

ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS PREDIAIS DE ESGOTO SANITÁRIO COM DIFERENTES CONCEPÇÕES DE VENTILAÇÃO

¹RAFAEL MÜLLER, ¹JOÃO MARCOS BOSI MENDONÇA DE MOURA, ¹LUANA SCHUSTER

¹Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

<muller.zepelin@gmail.com> <joao.moura@udesc.br> <luana.schuster@udesc.br>

DOI: 10.21439/conexoes.v19.4006

Resumo. A ventilação em sistemas prediais de esgoto é fundamental para garantir o conforto e a saúde do usuário. Nesse contexto, a pesquisa analisou o impacto técnico e econômico de dois tipos de ventilação (uma com suficiência de ventilação primária e outra com ventilação primária e secundária) em um edifício multifamiliar localizado em Blumenau, Santa Catarina. Os custos foram determinados com base no SINAPI (Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil), de abril de 2024. A ventilação secundária na edificação resultou em um aumento de custo equivalente a R\$ 3.352,66 (< 0,001% do valor global da obra), ou seja, um valor pouco expressivo em relação ao custo estimado para o empreendimento (R\$ 7.630.122,96). Recomenda-se que a edificação analisada e outras similares sejam concebidas com subsistemas de ventilação primária e secundária, considerando que profissionais brasileiros possuem maior familiaridade com esse tipo de sistema. Por outro lado, sistemas com suficiência de ventilação primária podem ser mais atrativos em edifícios mais baixos ou que demandam uma instalação mais compacta, facilitando a compatibilização dos sistemas construtivos. Futuras pesquisas poderiam realizar a mesma análise em outras cidades, com diferentes climas e usos de edificações, ampliando a discussão sobre a concepção de ventilação no Brasil.

Palavras-chave: instalação sanitária; edifícios; fecho hídrico.

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF BUILDING SANITARY SYSTEMS WITH DIFFERENT VENTILATION DESIGNS

Abstract. Ventilation in building sewer systems is essential to ensure user comfort and health. In this context, the study analyzed the technical and economic impact of two types of ventilation systems (one with sufficient primary ventilation and another with both primary and secondary ventilation) in a multifamily building located in Blumenau, Santa Catarina. Costs were determined based on the SINAPI (National System of Construction Costs and Indexes), April 2024. The inclusion of secondary ventilation in the building resulted in an additional cost of BRL 3,352.66 (<0.001% of the project's total value), which is negligible compared to the estimated cost of the development (BRL 7,630,122.96). It is recommended that the analyzed building, as well as other similar ones, be designed with both primary and secondary ventilation subsystems, considering that Brazilian professionals are more familiar with this type of system. On the other hand, systems with sufficient primary ventilation may be more attractive in lower buildings or in those requiring a more compact installation, as they facilitate the coordination of construction systems. Future studies could apply the same analysis in other cities with different climates and building uses, thereby expanding the discussion on ventilation design in Brazil.

Keywords: sanitary sewer; buildings; trap seal.

1 INTRODUÇÃO

O sistema predial de esgoto sanitário (SPES) é fundamental para o conforto e a preservação da saúde dos usuários de uma edificação. A Norma Brasileira (NBR) 8160 divide o SPES em dois subsistemas, um de coleta e transporte de esgoto e outro de ventilação (ABNT, 1999). Este último possui a função de equalizar as pressões no interior das tubulações de esgoto assegurando a manutenção do fecho hídrico dos aparelhos sanitários (Fioramonte; Neto; Reis, 2024). O fecho hídrico é a camada líquida de água que bloqueia a passagem de gases e mau odor para os ambientes internos das edificações (ABNT, 1999).

A importância de um SPES adequadamente ventilado tornou-se evidente durante a pandemia de COVID-19. Vários estudos relatam o contágio de pessoas por *Sars-Cov-2* devido à falha ou ausência do subsistema de ventilação, o que permitia a passagem de aerossóis contaminados entre diferentes apartamentos (Guo *et al.*, 2022; Han *et al.*, 2022; Shi, 2021). Gases provenientes do SPES também podem gerar efeitos nocivos à saúde dos usuários como tontura, mal-estar e dores de cabeça (Barbosa *et al.*, 2021).

Segundo a NBR 8160, o subsistema de ventilação pode ser concebido com ventilação primária e secundária ou apenas com ventilação primária. A ventilação primária é aquela “[...] proporcionada pelo ar que escoar pelo núcleo do tubo de queda, o qual é prolongado até a atmosfera, [...]” (ABNT, 1999, p.3). Na ventilação secundária o ar escoar no interior de colunas, ramais ou barriletes de ventilação (ABNT, 1999). No Anexo C da NBR 8160 (ABNT, 1999) consta os procedimentos para verificar a suficiência do subsistema de ventilação primária. Caso seja constatada a insuficiência do subsistema de ventilação primária, é possível optar pela alteração de parâmetros de projeto ou pela adoção da ventilação secundária.

A respeito das diferentes formas de ventilação, existem pesquisas que abordam aspectos climáticos, econômicos e experimentais (Fioramonte; Neto; Reis, 2024; Souza; Neves; Bezerra, 2023; Fernandes; Calves, 2006). *aes et al.* (2023) analisaram o impacto do número de pavimentos e da temperatura ambiente sobre o tipo de ventilação exigido para um SPES. No entanto, não há estudos que indiquem a vantagem econômica obtida com a supressão da ventilação secundária por meio da adoção de um sistema com suficiência de ventilação primária. Diante dessa problemática, este estudo objetivou analisar técnica e economicamente um SPES de um edifício residencial multifamiliar com diferentes concepções de ventilação.

