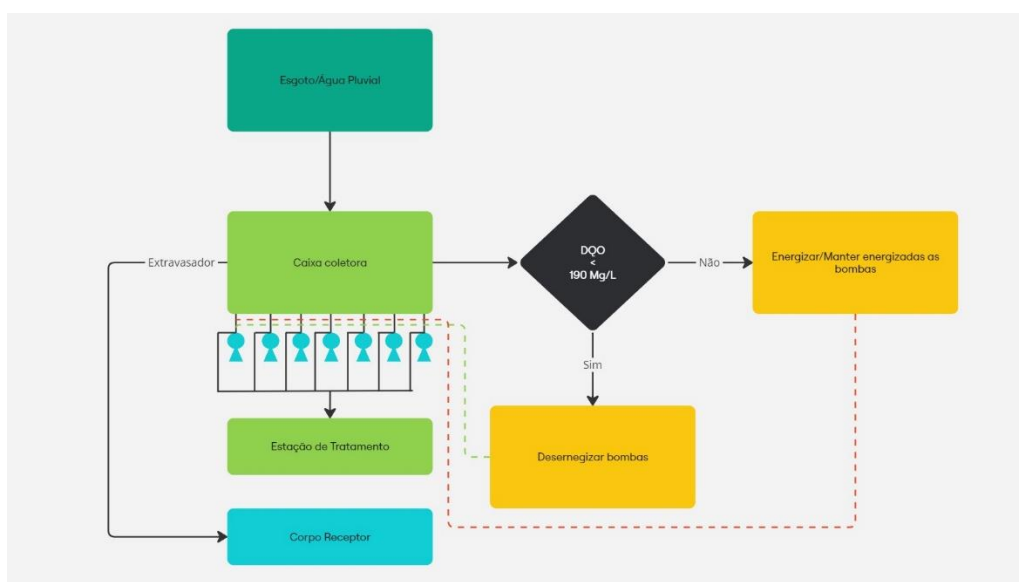
$$Pot = \frac{220 * 22 * 1000}{3600 * 19,7} = 68,25 \text{ cv}$$

Para a potência calculada de 68,25 cv, afim de atender a vazão máxima, tem-se como indicação sete bombas *SULZER PE 80/2D-E 50/2"* com potência nominal unitária de 10,7 cv, as quais serão acionadas conforme o aumento da vazão, diante da instalação de boias com sensores de nível (vide anexo A).

4.5.7. Aplicação do sistema de controle

O sistema de controle pode ser visualizado por meio da figura 18.

Figura 18 - Fluxograma do sistema de Controle



Fontes: Autores (2024).

4.5.8. Definição dos parâmetros normativos para lançamento de esgotos

Após averiguação na resolução 430 CONAMA e no site da CETESB, dos parâmetros para lançamento de esgoto sanitário, chega-se ao valor de DQO proporcional a 2:1 do valor citado para a DBO, conforme descrito abaixo:

$$\text{DBO}_{5,20} = 120 \text{ mg/L} \quad \text{DQO} = 240 \text{ mg/L}$$

4.5.9. Definição da vazão máxima de chegada na ETE para o set point

Tendo como referência os estudos Teixeira *et al.* (2017), que encontraram após várias coletas e análises os valores de DQO para água da chuva in natura, variando entre 45 mg/L a 86 mg/L, para tanto estaremos utilizando o valor médio de 65 mg/L.

Para a aplicação do set point para DQO foram usados os valores pesquisados por Leite *et al.* (2019), DQO máximo encontrado para o esgoto sanitário de 580 mg/L. Esses dados foram usados na simulação do cálculo com um set point de 190 mg/L de DQO, para a aplicação do CTS.

