



**Encontro Técnico
AESABESP**

31º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente

CÓDIGO 5575 OPERAÇÃO OTIMIZADA DE SISTEMAS DE COLETA DE ESGOTOS

**Arnaldo Boa Sorte de Oliveira
Julio Souto Pera Simões**

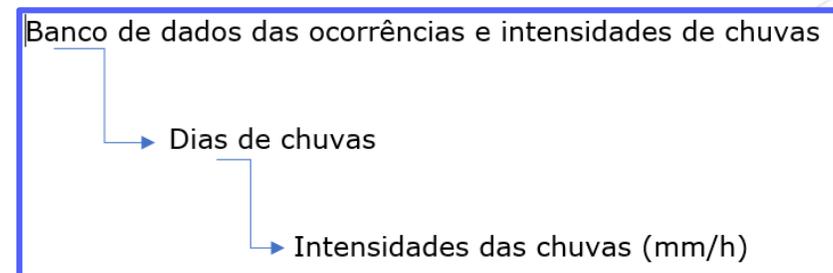
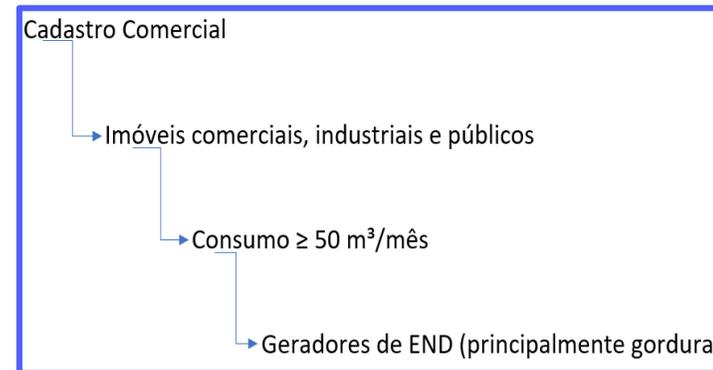
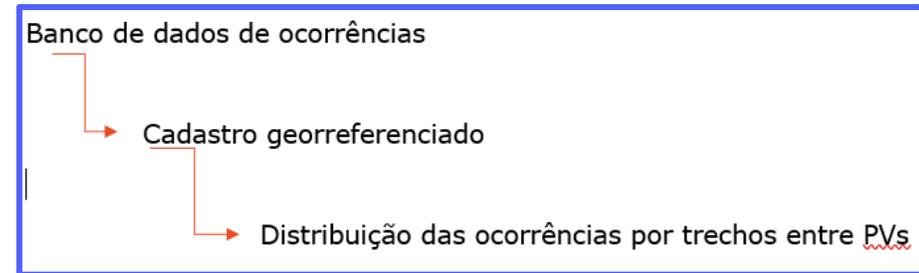
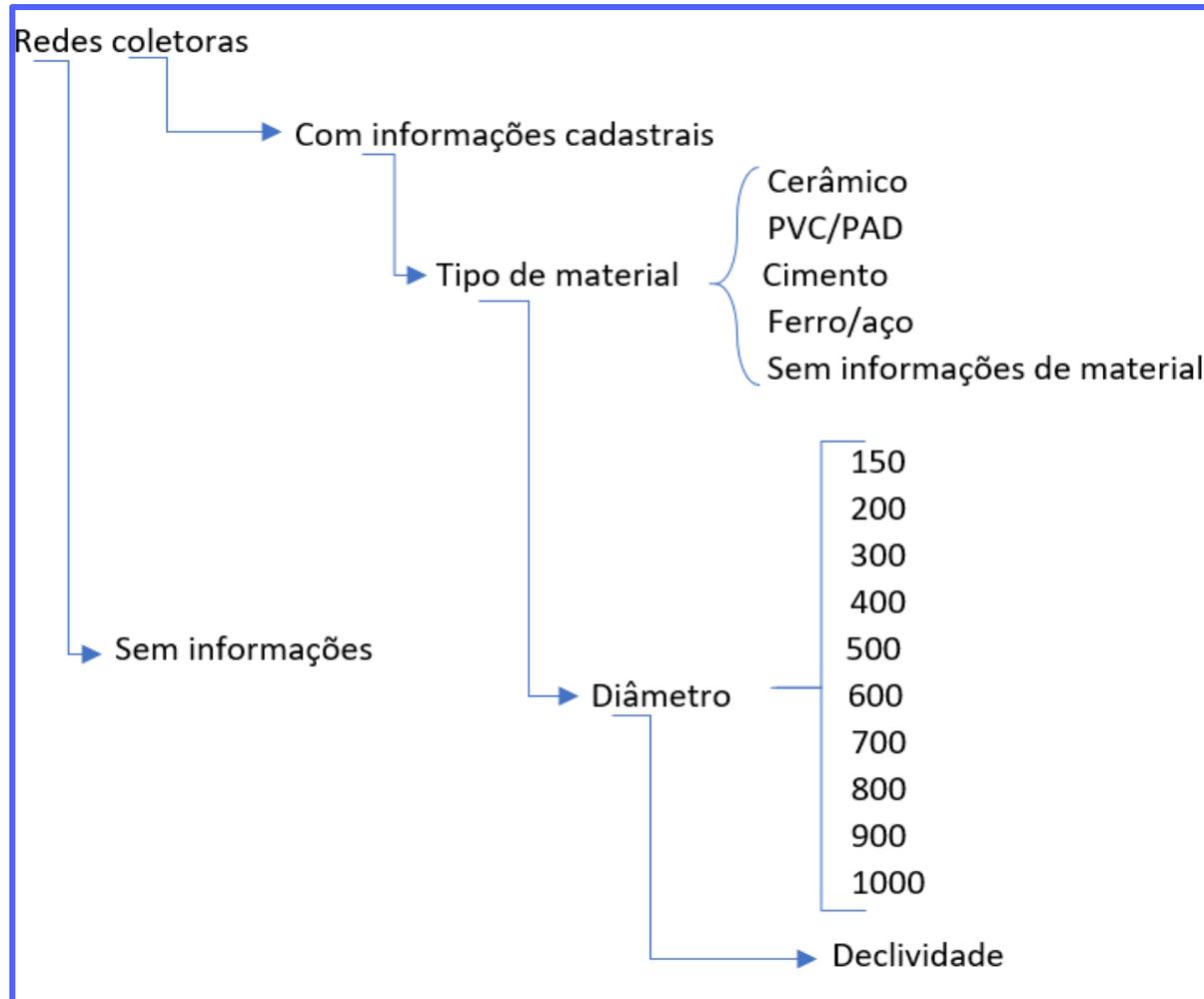
**Norte Sul Hidrotecnologia e Serviços
Avenida Nordeste, 3001 – Vila Nova Curuçá – São Paulo – SP
www.nortesultec.com.br**