2 METODOLOGIA

A metodologia empregada foi de natureza quantitativa, envolvendo a medição do consumo de materiais e análise de dados numéricos para estimar os custos relacionados às diferentes concepções de ventilação em SPES. O trabalho classifica-se como um estudo de caso, com foco na simulação de cenários e na estimativa de custos para diferentes concepções de ventilação em um SPES de um empreendimento residencial existente.

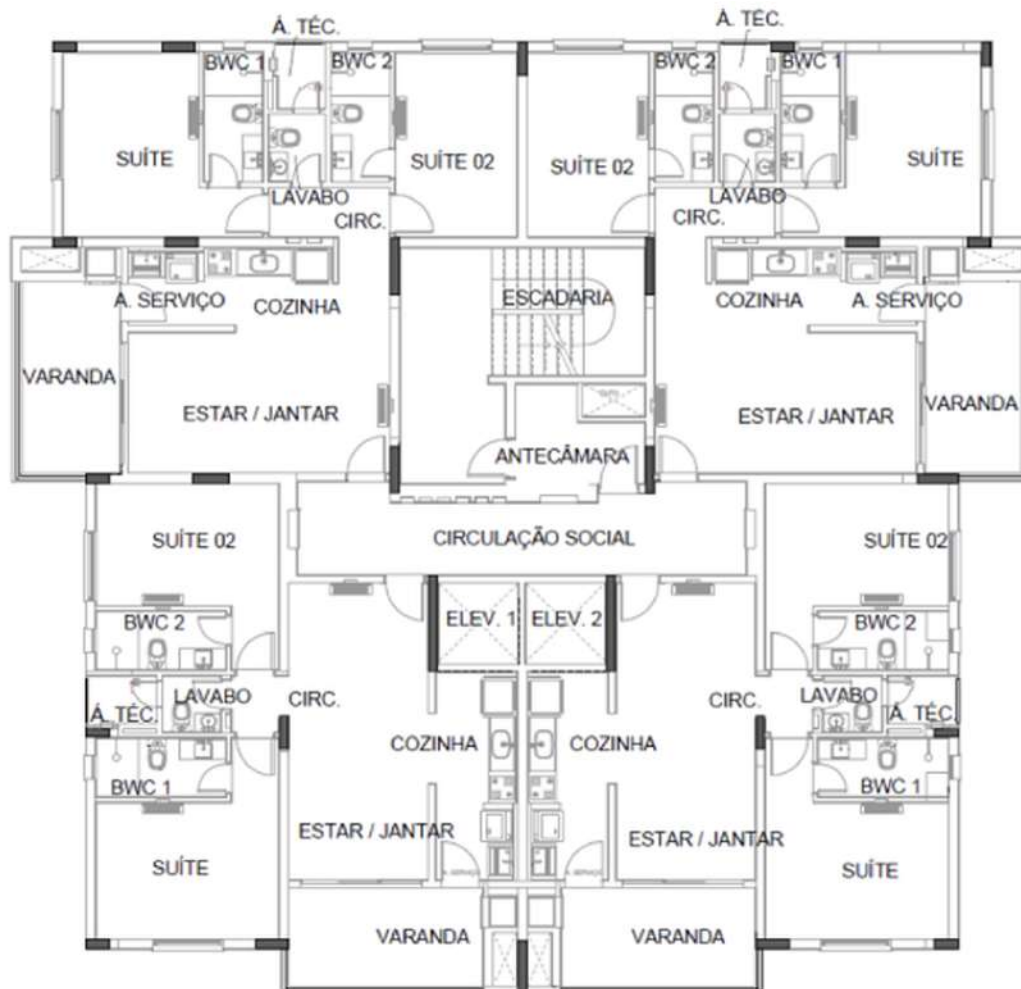
2.1 Caracterização da área de estudo

Foi desenvolvido um SPES para um edifício residencial multifamiliar de médio padrão localizado em Blumenau, bairro Itoupava Seca, Santa Catarina. O residencial possui doze (12) pavimentos e trinta e seis (36) apartamentos. Considerando a estimativa de custos via Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB) de Santa Catarina, de abril de 2024, padrão normal, R8 (prédio residencial com oito pavimentos), o custo total do empreendimento é estimado em R\$ 7.630.122,96. A temperatura mínima e máxima do mês mais quente (fevereiro) é igual a 21 °C e 28 °C, respectivamente. A umidade relativa do ar no mesmo mês é de 83% (Climate Data, 2021).

A edificação é constituída por dois pavimentos de garagem subsolo, um pavimento térreo (*hall* e área de festas) e nove pavimentos tipo. Os SPESs foram projetados considerando os seguintes ambientes sanitários dos apartamentos: banheiros das duas suítes, lavabo, área técnica, cozinha e área de serviço. Esses ambientes estão presentes em todas as unidades autônomas do edifício e, em cada pavimento tipo, se replicam quatro apartamentos com a mesma planta arquitetônica (Figura 1) e área de 71 m². O projeto original (desenvolvido pela construtora) teve seu conteúdo alterado para atender os requisitos da NBR 8160 (ABNT, 1999) e pode ser consultado em Müller (2024).

Para fins de comparação técnica e econômica, foram projetados dois SPESs, são eles: 1) SPES com subsistema de coleta e transporte dimensionado conforme método das unidades Hunter de contribuição e com suficiência de ventilação primária, conforme Anexo C da NBR 8160 (ABNT, 1999); 2) SPES com subsistema de coleta e transporte dimensionado conforme método das unidades Hunter de contribuição e com subsistema de ventilação primária e secundária dimensionados conforme as Tabelas 2 e 8 da NBR 8160 (ABNT, 1999). Embora alguns

Figura 1: Planta do pavimento tipo do empreendimento.



parâmetros da NBR 8160 sejam superestimados (Fernandes; calves, 2006), os métodos adotados se alinham com o que é mais recorrentemente aplicado no campo profissional.