Para o cálculo da vazão de chegada na ETE foram usados os seguintes dados:

- DQOa = 65 mg/L, DQOeb = 580 mg/L, Qe = 1123 m³/dia, set point = 190 mg/L
- Onde:
- DQOa: Demanda Química de Oxigênio da água pluvial
- DQOeb: Demanda Química de Oxigênio do esgoto bruto
- Qe: Vazão de esgoto

Cálculo:

$$190 \frac{mg}{L} \leq \frac{x \cdot 65 + 1123 \cdot 580}{(x + 580)}$$

$$190x + 110200 \leq 65x + 651340 \quad \therefore 190x - 65x \leq 651340 - 110200$$

$$125x \leq 541140 \quad \therefore x \leq \frac{541140}{125} \quad \therefore x \leq 4329 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Capacidade da ETE $\leq (4329 \text{ m}^3 + 1123 \text{ m}^3) / \text{dia}$
- Capacidade da ETE $\leq 5452 \text{ m}^3 / \text{dia}$

4.5.10. Dimensionamento da caixa coletora

- Volume útil esgoto combinado (Vu)

$$Q_e = (5272 \text{ m}^3/\text{dia}) / 24 \text{ h/dia} = 220 \text{ m}^3/\text{h} / 3600 \text{ s/h} = Q_e = 0,061 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$T_r = 2\text{h}$$

$$V_u = \left(220 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right) * 2 = 440 \text{ m}^3$$

$$\text{Comprimento} = 19 \text{ m} \quad \text{Largura} = 12 \text{ m} \quad \text{Altura} = 2 \text{ m} \quad V_{cx} = 456 \text{ m}^3$$

4.6. Relação dos principais elementos do sistema projetado

Sob a perspectiva, de melhor visualização dos resultados obtidos no dimensionamento realizado, elaborou-se o quadro 3.

Quadro 3 - Resumo dos dimensionamentos

Parâmetros	Valor	Quantidade
Vazão de esgoto puro	46,8 m ³ /h – 0,013 m ³ /s	-----
Tempo de residência	2 h	-----
Volume útil de esgoto puro	93,6 m ³	-----
Dimensões da caixa coletora para esgoto puro	C: 10 m L: 5 m H: 2 m	-----
Volume da caixa para esgoto puro	100 m ³	-----
Vazão de esgoto combinado	220 m ³ /h – 0,061 m ³ /s	-----
Volume útil de esgoto combinado	440 m ³	-----
Dimensões da caixa coletora para esgoto combinado	C: 19 m L: 12 m H: 2 m	01 unidade
Volume da caixa para esgoto combinado	456 m ³	-----
Velocidade	1,5 m/s	-----

Área do tubo de sucção esgoto puro	0,0087 m ²	-----
Área do tubo de sucção esgoto combinado	0,041 m ²	-----
Diâmetro de sucção esgoto puro	110 mm	-----
Diâmetro de descarga esgoto puro	90 mm	-----
Diâmetro de sucção esgoto combinado	228 mm	-----
Diâmetro de descarga esgoto combinado	150 mm	-----
Potência da bomba esgoto puro	4,0 cv	01 unidade
Potência da bomba esgoto combinado	68,25 cv	7 bombas SULZER PE 80/2D-E 50/2 10,7 cv

Fonte: Os Autores, 2024

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante no cenário exposto para coleta e tratamento de esgoto nos municípios brasileiros, a captação em tempo seco se apresenta como alternativa técnica com potencial para atender as normas de lançamento de efluentes líquidos, viabilizando o tratamento biológico destes.

A concepção do presente projeto, ao contrário dos estudos sobre sistema CTS analisados, visa a eficiência do sistema de tratamento biológico, estabelecendo meios para que o volume captado não interfira negativamente na qualidade do efluente final. Dessa maneira, diminuindo o impacto do lançamento em corpos receptores.