O que é operar sistemas de coleta de esgotos?

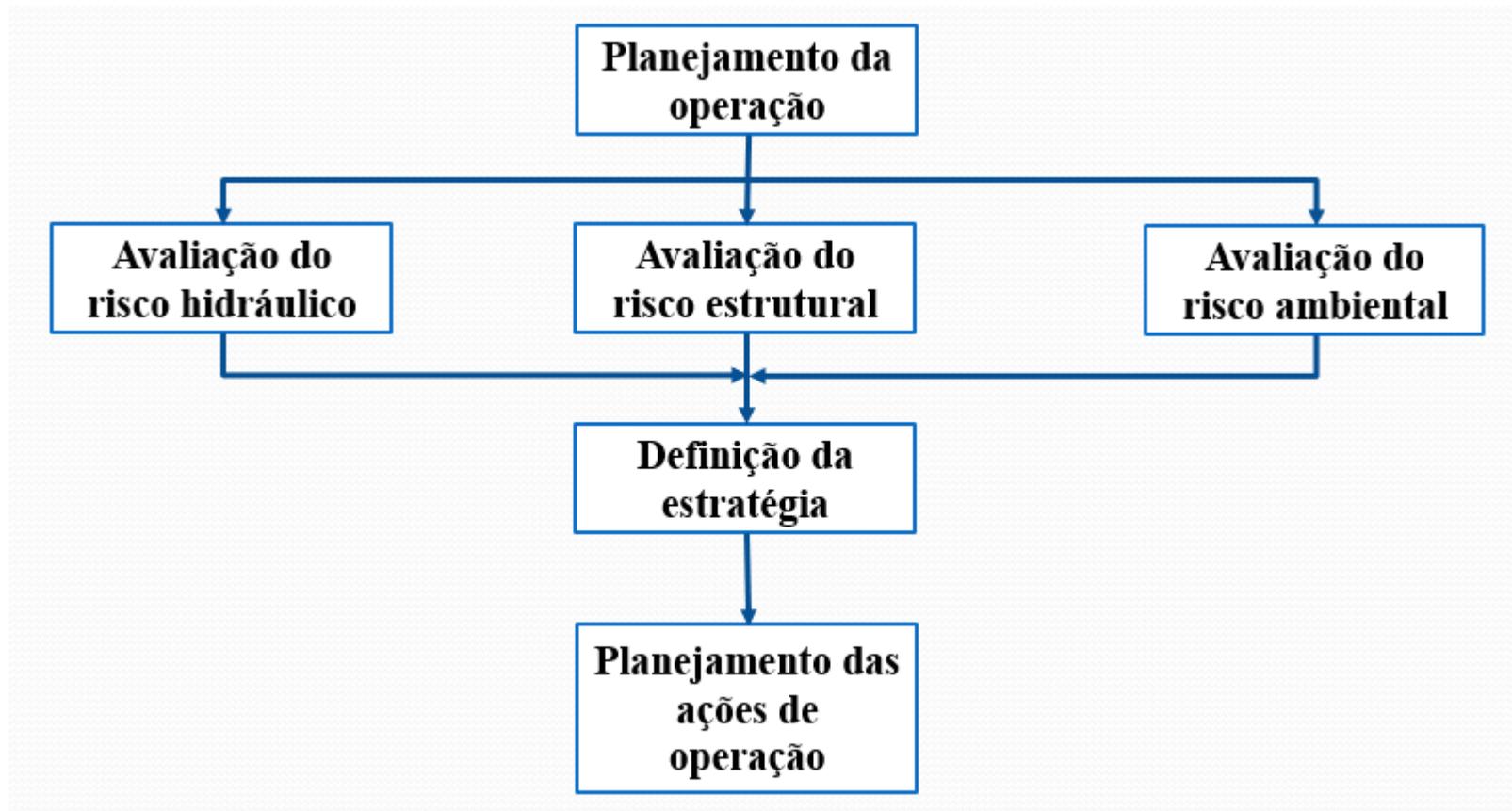
“**Operação** de sistemas de coleta de esgotos constitui em procedimentos de inspeção visual, filmagem e limpeza preventiva de coletores, que por sua vez geram demandas para a **manutenção** tais como reparos de PVs e tubulações que se somam a rotina de desobstruções dos coletores”

PLANEJAMENTO INICIAL

Coleta de informações:



PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO



DIAGNÓSTICOS E AVALIAÇÃO DE RISCO OPERACIONAL

Diagnóstico hidráulico que avalia o tipo e grau de risco no tocante a:

- **Baixa velocidade de escoamento**, que provoca o assoreamento sendo responsável pelos depósitos de areia e detritos ao longo do coletor, provocando obstruções, principalmente em coletores de menores diâmetros



DIAGNÓSTICOS E AVALIAÇÃO DE RISCO OPERACIONAL

Diagnóstico hidráulico que avalia o tipo e grau de risco no tocante a:

- **Alta velocidade de escoamento**, responsável pela erosão mecânica, onde a areia presente em escoamento com alta velocidade provoca o desgaste da geratriz inferior da tubulação bem como das bancadas dos poços de visita.



DIAGNÓSTICOS E AVALIAÇÃO DE RISCO OPERACIONAL

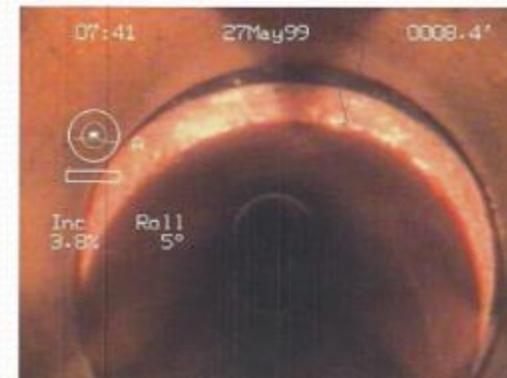
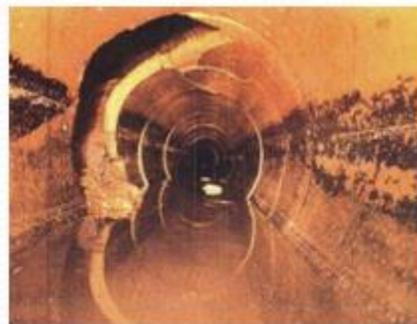
Diagnóstico hidráulico que avalia o tipo e grau de risco no tocante a:

- **Baixa velocidade**, responsável pela septicidade, que está associada a formação de gás sulfídrico (H_2S), que gera odor intenso e desagradável, corrosão em tubulações, poços de visita e estruturas de concreto, bem como produção de ambientes letais em espaços confinados.