2.2 Verificação da suficiência da ventilação primária

A verificação da suficiência de ventilação primária levou em conta a premissa do consumo simultâneo de todos os pavimentos. Na prumada dos banheiros e da área de serviço cada pavimento incrementa a vazão de 0,30 l/s (equivalente a vazão de duas bacias sanitárias com caixa acoplada ou uma máquina de lavar roupa). Na prumada da cozinha, cada pavimento acrescenta a vazão de 0,25 l/s (equivalente a vazão de uma pia de cozinha com misturador). A partir das características dos desconectores adotados nos diferentes ambientes sanitários da edificação (Tabela 1), procedeu-se a verificação da suficiência do subsistema de ventilação primária, conforme o Anexo C da NBR 8160 (ABNT, 1999).

Tabela 1: Ambientes sanitários e seus respectivos desconectores.

Desconector	Altura do fecho hidráulico inicial (mm)	Coefficiente de evaporação (mm.m ² /n°-semana)	Diâmetro de entrada (mm)	Diâmetro de saída (mm)	Ambientes sanitários que fazem uso
Caixa sifonada 150×150×50 mm com grelha	50	0,0055	38	50	Banheiros, lavabo, área técnica e área de serviço
Sifão da bacia sanitária	55	0,0080	-	-	Banheiros
Sifão tubular rígido tipo "P", conforme NBR 14162 (ABNT, 2017)	50	0,0017	38	50	Banheiros, cozinha, lavabo, área técnica e área de serviço

Fonte: Autores (2025).

Quadro 1: Descrição das condições da suficiência da ventilação primária

Condições	Inequações hidráulicas	Descrição dos parâmetros
1ª Condição: Perda de altura do fecho hidráulico admissível	$H_{a,i} \leq H_{r,i}$	$H_{a,i}$: Perda de altura do fecho hidráulico admissível para o desconector i , em milímetros; $H_{r,i}$: Perda de altura do fecho hidráulico resultante máxima por autossifonagem do desconector i , em milímetros; $H_{r,i} = 0$: neste estudo despreza-se o fenômeno da autossifonagem, dado o escoamento livre dos rejeitos sanitários.
2ª Condição: Depressão admissível	$D_{a,s} \geq D_r$	$D_{a,s}$: Depressão admissível no sistema, em Pascal; D_r : Depressão máxima provocada pelos efeitos de sifonagem induzida, tiragem térmica, ação do vento e das variações de pressão ambiental, em Pascal.
3ª Condição: Sobrepressão admissível	$S_{a,s} \geq S_r$	$S_{a,s}$: Sobrepressão admissível no sistema, em Pascal; S_r : Sobrepressão máxima no sistema, resultante dos efeitos de sobrepressão e das variações de pressão ambiental, em Pascal; $S_r = 0$: decorrente da consideração de que a sobrepressão oriunda das variações de pressão ambiental seja nula e de que as tubulações de esgoto não estejam interligadas nas regiões de sobrepressão dos sistemas sanitários.

Fonte: Adaptado pelos autores (2025) da ABNT (1999).

O subsistema de ventilação primária é considerado suficiente caso atenda as três condições (inequações hidráulicas) apresentadas no item C.1 do anexo C da NBR 8160 (ABNT, 1999, p. 54). No Quadro 1 são detalhados esses parâmetros.

2.3 Quantificação de custos

As composições unitárias de custos relativos ao SPES foram obtidas no SINAPI (Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil) de abril de 2024, não desonerado, com base nos valores para o estado de Santa Catarina. O levantamento de custos foi restrito apenas àqueles trechos que apresentaram diferença entre as duas concepções de ventilação. Portanto, não foi necessário realizar o levantamento dos trechos que permaneceram invariáveis, como o coletor predial, os subcoletores, caixas de inspeção e caixa de gordura. Também não foram analisados os dois primeiros pavimentos tipo, uma vez que o subsistema de coleta e transporte estava a parte dos demais, para evitar problemas relacionados à zona de sobrepressão, conforme o item 4.2.4.3 da NBR 8160 (ABNT, 1999, p. 5).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão discutidos aspectos relacionados à verificação da suficiência de ventilação primária do subsistema, seguido pelo comparativo técnico e econômico da implantação dos diferentes subsistemas de ventilação.

3.1 Verificação da suficiência de ventilação primária

Os valores alcançados na verificação das três condições que atestam a suficiência de ventilação primária em cada ambiente sanitário foram calculados para cada desconector (Tabela 2). Na 1ª condição da suficiência de ventilação primária os valores das perdas admissível no fecho hidráulico do sistema foram comparados com as perdas resultantes da autossifonagem. As perdas resultantes ($H_{r,i}$) foram consideradas nulas, conforme preconizado pela norma técnica no Anexo C no final da redação do item C.2.2.1, uma vez que se consideraram ramais com escoamento livre (ABNT, 1999, p. 57). Portanto, todos os desconectores atenderam a primeira inequação hidráulica (Tabela 2).