O projeto apresentado não pretendeu exaurir completamente o tema abordado, sendo, portanto, sugerido futuras pesquisas de caráter científico e extensionista, de forma a elaborar e implementar projeto executivo, bem como estudo de viabilidade técnica, econômica e avaliação de impactos socioambientais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9649:1986 - **Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 7 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9648:1986 - **Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 5 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Atlas esgotos: **despoluição de bacias hidrográficas / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental**. Brasília: 2017. Disponível em: <https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/0ac689335d1641d2b88a32312d22c9ac_0/explore>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BALACCO G., LACOBELLIS V., PORTINCASA F., RAGNO E., TOTARO V., PICCINNI A. F., **Análise de um grande diário de manutenção das redes de esgoto de três províncias da Apúlia no sul da Itália**, Água, 12 (2020) 1–18, doi: 10.3390/w12051417.

BOD/COD INSTRUMENTATION. **BOD and COD are important water quality parameters for wastewater treatment operations**. Disponível em: <https://realtechwater.com/products/single-parameter-sensors/bod-cod-instrumentation/>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução n.º 430, de 13 de maio de 2011, Complementa e altera a Resolução no 357/2005**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. 2011.

BRASIL - Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.

BRASIL. Depto. de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. **Considerações sobre a pertinência e viabilidade da estratégia de captação de esgotos sanitários em sistemas de drenagem pluvial**. Disponível em: <<https://www.drhima.poli.ufrj.br/index.php/br/destaque/noticias/317-consideracoes-sobre-a-pertinencia-e-viabilidade-da-estrategia-de-captacao-de-esgotos-sanitarios-em-sistemas-de-drenagem-pluvial>>. Acesso em: 23 de maio de 2024.

BRASIL. GOV.BR. **Ministério das Cidades**. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/agua-e-esgotos-1/2021>>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_municipais/estimativas_populacionais/2017/RJ/pinheiral_2017_v1.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. INEA - Instituto Estadual do Ambiente. **Estabelece critérios e padrões de lançamento de esgoto sanitário**. Disponível em: <<https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/NOP-INEA-45.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. **Legislação Informatizada - LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007 - Publicação Original** Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-publicacaooriginal-64311-pl.html>>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. **Rigeo - Registro de Informações Geográficas e Geoespaciais**: documento 24273, 2023. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24273>. Acesso em: 20 set. 2024.

CÂMARA DOS DEPUTADOS FEDERAIS BRASIL. **Legislação Informatizada – Lei nº 11445 – Brasília DF, 05 de janeiro de 2007**. Disponível em: www2.camara.leg.br, Acesso em: 20 jan. 2024.

CHEN, S.; QIN, H.; ZHENG, Y.; FU, G. **Spatial variations of pollutants from sewer interception system overflow**. Journal of Environmental Management, v. 233, p. 748- 456, 2019.

CLIMATEMPO. **Climatologia de Pinheiral - RJ**. Disponível em: https://www.climatempo.com.br/climatologia/3251/pinheiral-rj#google_vignette. Acesso em: 20 nov. 2024.

ELLIS, J.B., BUTLER, D., **Surface water sewer misconnections in England and Wales**: Pollution sources and impacts, Science of the Total Environment, 2015, 526, pp. 98 –109.

ELOY, E. J. S., **Custos de infraestrutura: parâmetros de uma cidade média do interior do Estado de São Paulo**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. DOI:10.11606/D.3.2010.tde-20082010-142722. Acesso em: 2024-06-21.

FADEL, A. W.; DORNELLES, F., **Eficiência da Interceptação de Esgoto Sanitário em Rede Pluvial na Bacia do Arroio, RBRH** vol. 20 nº.4 Porto Alegre: out./dez. 2015 p. 970 – 979.

FERREIRA, K. B. (2013). **Aplicabilidade de tipos de sistemas urbanos de esgotamento sanitário em função de variáveis climáticas e topográficas** (Dissertação de Mestrado). Escola Politécnica & Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Recuperado em 2 de fevereiro de 2023, de <https://dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli848.pdf>

JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**, 4ª ed., SEGRAC, Rio de Janeiro - RJ, 2005, 932 p.