DIAGNÓSTICOS E AVALIAÇÃO DE RISCO OPERACIONAL

Diagnóstico estrutural que visa a avaliação do estado do sistema de coleta do ponto de vista físico, caracterizando sua patologia:



DIAGNÓSTICOS E AVALIAÇÃO DE RISCO OPERACIONAL

Diagnóstico ambiental que avalia o impacto do tipo e quantidade do efluente lançado na rede coletora, principalmente relativo a:

- Efluentes não domésticos:



- Águas parasitárias (águas de chuva):



Mas como definir os trechos a serem avaliados?

“A regra é fazer certo no lugar certo”

- Para o diagnóstico hidráulico, o lugar certo está associado a declividade que promove a velocidade de escoamento.
- Para diagnóstico estrutural, o lugar certo está associado ao histórico das ocorrências materiais e idade da rede
- Para diagnóstico ambiental, o lugar certo está associado as ocorrências de obstrução onde o nexos causal são fontes geradoras de END (principalmente gordura) e refluxo de esgotos associados a ocorrência e intensidade das chuvas.

Diagnóstico hidráulico

- As condições de escoamento em superfície livre em coletores de esgotos podem, em regra geral, ser simplificada e consideradas em regime permanente e uniforme representadas pela equação de Gauckler-Manning-Strickler:

Determinação da declividade

$$Q = K \cdot A \cdot R h^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

como $Q = \frac{V}{A}$

teremos: $i = \left(\frac{V}{k \cdot R h^{2/3}} \right)^2$

Onde:

i = declividade em m/m
 v = velocidade em m/s
 K = coeficiente de Strickler em $m^{1/3}/s$
 R = raio hidráulico em m
 i = declividade em m/m

K = Coeficiente de Strickler para os diversos materiais das tubulações:

Tubo cerâmico: $80 \text{ m}^{1/2}/s$
Tubo PVC: $125 \text{ m}^{1/2}/s$
Tubo de concreto: $75 \text{ m}^{1/2}/s$
Aço: $100 \text{ m}^{1/2}/s$
Ferro Fundido: $70 \text{ m}^{1/2}/s$
Fibrocimento: $95 \text{ m}^{1/2}/s$