Tabela 2: Verificação da suficiência de ventilação primária

Condição	Ambientes sanitários	Verificação (desconectores)	Obs.
$H_{a,i} \leq H_{r,i}$ (mm)	Área de Serviço	35,87 mm > 0 mm (caixa sifonada) e 45,56 mm > 0 mm (sifão tubular rígido)	S
	Área Técnica	35,87 mm > 0 mm (caixa sifonada)	S
	Banheiro	34,45 mm > 0 mm (sifão da bacia sanitária)	S
	Cozinha	45,56 mm > 0 mm (sifão tubular rígido)	S
	Lavabo	45,56 mm > 0 mm (sifão tubular rígido)	S
$D_{a,s} \geq D_r$ (Pa)	Área de Serviço	490,80 Pa < 523,02 Pa (caixa sifonada e sifão tubular rígido)	NS
	Área Técnica	490,80 Pa > 303,60 Pa (caixa sifonada)	S
	Banheiro	490,80 Pa > 303,60 Pa (sifão da bacia sanitária)	S
	Cozinha	490,80 Pa > 453,52 Pa (sifão tubular rígido)	S
	Lavabo	490,80 Pa > 303,60 Pa (sifão tubular rígido)	S
$S_{a,s} \geq S_r$ (Pa)	Área de Serviço	490,5 Pa > 0 Pa (caixa sifonada e sifão tubular rígido)	S
	Área Técnica	490,5 Pa > 0 Pa (caixa sifonada)	S
	Banheiro	490,5 Pa > 0 Pa (sifão da bacia sanitária)	S
	Cozinha	490,5 Pa > 0 Pa (sifão tubular rígido tipo “P”)	S
	Lavabo	490,5 Pa > 0 Pa (sifão tubular rígido tipo “P”)	S

Nota: Obs.: Observação; S = suficiente; NS = não suficiente.

Fonte: Autores (2025).

No que concerne a 2ª condição de suficiência de ventilação, trabalhou-se com os valores de depressão admissível ($D_{a,s}$) para cada ambiente sanitário. A 2ª condição de suficiência apenas não foi atendida para o ambiente sanitário da área de serviço (Tabela 2). Por fim, a 3ª condição de suficiência foi aceita em todos os ambientes sanitários, uma vez que o valor de sobrepressão admissível superou o valor máximo de sobrepressão resultante no sistema, cumprindo, assim, a terceira inequação estabelecida pela NBR 8160 (ABNT, 1999). Ademais, os valores da sobrepressão resultante foram nulos, uma vez que, sob condições normais, o tubo de queda não oferecerá qualquer conexão nessas regiões de sobrepressão, respeitando os critérios de segurança estabelecidos na seção C.2.2.3 da NBR 8160 (ABNT, 1999, p. 60).

Vale ressaltar que para alcançar a suficiência da ventilação primária na área de serviço, seria necessário um tubo de 200 mm, o que ocuparia um espaço significativo no interior do *shaft* da edificação. Além disso, não há valores especificados para o coeficiente adimensional (α) em tubulações de 200 mm, o que dificulta uma modelagem hidráulica mais precisa. Importante ressaltar que o custo unitário para execução de um tubo de queda com 200 mm é significativamente maior, sendo 40,05% mais custoso que o de 150 mm, e 68,37% mais custoso que o de 100 mm, conforme dados do SINAPI de abril de 2024, não desonerado, de Santa Catarina. Portanto, para a edificação analisada, considera-se inviável executar um SPES com suficiência de ventilação primária na área de serviço e, por isso, o ambiente foi excluído da análise comparativa econômica.

3.2 Projeto de SPES validado

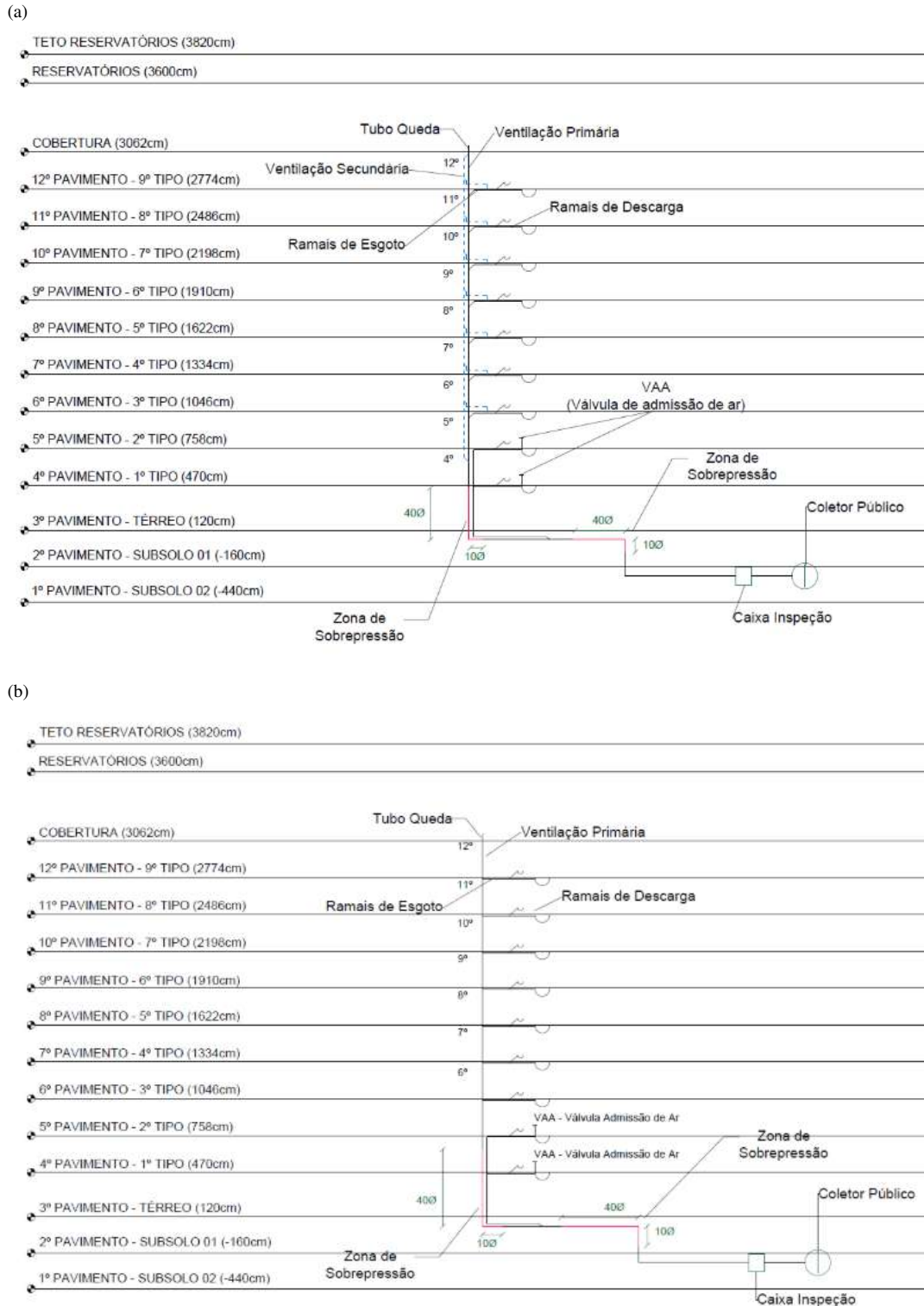
Na Figura 2a se observa elementos de um SPES da edificação com subsistema de ventilação primária e secundária e na Figura 2b o SPES com suficiência de ventilação exclusiva primária.