KUMBHAR D.S., MORE A. B., MANE S. J., **Curb pollution of river -dealing with dry weather flow interception**, D. Y. Patil College of Engineering, Akurdi, Sector 29 Nigdi Pradhikaran, Pune 411044, India

LEITE, V. D., *et al.*, **Tratamento Conjugado de Lixiviado de Aterro Sanitário e Esgoto Sanitário em Lagoas de Estabilização**, 30º Congresso ABES, 2019.

LI J. L., SHARMA K., LIU Y.Q., JIANG G. M., YUAN Z. G., **Previsão em tempo real do fluxo de esgoto impactado pela chuva para controle on-line de dosagem de produtos químicos em esgotos**, Water Res., 149 (2019) 311– 321.

LOPES, A. C. R., KUSTERCO, S. K., VOLSCHAN, I., **Captações de esgotos sanitários em tempo seco em galerias de águas pluviais: proposta de discussão sobre critérios e parâmetros de dimensionamento**. Artigo_edicao_239_n_2103 (revistadae.com.br), 2021.

MAGALHÃES, G. S.; CRUZ, L.F; PROVENZANO, Y., Critérios de Seleção de Áreas para Implantação de Coletor em Tempo Seco, **IV Simpósio Nacional de Engenharia Urbana** – Rio de Janeiro: 22 de novembro de 2023.

Norma Interna COMPESA (GPE-NI-007-01), **Diretrizes Gerais para Elaboração dos Projetos de Interceptores de Esgoto**, Recife PE, 21 de agosto de 2020. Disponível em: <<https://servicos.compesa.com.br/esgotamento-sanitario/>>. Acesso em: 24 de maio de 2024

OLIVEIRA, V. B., OBRACZKA, M., ALVES, S. R., & SOUZA, A. C. M. (2023). Captações de tempo seco: o estudo de caso do sistema de esgotamento sanitário do município de Armação dos Búzios (RJ). **Revista de Gestão de Água da América Latina**, 20, e9. <https://doi.org/10.21168/rega.v20e19>

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Como as Nações Unidas apoiam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acessado em: 09 de agosto de 2024.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E INSERÇÃO REGIONAL PINHEIRAL – Etapa 6 Versão2, RJ, 2014. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/saneamento/rj/rhIII/pinheiral/p8.pdf>>. Acesso em 10 maio de 2024

QUARANTA E., FUCHS S., LIEFTING H.J., SCHELLART A., PISTOCCHI A., **A hydrological model to estimate pollution from combined sewer overflows at the regional scale**. Application to Europe, J. Hydrol.: Reg. Stud. (2022)

QUARANTA E., FUCHS S., LIEFTING H.J., SCHELLART A., PISTOCCHI A., **Costs and benefits of combined sewer overflow management strategies at the**

European scale. Journal of Environmental Management, Volume 318, 15 September 2022, 115629

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico Temático do Serviço de Águas e Esgotos**, Brasília agosto de 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>. Acessado em: 22 de agosto de 2024.

SOBRINHO, P. A. e TSUTIYA, M. T., **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. São Paulo: EPusp/PHD. Acesso em: 22 jun. 2024, 1999

SPERLING M. V, SALAZAR B. L., **Determinação dos custos de capital para sistemas convencionais de esgoto (coleta, transporte e tratamento) em um país em desenvolvimento**, J. Water Sanit. Hig. Desenvolvedor, 3 (2013).

TEIXEIRA, C. A.; BUDEL, M. A.; CARVLHO, K. Q. de; BEZERRA, S. M. da C.; GHISI, E. **Estudo comparativo da qualidade da água da chuva coletada em telhado com telhas de concreto e em telhado verde para usos não potáveis**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 135-155, abr./jun. 2017.

THIOLLENT, M.T., **Metodologia da pesquisa-ação**, 17 ed 2009 Saraiva. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books>>. Acessado em: 27 de outubro de 2024.