Diagnóstico hidráulico

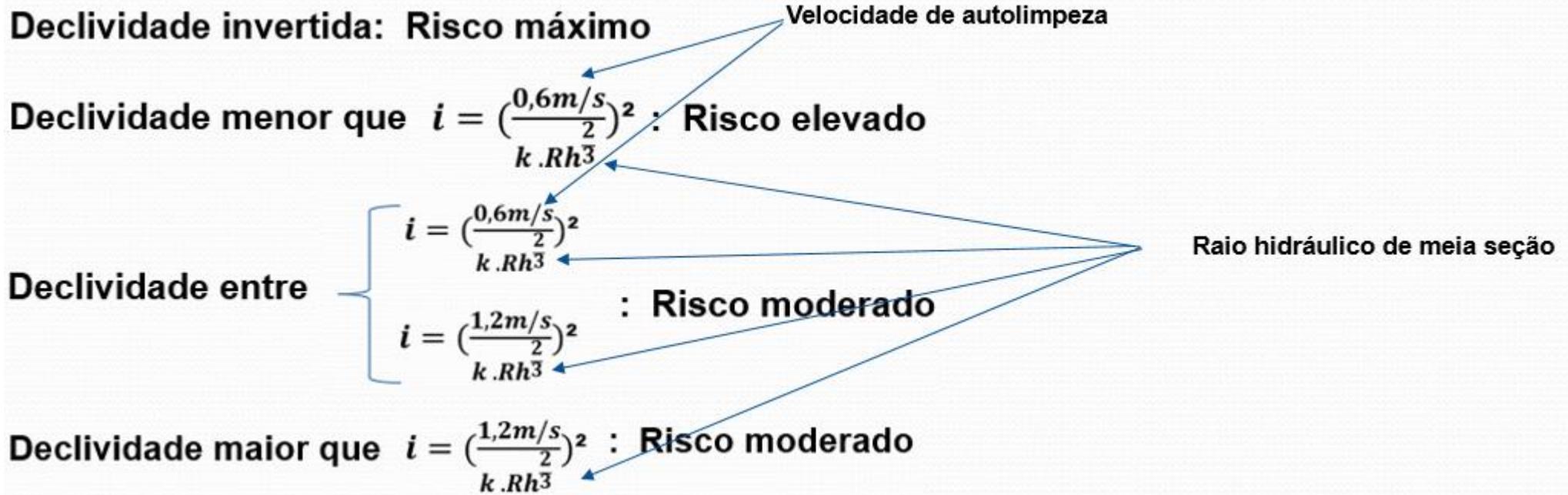
Risco de assoreamento

A classificação do grau de risco será:

- Máximo : Para trechos de rede com declividade invertida
- Elevado: Para trechos de rede que não atendam ao critério de autolimpeza (velocidade $< 0,6$ m/s)
- Moderado: Para trechos de rede cuja declividade possibilitam velocidades entre $0,6$ m/s a $1,2$ m/s
- Baixo: Para trechos de rede cuja declividade possibilita velocidade acima de $1,2$ m/s

Diagnóstico hidráulico

Tabela de risco de assoreamento



		MATERIAL			RISCO DE ASSOREAMENTO
		CERÂMICA			
		150	200	300	
Declividade (m/m)	invertida	invertida	invertida	invertida	Máximo
	De 0 a 0,007	De 0 a 0,005	De 0 a 0,003	De 0 a 0,003	Elevado
	De 0,007 a 0,015	De 0,005 a 0,010	De 0,003 a 0,006	De 0,003 a 0,006	Moderado
	Acima de 0,015	Acima de 0,010	Acima de 0,006	Acima de 0,006	Baixo

Diagnóstico hidráulico

Tabela de risco de erosão/escoamento aerado

A erosão mecânica está associada a velocidade: Quanto mais alta a velocidade maior o risco

Classificação de risco:

- **Elevado:** para declividade que promovam velocidade de escoamento superior a 5 m/s
- **Moderado** para declividade que promovam velocidade entre 3 a 5 m/s
- **Baixo** para declividade que promovam velocidade abaixo de 3 m/s

	Diâmetro do coletor (mm)				RISCO DE EROSÃO/AERADO
	150 a 300	400 e 500	600 a 900	≥1000	
Declividade (m/m)	> 0,140	>0,070	> 0,032	> 0,028	Elevado
	0,050 a 0,14	0,030 a 0,070	0,012 a 0,032	0,010 a 0,028	Moderado
	≤ 0,050	≤ 0,030	≤ 0,012	≤ 0,010	Baixo

Diagnóstico hidráulico

Tabela de risco de septicidade

O risco de septicidade está ligado a velocidade baixa de escoamento e ao consumo de oxigênio ao longo da tubulação em conduto livre.

A septicidade também é bastante recorrente nos trechos a jusante de tubulações de recalque de elevatórias, haja vista que:

- O esgoto permaneceu por muito tempo circulando nas tubulações a montante da estação elevatória de esgotos
- Permanece algum tempo no poço de sucção da EEE
- Tem ausência de arejamento nas tubulações de recalque

		MATERIAL				RISCO DE SEPTICIDADE
		CIMENTO				
		400	500	600 a 900	1000	
		Trecho a jusante da linha de recalque de EEE				
Declividade (m/m)	invertida	invertida	invertida	invertida	invertida	Máximo
	De 0 a 0,002	De 0 a 0,001	De 0 a 0,001	De 0 a 0,001	De 0 a 0,001	Elevado
	De 0,002 a 0,004	De 0,001 a 0,003	De 0,001 a 0,002	De 0,001 a 0,002	De 0,001 a 0,0015	Moderado
	Acima de 0,004	Acima de 0,003	Acima de 0,002	Acima de 0,002	Acima de 0,0015	Baixo

Diagnóstico estrutural

- Os elementos principais em que se assenta o diagnóstico estrutural são a identificação dos trechos frágeis do sistema e a inspeção direta de tais pontos.
- Para diâmetros até 300 mm, o risco estrutural terá como base as ocorrências de obstruções registradas ao longo de 12 meses, espacializadas sobre a base cadastral, classificando o risco por trecho entre poços de visita em função da quantidade de ocorrência:

