

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Gás
Sulfídrico
nas Redes
de Águas
Residuais

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Dedicatória

Dedico o presente trabalho à minha esposa Sónia Cristina Nunes de Matos, pelo seu amor incondicional, pelo seu otimismo e perseverança para que nunca desistisse do meu percurso académico, expresso pelos encorajamentos pacientes e incansáveis, pela sua tolerância e compreensão pela sua afetividade, pelo tempo que não viveu para não me deixar sozinho, pelo meu mau-humor e nervosismo de tantas horas e pelo extremo carinho com que sempre as suportou.

A todos que me ajudaram a ser quem sou, que depositam confiança em mim e para os quais sou uma esperança, resta-me afincadamente não vos desiludir.

A todos muito Obrigado. Sem vocês nada disto teria sido possível.

“A Menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)

Bruno Miguel Marques de Matos

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Agradecimento

A presente tese de mestrado é o resultado de uma longa jornada, com alguns percalços, mas onde seguir em frente, sempre foi o caminho seguido.

Conciliar a vida pessoal, profissional e académica, nem sempre foi fácil, houvera momentos de considerável esforço próprio e dedicação superiores, horas de trabalho que avançaram pela madrugada, momentos em que eu queria estar em qualquer lugar do mundo ao invés de em frente ao computador. Porém, pelo supremo prazer que me deu, repetiria tudo de novo, sinto hoje que a dedicação que apliquei superou todo o sacrifício.

As minhas primeiras palavras de agradecimento são para os meus pais, José Luís Coelho de Matos e Maria Deolinda da Anunciação Marques de Matos, sem o amor, carinho, ensinamentos e educação que sempre me deram ao longo dos anos possivelmente não estaria aqui.

Além, de todo o seu apoio, eles sempre me disponibilizaram o necessário para que o meu aproveitamento escolar dependesse apenas de mim inculindo-me, ao mesmo tempo, um grande sentido de responsabilidade desde a mais tenra idade.

Ao meu irmão Luís José Marques de Matos, parte integrante da minha vida, por incentivar o amor ao estudo e à realização profissional.

Aos meus segundos pais, os meus sogros, Abílio da Rocha Nunes e Maria Luísa Coelho da Silva, por toda a ajuda dada nas horas difíceis e principalmente por estarem sempre ao meu lado prontos a fazer com que as dificuldades se dissipassem com atitudes e palavras.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Manifesto um sentido e profundo reconhecimento à minha família pelo papel fundamental que teve ao longo destes anos.

Expresso sentimento idêntico em relação a todos os meus amigos de longa data, pelas sobejas demonstrações de amizade, respeito e consideração.

Agradeço ao Professor José Manuel Martins Soares de Sousa, do Instituto Superior de Engenharia do Porto, que acreditou em mim e na viabilidade deste tema, aceitando ser orientador desde o primeiro dia que falei com ele, pela orientação séria e meticulosa, pela crítica construtiva e pela disponibilidade demonstrada em todas as fases que levaram à concretização deste trabalho.

Agradeço ao Doutor Nuno Marques Peiriço, Vice Presidente Health & Safety Veolia Water, pela amizade, pelas conversas ao longo deste anos, pela sua teimosia em sempre recusar uma análise fácil e errada quando uma mais difícil e certa está disponível, estimulando-me intelectual e emocionalmente.

À empresa AP – Águas de Paredes, S.A., manifesto apreço pela possibilidade de realização do presente trabalho e por todos os meios colocados à disposição para efetuar as medições de gás sulfídrico.

O meu Muito Obrigado.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Palavras-chaves: Prevenção, gás sulfídrico, medições, perigo.

Resumo

Os colaboradores que realizam a sua atividade profissional, no setor das águas residuais, reconhecem que a sua atividade é perigosa.

Esse conhecimento, foi adquirido pela experiência obtida ao longo dos anos, pelas várias formações e pelas notícias de acidentes, muitas vezes mortais, que têm acontecido na atividade.

Muita das vezes, os colaboradores têm dificuldade em aceitar o risco, porque na realidade não existe um histórico conhecido do que se passa no interior das redes de drenagem de águas residuais e consideram que o risco é apenas teórico.

Os portugueses são um Povo muito ligado à Cultura Popular, e são os ditados populares que melhor sintetiza as ideias expressas pelos trabalhador português “Ver para Crer, Como São Tomé” (SOUSA, Marcelo Rebelo de, Os Evangelhos de 2001, Lisboa, Bertrand Editora, 2001].