Observa-se que os três primeiros pavimentos são caracterizados como subsolo 02, subsolo 01 e térreo, respectivamente. Os pavimentos tipo iniciam no 4º e terminam no 12º. Foi realizada a segregação do SPES do 4º e 5º pavimento para protegê-los da sobrepressão do sistema, que tende a surgir em regiões de desvio (“pé”) do tubo de queda, segundo a NBR 8160 (ABNT, 1999). Portanto, os trechos correspondentes ao 4º e 5º pavimento permaneceram inalterados (Figura 2) e não foram incluídos no levantamento de custos.

A Figura 2 também evidencia o início e o fim das instalações secundárias e primárias; as zonas de sobrepressão (ou seja, aquelas que devem permanecer livres de conexões); as prumadas do tubo de queda e da coluna de ventilação; e o caminho das tubulações horizontais que direcionam os tubos de queda até o coletor público de esgoto

ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS PREDIAIS DE ESGOTO SANITÁRIO COM DIFERENTES CONCEPÇÕES DE VENTILAÇÃO

Figura 2: Esquema vertical dos diferentes SPES: a) com subsistema de ventilação primária e secundária; b) com suficiência de ventilação primária.



Nota: Cada pavimento é identificado com o valor do nível das cotas entre parênteses.
Fonte: Autores (2025).

sanitário.

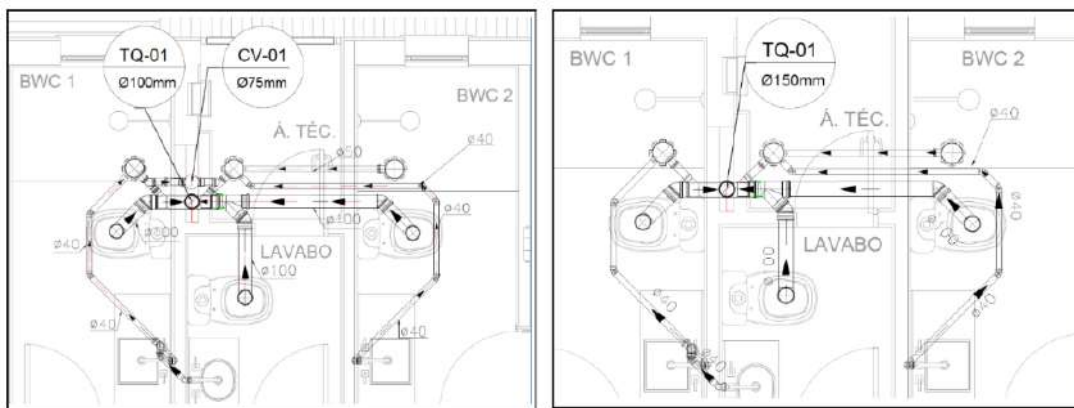
Finalmente, para garantir a adequada ventilação do tubo de queda nos pavimentos tipo 4º e 5º, adotou-se uma válvula de admissão de ar (VAA), conforme recomenda o item 4.3.4 da NBR 8160. As VAAs possibilitam o alívio de pressões negativas no SPES e, portanto, cumprem a função de um subsistema de ventilação secundária (Fernandes; calves, 2002), A prumada da área de serviço foi desconsiderada porque nesse ambiente o uso de SPES sem ventilação secundária se mostrou inviável para a edificação estudada, conforme abordado no item 3.1. Por essa razão, somente serão apresentados detalhes das instalações dos banheiros/lavabo/área técnica e da cozinha, onde efetivamente se fez a comparação econômica.

3.2.1 Layout dos ambientes sanitários

Na Figura 3 estão destacados os SPES com subsistema de ventilação primária e secundária (a) e com suficiência de ventilação primária (b). Banheiros, lavabo e área técnica encaminham o seu esgoto para uma prumada única (TQ-01 da Figura 3). Em ambas as alternativas se optou por encaminhar o esgoto da principal suíte do apartamento (BWC2) para o ralo da área técnica, que provavelmente será pouco utilizado. Essa medida permite uma renovação constante do fecho hidráulico do ralo da área técnica, o que melhora a eficácia no bloqueio da passagem de mau odor e reduz a formação de focos de água parada suscetível à criação do mosquito *Aedes Aegypt* e outros vetores transmissores de doença (Müller *et al.*, 2024).