TOLEDO, F.J.V., **Captação e Tratamento de Águas Residuárias em Tempo Seco**: revisão integrativa de literatura e contribuições para discussões sobre aspectos técnicos, econômicos, ambientais, sociais, legais e institucionais, Dissertação (Mestrado) – UFMG: 2023.

TOLEDO, L. M., WALL, F. C. M., OBRACZKA, M., SALOMÃO, A. L. S. (2021). **Avaliação dos indicadores de saneamento e da qualidade das águas dos tributários do sistema lagunar de Maricá, RJ**. In C. E. S. Paniagua (Ed.), Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária (pp. 229-243). Ponta Grossa: Atena Editora.

VERÓL, A. P; MIGUEZ, M. G.; TARDIN-COELHO, R. H.; BATTEMARCO, B. P.; RUTIGLIANI, V. A; COSTA, D. C. **Proposição do Sistema de Coleta em Tempo Seco em Arraial do Cabo (RJ) para Melhoria da Qualidade Ambiental**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v.08, n.59, 2020.

VOLSCHAN JR., I. The challenge of dry-weather sewage intakes as a sustainable strategy to develop urban sanitation in the tropics, **Water Practice and Technology**. v.15, n.1, p. 38–47, 2020. <https://doi.org/10.2166/wpt.2019.084>

WEATHER SPARK. **Clima e condições meteorológicas médias em Pinheiral no ano todo**. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/30469/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Pinheiral-Rio-de-Janeiro-Brasil-durante-o-ano#Sections-BestTime>>. Acessado em: 10 de maio 2024.

ZAWILSKI, M.; BRZEZIŃSKA, A., **Areal rainfall intensity distribution over an urban area and its effect on a combined sewerage system**. Urban Water Journal.

v.11, n.7, p. 532–542, outubro 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/1573062X.2013.831909>>.

Anexos A - Datasheet da seleção da bomba SULZER



TECHNICAL DATASHEET

SULZER

Submersible Grinder Pump Type ABS Piranha 09 -125

Submersible pumps for problem-free pumping of raw sewage in pipe lines from 1¼" (DN 32) and in pressure sewer systems.

Applications

Piranha submersible pumps have been designed for effective and economic dewatering using discharge lines of small diameter, in private, municipal and industrial areas.

- Sewage removal from houses in scattered settlements where the laying of a conventional sewer would be too expensive, where large ground undulations are present or where it is only possible to lay pipe lines of small diameter.
- Sewage removal from highway and motorway resting sites, community buildings and for renovation projects.
- For use in slaughter houses, food processing plants, paper factories, agriculture and similar areas.
- Piranha 09 is specially designed for private and domestic applications.
- Piranha S26 HH is specially designed for high head applications
- Maximum allowable temperature of the medium is 104 °F, or short term to 140 °F (max. 5 minutes).



Temperature monitoring

Thermal sensors in the stator to switch off the pump in the case of overheating and switch on automatically after cooling down. Temperature and leakage relays are required (see accessories table).

Motor

Three-phase 208, 230, 380, 460 and 600 V, or single-phase 208 and 230 V; 60 Hz; 2-pole (3400 rpm) or 4-pole (1750 rpm).
Cooled by amply dimensioned cooling areas.

Piranha 09: insulation class F, protection type IP68, non-Ex only.

Piranha S10 - S30: insulation class F, protection type IP68, Ex and non-Ex.

Piranha S26/2W HH: insulation class F, protection type IP68, non-Ex.

Piranha PE25/2C - PE125/2E: Premium Efficiency IE3 with NEMA Class A temperature rise, insulation class H, protection type IP68, Ex only.

Explosive-proof versions are in accordance with FM/CSA standards.

Types of operation and frequency of starting: Piranha-S has been designed for intermittent use only (S3, 25%) when dry-installed, and continuous use (S1) when submerged.

Pumps of the Piranha-PE series have been designed for continuous operation S1 when either submerged or dry-installed.