O objetivo principal com este trabalho, foi evidenciar que existem gases no interior das caixas de visita, mas principalmente, demonstrar que seu aparecimento e respetiva concentração, é variável e que ocorre sem aviso prévio!

Tornando assim, os trabalhos no interior das caixas de visita e das redes de drenagem de águas residuais domésticas, locais perigosos para quem opera no seu interior, sem a correta utilização dos equipamentos de proteção individual, (Epi e Epc).

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Sendo necessário, reforçar, a constante informação e formação para a utilização dos equipamentos de proteção individual e coletiva.

Com o presente estágio, pretendeu-se iniciar um registo histórico de medições nas redes de drenagem de águas residuais domésticas.

Com o resultado das medições que serão obtidas, pretende-se uma “Radiografia Fotográfica” ao interior das caixas de visitas das redes de drenagem de águas residuais.

Com os resultados deste estudo, pretende-se contribuir de forma clara e objetiva, para os perigos iminentes que existem efetivamente, no interior das redes de saneamento, com a presença de altas concentrações de gás sulfídrico, nocivo para a vida humana!

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Keywords: Prevention, hydrogen sulfide, measurements, risk.

Abstract

Employees who perform their professional activity in sewerage systems, recognize that their activity is dangerous.

This knowledge has been acquired through experience gained over the years, some by training event, other by the news of accidents, many of them deadly, which have happened in the activity.

Much of the time, employees have difficulty accepting the risk, because in reality there is no known history of what goes on inside the sewerage systems, and consider that the risk is only theoretical.

The Portuguese are a people very connected to the Popular Culture, “I accept that, but I am from the school of Saint Thomas and prefer, when it comes to these things, to see before believing” (SOUSA, Marcelo Rebelo, *The Gospels*, 2001, Lisbon, publisher by Editora Bertrand, 2001].

This study was carried out, for the primary purpose of the exhaust concentration of gases inside visit boxes, but mainly, shows that its appearance and respective concentration, varies and occurs without warning!

Without the correct use of personal protective equipment, work inside visit boxes is dangerous.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

If necessary, reinforce constant information and training on the use of personal protective equipment and collective.

This work intends to initiate a historical record of measurements of hydrogen sulfide present inside visit boxes.

With the results of measurements, intends to take a “Radiography Photo” to the sewerage systems.

With the final results of this study, intended to demonstrate clearly and objectively, imminent dangers causes by exposure to high concentrations of hydrogen sulfide gas.

Índice Geral

1.	Introdução	1
1.1.	Apresentação e Enquadramento do Tema:.....	1
1.2.	Objetivos do Estágio	3
1.3.	Organização do Trabalho:.....	4
1.4.	Apresentação da empresa:	4
1.4.1.	Apresentação do Grupo Veolia Água:	5
1.4.2.	Apresentação da empresa AP – Águas de Paredes, S.A.:	7
1.4.3.	Rede Drenagem de Águas Residuais:.....	9
2.	Drenagem e Tratamento de Águas Residuais	12
2.1.	Generalidade:	12
2.2.	Evolução do saneamento básico no mundo:	13
2.3.	Características do Saneamento Básico em Portugal:.....	18
2.4.	Dados estatísticos	19
2.4.1.1.	Principais indicadores do sector.....	23
2.4.1.1.1.	Investimento	23
2.4.1.1.2.	Nível de atividade.....	24
2.4.1.1.3.	Nível de emprego	24
2.4.2.	Dados estatísticos – Relatório do Estado do Abastecimento de Água e do Tratamento de Águas Residuais (INSAAR 2010 – dados de 2009).....	25
2.4.2.1.	Componentes dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais..	25
2.4.2.2.	Nível de cobertura / atendimento.....	26
2.4.2.3.	População coberta e atendida por sistema público de drenagem de águas residuais	27
2.4.2.4.	População atendida por sistema público de tratamento de águas residuais	30