Importante destacar que no sistema da Figura 3a existem cinco desconectores, são eles: sifão das três bacias sanitárias, caixa sifonada do BWC 1 e caixa sifonada da área técnica com tampa escamoteável. Os ramais de ventilação estão a uma distância adequada de cada um desses desconectores, conforme disposto na Tabela 1 da NBR 8160 (ABNT, 1999). Os dois ramais de ventilação se conectam a coluna de ventilação (CV) de maneira independente, por meio de junção 45° a 15 cm acima do nível de transbordamento, conforme prescreve o item 4.3.16 da NBR 8160 (ABNT, 1999, p. 13). Esse arranjo visa proteger o subsistema de ventilação da edificação contra a entrada de esgoto, o que garante um funcionamento adequado para o conforto e a proteção da saúde dos usuários.

Figura 3: SPES dos banheiros, lavabo e área técnica dos apartamentos (6º ao 12º pavimento): a) com subsistema de ventilação primária e secundária; b) com suficiência de ventilação primária.

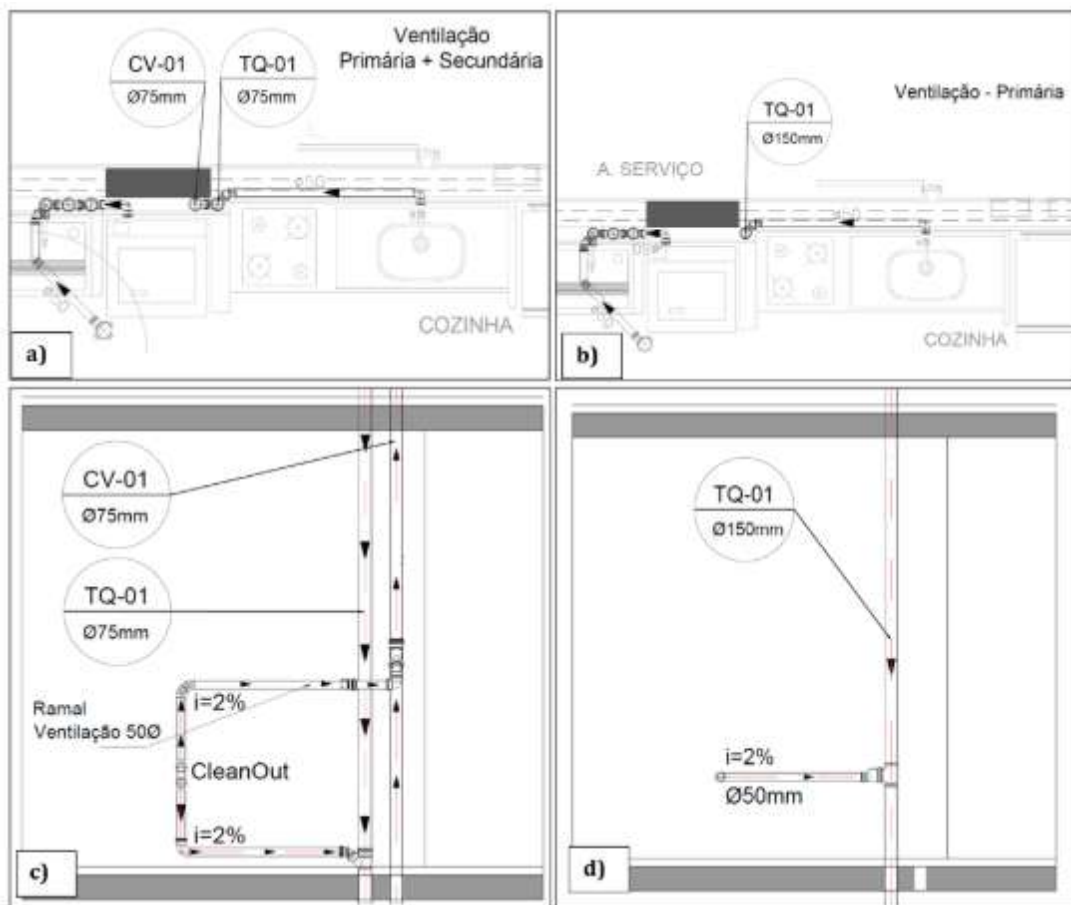


Fonte: Autores (2025)

Na Figura 3b também há cinco desconectores, no entanto, o sistema não possui ventilação secundária (coluna e ramais de ventilação). Em relação ao tubo ventilador (TQ-01), cada um dos desconectores está a uma distância não maior que a especificada na Tabela 1 da NBR 8160 (ABNT, 1999). Essa medida visa resguardar a eficiência da ventilação sobre o sistema predial de esgoto sanitário. Os ramais de esgoto se conectam ao tubo de queda por meio de uma cruzeta (Figura 3b), porque uma junção poderia fazer com que o esgoto bloqueasse a passagem de ar.

Na Figura 4 é apresentada a planta e a vista vertical da cozinha. Em ambos os casos está previsto um ponto de inspeção (*clean out*) e o uso da série reforçada no subsistema de coleta e transporte de esgoto, por conta da possibilidade de lançamento de esgoto em altas temperaturas. O único desconector do ambiente é o sifão tubular rígido da pia da cozinha. Esse sifão é previsto na NBR 14162 (ABNT, 2017), no entanto, até o momento, não se encontra comercialmente disponível no Brasil no formato de peça única com DN de 50 mm. Por isso, é possível fazê-lo com duas curvas curtas de 90°, um Joelho de 90° e uma luva, conforme recomenda Moura e Piske (2023).

Figura 4: SPES da cozinha dos apartamentos (6° ao 12° pavimento): a) planta com subsistema de ventilação primária e secundária; b) com suficiência de ventilação primária; c) esquema vertical com subsistema de ventilação primária e secundária; d) esquema vertical com suficiência de ventilação primária.



Fonte: Autores (2025).

Esse desconector possui a vantagem de ser autolimpante, além de ser mais durável e resistente que o sifão tubular moldável (Moura; Piske, 2023).