Materials

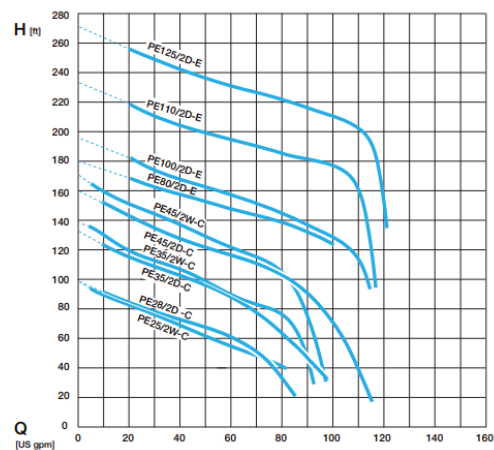
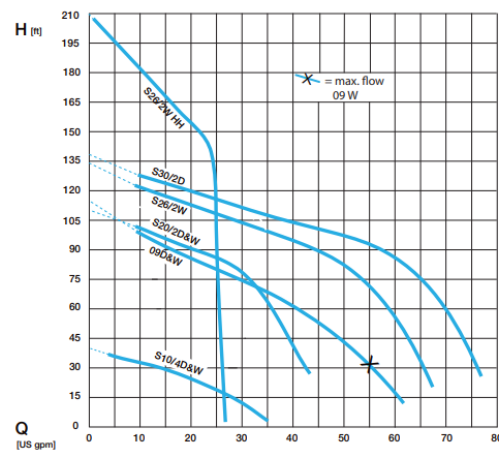
Upper lid *	Stainless steel AISI 304
Motor housing	Cast iron ASTM A48 Class35B
Rotor shaft	Stainless steel AISI 420
Volute	Cast iron ASTM A48 Class35B
Impeller	Cast iron ASTM A48 Class35B
Fasteners	Stainless steel AISI 316

* Piranha 09.

Technical data

Piranha	Discharge		Motor power **		Rated current (A)				Speed (rpm)	Cable type ***				Weight **** (lbs)
	Flange DN/ins	Internal thread *	(kW) P ₁	(hp) P ₂	230 V	208 V	460 V	600 V		230 V	208 V	460 V	600 V	
09/2W	32/1¼"	1¼"	2.83	3.02	13.5	n.a.	n.a.	n.a.	3400	(a)	n.a.	n.a.	n.a.	51
09/2D	32/1¼"	1¼"	2.53	2.68	8.0	n.a.	4.0	n.a.	3400	(b)	n.a.	(b)	n.a.	51
S10/4W [†]	32/1¼"	1¼"	1.48	1.34	6.5	7.2	n.a.	n.a.	1750	(c)	(c)	n.a.	n.a.	80
S10/4D	32/1¼"	1¼"	1.33	1.34	5.2	5.8	2.6	2.1	1750	(c)	(c)	(c)	(c)	80
S20/2W [†]	32/1¼"	1¼"	2.45	2.41	11.5	12.7	n.a.	n.a.	3400	(c)	(c)	n.a.	n.a.	80

Performance curves



H = Total Head Q = Discharge Volume. Curves to Hydraulic Institute. N.B. please use the ABSEL program to validate pump selection.

Anexo B - *Datasheet* da seleção do íon analisador **REALTECH**

- Affordable real-time BOD/COD organics monitoring
- Multiple wavelength sensor uses patent-pending technology for superior measurement performance
- Robust submersible probe with titanium or stainless steel housing
- Operator friendly, low maintenance UV LED design
- Reagent free optical measurements
- Simple to install and operate

MUNICIPAL DRINKING WATER
MUNICIPAL WASTEWATER
INDUSTRIAL PROCESS WATER
INDUSTRIAL WASTEWATER

air cleaning systems that lower maintenance while improving system performance, RealTech provides a total solution for all of your unique water quality needs.

Liquid Ai® Compatible

Our Liquid Ai® data services complement our real-time quality monitoring systems. Calibration Health Monitoring ensures accuracy and reliability are maintained so our clients can have the utmost confidence in their results, while our Remote Monitoring platform enables access to data anywhere, anytime.