DIÂMETROS	RISCO DE ESTRUTURAL
150 a 300 mm	
Acima de 8 obstruções/ano	Máximo
De 5 a 8 obstruções/ano	Elevado
De 2 a 4 obstruções/ano	Moderado
Até 1 obstruções/ano	Baixo

Diagnóstico estrutural

Para diâmetros acima de 400 mm, onde as ocorrências de obstruções são raras e quando acontecem, estão associados ao colapso, será levado em consideração o material de construção e a idade, cujas principais características são:

- Coletores em alvenaria são coletores com idade bastante elevada e o ponto fraco considerado é a argamassa utilizada na construção que é bastante sensível a corrosão, possibilitando infiltrações, carreamento de solo e colapso.
- Coletores em cimento, cimento amianto e ferro fundido são sensíveis a corrosão pela presença de ácido sulfúrico derivado do sulfeto presente no esgoto, além dos cloretos.
- Coletores em cerâmica são resistentes a corrosão, sendo o ponto fraco associado ao assentamento negligente, principalmente quanto as juntas deslocadas.
- PVC/PAD são resistentes a corrosão e ponto fraco está associado ao assentamento negligente, principalmente quanto a observância da declividade prevista em projeto.

MATERIAL E IDADE DE COLETORES ≥ 400 mm	RISCO ESTRUTURAL
Alvenaria > 100 anos	Máximo
Cimento, cimento amianto e ferro fundido > 50 anos	Elevado
Cerâmica > 40	Moderado
PVC/PAD	Baixo

Diagnóstico ambiental

Classificação de risco para Efluentes não domésticos

Parte do diagnóstico ambiental está associado a identificação de imóveis geradores de efluentes não domésticos, que incluem imóveis indústrias, públicos e comerciais que impactem na operação do sistema de coleta no tocante as obstruções.

A classificação de risco ambiental será pela quantidade de obstruções registradas no trecho de rede onde situam-se tais imóveis geradores de efluentes não domésticos - END, assim teremos:

OCORRÊNCIA DE OBSTRUÇÕES EM TRECHOS COM LANÇAMENTOS DE END(*)	RISCO AMBIENTAL
Trechos com mais de 8 obstruções por ano	Máximo
Trechos entre 5 a 8 obstruções/ano	Elevado
Trechos entre 2 a 4 obstruções/ano	Moderado
Trechos com até 1 obstrução/ano	Baixo

(*) EFLUENTES NÃO DOMÉSTICOS INDUSTRIAIS, COMERCIAIS E PÚBLICOS

Diagnóstico ambiental

Classificação de risco para águas parasitárias

Durante a ocorrência de fortes chuvas, em alguns trechos ocorrem o extravasamento pelos poços de visita e refluxos em imóveis, porém, após as chuvas a situação retorna ao normal.

Para a classificação do risco, fazemos a distribuição geográfica das reclamações de refluxo de esgotos ocorridas no decorrer do ano, cruzando com os registros de ocorrências de chuvas e respectivas intensidade em mm/h, fornecidas pelo Centro de Gerenciamento de Emergência – CGE para o município de São Paulo (Clima Tempo também é uma opção) ou outra entidade e empresa especializada para outras localidades.

A classificação de risco é dada em função da intensidade de chuvas:

- **Risco máximo:** para trechos com registro de refluxo a partir de chuvas com intensidade de até 2,5 mm/h
- **Risco elevado:** para trechos de refluxo a partir em chuvas com intensidade de 2,5 mm/h até 10 mm/h
- **Risco moderado:** para trechos com refluxo apenas em chuvas com intensidade a partir de 10 mm/h até 50 mm/h
- **Risco baixo:** para trechos com registro de refluxo apenas em chuvas com intensidade maior que 50 mm/h

Ocorrências de reclamações de refluxo durante chuvas de acordo intensidade de chuvas	RISCO DE AGUAS PARASITÁRIAS
Chuva fraca com intensidade até 2,5 mm/h	Máximo
Chuva moderada com intensidade de 2,5 a 10 mm/h	Elevado
Chuva forte com intensidade de 11 a 50 mm/h	Moderado
Chuva violeta com intensidade > 50 mm/h	Baixo

Definição da estratégia

Risco de Assoreamento

Basicamente a estratégia de abordagem são limpezas e inspeções de campo em coletores visando preferencialmente uma operação proativa e não reativa, levando em conta os riscos operacionais e os recursos disponíveis.