No SPES com subsistema de ventilação primária e secundária, o ramal de ventilação se deriva acima do ponto de ligação de esgoto (Figura 4c), o que evita o bloqueio da passagem de ar por conta dos ressalto hidráulicos e remansos gerados ao longo do fluxo do esgoto. O ramal de ventilação possui um aclave de 2% para garantir sua autolimpieza e ele se conecta à coluna de ventilação por meio de junção 45° a 15 cm acima do nível de transbordamento (Figura 4c), conforme prescreve o item 4.3.16 da NBR 8160 (ABNT, 1999).

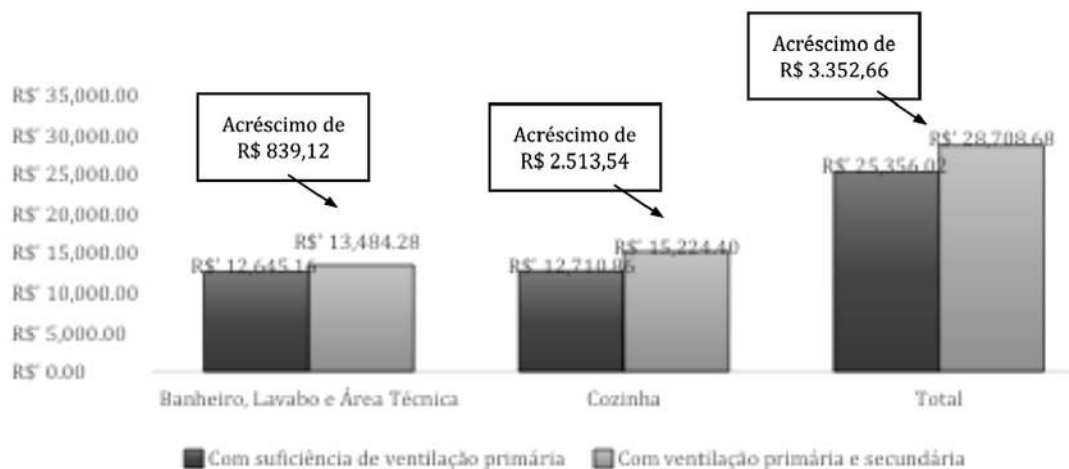
No SPES com suficiência de ventilação primária, o ramal de esgoto da cozinha se conecta ao tubo de queda por meio de uma redução de 50x100 mm e um tê (Figura 4d). O uso de junção poderia fazer com que o esgoto bloqueasse a passagem de ar, causando a redução da eficiência da ventilação. Por fim, observa-se que a coluna de ventilação (Figura 4c) e o tubo de queda (Figura 4d), ambos tubos ventiladores dos seus respectivos sistemas, atendem as distâncias descritas na Tabela 1 da NBR 8160 (ABNT, 1999).

3.3 Análise das alternativas técnicas e custos

O comparativo de custos entre as diferentes formas de concepção do subsistema de ventilação corresponde às instalações do 6° ao 12° pavimento da edificação (Figura 5). O sistema com ventilação primária e secundária representa um acréscimo de R\$ 839,12 nos banheiros/lavabo/área técnica, enquanto na cozinha um aumento de R\$ 2.513,54. Portanto, a supressão da ventilação secundária representa uma economia total de R\$ 3.352,66 (Figura 5), o que é pouco significativo quando comparado ao valor estimado para o empreendimento

(R\$ 7.630.122,96).

Figura 5: Comparativo de custos entre as diferentes formas de concepção do subsistema de ventilação



Fonte: Autores (2025).

No Brasil, o sistema predial de esgoto de cozinhas geralmente é concebido com suficiência de ventilação primária (item 4.2.4.4 da NBR 8160, p. 5). Nesse cenário, se a supressão da ventilação secundária se concentrasse apenas nos banheiros, o benefício econômico seria ainda mais insignificante (R\$ 839,12) em comparação ao custo total do empreendimento.

O custo de implantação do SPES com subsistema de primária mostrou-se menor, por exigir um conjunto menor de peças e tubulações; resultando, assim, em um menor impacto sobre os custos de implantação do sistema (Quadro 2). Por outro lado, a concepção que combina ventilação primária e secundária, possui uma complexidade maior no conjunto de peças e conexões, causando um acréscimo nos custos do serviço e uma possibilidade maior de erros na sua execução (Fernandes; calves, 2002).

Os resultados indicam que a aplicação de um SPES com suficiência de ventilação primária pode ser mais vantajosa em edifícios mais baixos, sem que haja necessidade de alterar o diâmetro do tubo de queda (Quadro 2). Também pode ser vantajoso utilizar esse sistema em situações com maior restrição de espaço no entreferro ou para a passagem de tubulações verticais (Quadro 2).

Em SPES com ventilação primária e secundária, se requer maior cuidado para a integração com outros sistemas; no entanto, é um subsistema de ventilação culturalmente mais aceito e bem difundido no mercado (Quadro 2). A maior parte dos projetos no Brasil prevê a ventilação primária e secundária, que podem ser facilmente dimensionadas a partir das Tabelas 2 e 8 da NBR 8160 (ABNT, 1999).

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conclui-se que a ventilação secundária na edificação resultou em um aumento de custo pouco significativo (< 0,001%) em relação ao custo total do empreendimento. Portanto, do ponto de vista financeiro, recomenda-se que a edificação analisada e outras similares sejam concebidas com subsistemas de ventilação primária e secundária. Essa escolha é reforçada pelo fato de que projetistas e executores possuem maior familiaridade com esse tipo de sistema.