MEASUREMENT PRINCIPLE

Real Tech's BOD/COD probe utilizes patent-pending technology to provide superior measurement performance across multiple wavelengths of light using UV LEDs. Many compounds absorb light in the UV-VIS spectrum including organic compounds. The sensor measures organics in a multi-dimensional way that results in improved correlations to aggregate organics water quality parameters, such as BOD and COD. This also allows the sensor to be able to detect changes in the composition of organics independently of their concentration. Real Tech's innovative BOD/COD probe is advancing wastewater management.

REALTECH
INC.

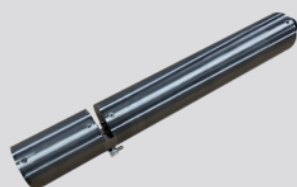
CONTROLLERS

Controllers include proprietary inputs for Real Tech sensors and accessories.

PRODUCT #	NAME	DESCRIPTION
S-229005	Real Controller Lite	Wall mounted controller with 4-line x 20-character back lit LCD display. Includes modbus RTU (RS485)
S-169000	Real Controller	Wall mounted controller with 4-line x 20-character back lit LCD display. Includes modbus RTU (RS485), 1 channel of 4-20 mA out and digital I/O module
S-11TPC	Real Controller Pro	Wall mounted controller with 12.1" colour LCD touch panel PC interface (PC inside cabinet model). Includes Modbus TCP
S-11TPCD	Real Controller Pro	Wall mounted controller with 12.1" colour LCD touch panel PC interface (PC external on door model). Includes Modbus TCP

ACCESSORIES

PRODUCT #	NAME	DESCRIPTION
S-228070	Probe Clean System	Cleaning valve module requires on-site compressed air or pressured water for automatic probe cleaning
S-228080	Compressed Air System	Compressor for air cleaning when compressed air not available on-site
S-219081	Probe Mounting Kit I	Provides secure mounting attachment for titanium or stainless steel probe to a tank wall or open channel wall. No pole included.
S-219082	Probe Mounting Kit II	Provides secure mounting attachment for titanium or stainless steel probe to a tank wall or open channel wall. 5' pole included.
S-219083	Probe Mounting Kit III	Provides secure mounting attachment for titanium or stainless steel probe to a tank wall or open channel wall. 10' pole included.
S-229085	Chain Mount	Stainless steel chain for mounting probe in open channel



BOD/COD PROBE SPECIFICATIONS

CHARACTERISTIC	TECHNICAL DATA	
	BA-X	BA-S
Model	BA-X	BA-S
Path Length	0.5, 1, 2, 4, 10 mm	
Parameters	BOD, COD, TOC, TSS	
Range	Depends on model selected. Refer to range chart.	
Units	mg/L	
Sampling Time	10 seconds	
Calibration	Factory calibrated. Field adjustment of calibration is possible.	
Cleaning	Automatic compressed air or pressurized water cleaning with optional Probe Clean System	
Self-Diagnostics	Detection and diagnosis of internal system fault	
Alarms	Continuous detection of leaks, lamp output, humidity, temperature and electrical fault	
Humidity Control	Humidity sensor with desiccant pack	
Wavelengths	Multiple wavelengths	
Light Source	UV LED	
Electrical/Comm.	From controller	
Pressure Rating	15 PSI	
Operating Temp.	0 to 45°C (32 to 113°F)	
Housing Material	Titanium (Grade 2)	Stainless steel (SS 316)
Wetted Materials	Titanium, Epoxy, Sapphire, SS 316, Viton	Epoxy, Sapphire, SS 316, Viton

S-229085

Chain Mount

Stainless steel chain for mounting probe in open channel

Real Tech Inc.

1150 Champlain Court,
Whitby, Ontario L1N 6K9 Canada
TF: 1.877.779.2888 T: 1.905.665.6888
info@realtechwater.com

REALTECH
INC.