Estratégia para desassoreamento em coletores até 300 mm:

- Risco máximo: limpeza semestral
- Risco elevado: limpeza anual
- Risco moderado: limpeza a cada 10 anos
- Risco baixo: limpeza dependendo dos recurso disponível

Estratégia para desassoreamento em coletores > 300 mm:

- Risco máximo: limpeza semestral
- Risco elevado: limpeza anual
- Risco moderado: limpeza a cada 10 anos
- Risco baixo: limpeza dependendo dos recurso disponível

Definição da estratégia

Risco de Septicidade

Para diâmetros menores, até 300 mm, cujas tubulações são basicamente de cerâmica e PVC, a corrosão derivada da septicidade ataca principalmente as estruturas de poços de visita e estações elevatórias, além de odores mal cheirosos que podem chegar ao interior dos imóveis através das ligações domiciliares.

- **Máximo:** Inspeção visual anual em poços de visita, EEE e demais estruturas de concreto.
- **Elevado:** Inspeção visual bianual em poços de visita, EEE e demais estruturas de concreto.
- **Moderado:** Inspeção visual em poços de visita, EEE e demais estruturas de concreto a cada 5 anos.
- **Baixo:** Inspeção dependendo da disponibilidade de recurso.

Para diâmetros de 400 mm e maiores, cujo material de construção seja concreto, a corrosão derivada da septicidade ataca, além das estruturas dos poços de visita e elevatórias, também as tubulações, que ao longo do tempo levam ao colapso.

A estratégia de atuação quanto a periodicidade de cada nível de risco é análoga a de trechos até 300 mm, porém além da inspeção visual, também deverá ser feita inspeção por circuito interno de televisão.

Para linhas de recalque de EEE em material metálico, a estratégia prevê inspeção anual por memória magnética

Para trechos a jusante da linha de recalque de EEE, a inspeção visual, juntamente com inspeções por circuito interno de televisão deve ter uma periodicidade anual.

Definição da estratégia

Risco estrutural

O risco estrutural identifica e classifica os trechos com falhas estruturais e a estratégia de ação de acordo com o grau de risco é:

- **Máximo:** Inspeção visual em poços de visita e filmagem dos trechos, numa periodicidade anual até a eliminação da causa raiz das falhas.
- **Elevado:** Inspeção visual em poços de visita e filmagem dos trechos, numa periodicidade bianual até a eliminação da causa raiz das falhas.
- **Moderado:** Inspeção visual em poços de visita e filmagem dos trechos a cada 5 anos até a eliminação da causa raiz das falhas.
- **Baixo:** Inspeções dependendo da disponibilidade de recurso.

É extremamente conveniente que, para os trechos classificados como máximo e elevado, seja feito estudos de engenharia no sentido de identificar a causa raiz da grande incidência de obstruções no sentido de elimina-la, sob pena de perpetuar seu efeito.

Definição da estratégia

Risco ambiental – Efluentes Não Domésticos

A estratégia de abordagem para o risco ambiental gerado por imóveis com lançamentos de efluentes não domésticos, consiste em inspeções prediais visando identificar o nexos entre os lançamentos com as constantes obstruções de coletores.

- **Máximo:** Inspeção predial anual.
- **Elevado:** Inspeção predial bianual.
- **Moderado:** Inspeção predial a cada 5 anos.
- **Baixo:** Inspeções dependendo da disponibilidade de recurso.

Definição da estratégia

Risco ambiental – Águas parasitárias

A estratégia consiste na distribuição geográfica dos trechos susceptíveis a extravasamentos e refluxos de esgoto em épocas de chuva, traçamos a microbacia drenante para tais trechos e em cada microbacias deverá aplicado “testes de fumaça”, consistindo na injeção de fumaça na rede coletora a partir dos poços de visita, identificando desde imóveis com ralos de chuva e calhas ligadas ao ramal domiciliar de esgotos, até conexões da rede coletora com galerias de águas pluviais.

- **Máximo:** Inspeção predial semestral
- **Elevado:** Inspeção anual.
- **Moderado:** Inspeção predial bianual.
- **Baixo:** Inspeções a cada 5 anos.



Norte Sul Hidrotecnologia e Serviços

Avenida Nordeste, 3001 – Vila Nova Curuçá – São Paulo - SP

www.nortesultec.com.br

OBRIGADO