No entanto, sistemas com suficiência de ventilação primária podem ser mais atrativos em edifícios mais baixas, que não impliquem na alteração do diâmetro do tubo de queda. O subsistema também pode ser interessante para edificações que demandam uma instalação mais “enxuta”, visando facilitar a compatibilização do sistema predial de esgoto sanitário com os demais sistemas construtivos da edificação.

A adoção de um sistema com suficiência de ventilação primária na área de serviço se mostrou tecnicamente inviável para a edificação analisada ao se levar em conta o consumo máximo simultâneo. Contudo, sua implantação poderia ser adequada se fosse levada em conta premissas menos restritivas ou se a edificação tivesse um menor número de pavimentos (o que implica em menor vazão de projeto). Em síntese, ambos os subsistemas são viáveis;

Quadro 2: Análise comparativa dos subsistemas de ventilação primária e primária com secundária no SPES para o empreendimento estudado

Tópico	Com ventilação primária com secundária	Com suficiência de ventilação primária
Técnicos: vantagens e limitações	Arranjo mais conhecido e com maior aceitação na construção civil. Contudo, envolve um maior número de componentes, o que pode aumentar a chance de erro de execução ou dificultar a compatibilização com outros sistemas construtivos.	Pode ser mais adequado para edifícios mais baixos ou em edificações com limitação de espaço. Pode facilitar a compatibilização do SPES com outros sistemas construtivos. No entanto, o desconhecimento do sistema pode levar a erros de projeto e/ou execução. Demanda conhecimento técnico para a verificação da sua suficiência.
Econômico	Maior custo.	Menor custo.
Espacial	Exige maior espaço no entreferro devido aos ramais de ventilação.	Pode reduzir o espaço entreferro para a passagem de tubulações. Pouco viável para a área de serviço do empreendimento estudado.
Quantidade de conexões e peças	Maior.	Menor.
Diâmetro das tubulações	Prumadas tendem a apresentar diâmetros menores, porém em maior quantidade.	Não demanda uma coluna de ventilação. Por isso, prumadas tendem a apresentar diâmetros maiores, porém em menor quantidade.

Fonte: Autores (2025).

no entanto, economicamente, um SPES com suficiência de ventilação primária não oferece vantagens significativas.

Estudos futuros poderiam abordar esse mesmo comparativo em cidades com diferentes climas e em edifícios com diferentes usos e alturas, ampliando a discussão sobre o impacto econômico das diversas concepções de ventilação nas edificações brasileiras.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 14162: Aparelho sanitário – Sifão – Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- AES, C. M. G.; MARTINS, B. G.; FIORAMONT, B.; REIS, R. P. A. Estudo comparativo entre suficiência de ventilação primária ou necessidade de ventilação secundária. *In: Anais do SISPREL*. Porto Alegre: ANTAC, 2023. p. 237–242. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php>.
- BARBOSA, R. B. G.; ALMEIDA, R. d. S.; MEIRA, A. C. S.; SILVA, D. R. S.; MOURA, L. B.; PESSOA, T. Identification of socio-environmental impacts resulting from the implementation of the sewage treatment station in the semi-arid region of Paraíba. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e263101018678, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18678>.
- FERNANDES, V. M. C.; CALVES, O. M. G. Análise do uso de válvulas de admissão de ar nos sistemas de esgotos sanitários brasileiros. **Ambiente Construído**, v. 2, n. 4, p. 19–26, 2002.
- FERNANDES, V. M. C.; CALVES, O. M. G. Condições-limite para utilização do sistema de tubo de queda único nos sistemas prediais de coleta de esgoto sanitário residencial. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 1, p. 7–18, 2006.
- FIORAMONTE, B.; NETO, D. F. d. S.; REIS, R. P. A. Determinação dos subsistemas de ventilação dos sistemas prediais de esgoto sanitário em edifícios multipavimentos. **Paranoá**, v. 17, p. e54360, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.18830/1679-09442024v17e54360>.
- GUO, Y.; LI, X.; LUBY, S.; JIANG, G. Vertical outbreak of covid-19 in high-rise buildings: The role of sewer stacks and prevention measures. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 29, p. 100379, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2022.100379>.
- HAN, T.; PARK, H.; JEONG, Y.; LEE, J.; SHON, E.; PARK, M.; SUNG, M. Covid-19 cluster linked to aerosol transmission of sars-cov-2 via floor drains. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 225, n. 9, p. 1554–1560, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/infdis/jiab598>.
- MOURA, J. M. B. M. d.; PISKE, I. Análise de desconectores em ralos lineares: um comparativo entre práticas nacionais e internacionais. *In: Anais do SISPREL*. Porto Alegre: ANTAC, 2023. p. 202–209. Disponível em: <https://doi.org/10.46421/sispred.v3.2949>.
- MÜLLER, R. **Avaliação técnica e econômica da implantação de sistemas prediais de esgoto sanitário com diferentes concepções de ventilação** — Universidade do Estado de Santa Catarina, Ibirama, 2024. Disponível em: <https://repositorio.udesc.br/handle/UDESC/1415>.
- MÜLLER, R.; MOURA, J. M. B. M.; SIMOES, R.; MOURA, S. R. S. Práticas de projeto para reduzir a proliferação do *Aedes aegypti* em sistemas prediais de esgoto sanitário. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**, v. 12, n. 4, p. 4891–4900, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.16891/2317-434X.v12.e4.a2024.pp4891-4900>.
- SHI, K. W. e. a. Quantifying the risk of indoor drainage system in multi-unit apartment building as a transmission route of sars-cov-2. **Science of the Total Environment**, v. 762, p. 143056, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143056>.
- SOUZA, W. M.; NEVES, L. C. S.; BEZERRA, I. Q. M. Análise do custo de implantação de sistema de ventilação na instalação sanitária de uma residência unifamiliar. **Facit Business and Technology Journal**, v. 2, n. 47, p. 507–529, 2023.