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

2.4.2.5.	Drenagem de águas residuais.....	34
2.4.2.5.1.	Volume de águas residuais drenado (sector doméstico)	34
2.4.2.6.	Localização das instalações de tratamento de águas residuais.....	35
2.4.2.7.	Localização dos pontos de rejeição de águas residuais.....	37
3.	Sistemas de Saneamento Básico	38
3.1.	Tipos de sistema:.....	38
3.2.	Componentes de um sistema:.....	39
3.3.	Requisitos de Desempenho do Sistema:.....	41
4.	Higiene e Segurança do Trabalho.....	44
4.1.	Generalidades:	44
4.2.	Enquadramento Legal:.....	45
4.3.	Fatores de Risco da Atividade:.....	46
4.3.1.	Insuficiência de oxigénio atmosférico:.....	46
4.3.2.	Existência de gases ou vapores perigosos:.....	46
4.3.3.	Contacto com reagentes:	47
4.3.4.	Aumento brusco de caudal e inundações súbitas.	48
4.4.	Locais de trabalho potencialmente perigosas:.....	49
4.5.	Espaços Confinados:	50
4.6.	Acidentes de Trabalho:.....	50
4.7.	Considerações finais:.....	56
5.	Avaliação e Controlo dos Efeitos do Gás Sulfídrico	56
5.1.	Generalidades:	56
5.2.	Origem, natureza e propriedades do sulfureto de hidrogénio:.....	61
5.3.	Características do gás sulfídrico:.....	64
5.4.	Formação, libertação e oxidação do sulfureto de hidrogénio	65
5.5.	Expressões de cálculo da concentração de sulfuretos.....	69
5.5.1.	Expressão de cálculo para condutas sobre pressão.....	70

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

5.5.2.	Expressão de cálculo para condutas de escoamento com superfície livre.....	73
5.6.	Libertação de gás sulfídrico e ventilação.....	80
5.7.	Libertação de gás sulfídrico para o ar	82
5.8.	Ventilação em sistemas de drenagem.....	85
5.9.	Oxidação sobre as paredes dos coletores	87
5.10.	Efeitos do gás sulfídrico	89
5.10.1.	Considerações introdutórias.....	89
5.10.2.	Odor.....	90
5.10.3.	Toxicidade.....	92
5.10.4.	Corrosão.....	94
5.10.5.	Critérios de projeto.....	97
5.11.	Regras e procedimentos de controlo dos efeitos do gás sulfídrico.....	99
5.11.1.	Considerações introdutórias.....	99
5.11.2.	Regras de exploração de natureza mecânica	101
6.	Medições do Gás Sulfídrico	102
6.1.	Generalidades:.....	102
6.2.	Local das medições:	103
6.3.	Rede Coletora – Descrição da Bacia:	103
6.4.	Caixa de Visita:.....	104
6.5.	Conclusão:	106
7.	Considerações finais	106
	Referencias bibliográficas	109

Índice Figuras:

Figura 1.1 – Localização dos locais de atividade do Grupo Veolia Água em Portugal. [Fonte: (www.veoliaagua.com)]	6
Figura 1.2 – Mapa Geral – Rede de Águas Residuais da Águas de Paredes [Fonte: (www.aguasdeparedes.pt)].....	9
Figura 1.3 – Evolução do número de clientes de saneamento (Entre os anos de 2002 e 2011). [Fonte: (www.aguasdeparedes.pt)]	10
Figura 1.4 – Volume de Saneamento levado a tratamento (Entre os anos de 2002 e 2011). [Fonte: (www.aguasdeparedes.pt)]	11
Figura 1.5 – Evolução da Taxa de Cobertura da rede de saneamento (Entre os anos de 2002 e 2011). [Fonte: (www.aguasdeparedes.pt)]	11
Figura: 2.1 – Evolução do Saneamento Básico (1990 – 2002) (Fonte: Unicef).....	13
Figura: 2.2 – Conduta de Saneamento utilizado no passado [Fonte: (www.eloambiente.org.pt)]	14
Figura: 2.3 – Área de banho em Mohenjo-Daro [Fonte: (www.eloambiente.org.pt)].....	14
Figura: 2.4 – Sistema de Canal Aberto [Fonte: (www.eloambiente.org.pt)]	15
Figura: 2.5 – Indicadores gerais do mercado de saneamento de águas residuais [Fonte: (INSAAR, 2010)].....	20
Figura: 2.6 – Distribuição geográfica das entidades gestoras dos serviços de saneamento de águas residuais, por modelo de gestão [Fonte: (INSAAR, 2010)].....	21
Figura 2.7 – Evolução da população servida com drenagem e tratamento de águas residuais [Fonte: (INSAAR, 2010)]	22
Figura 2.8 – Distribuição da população servida com drenagem e tratamento de águas residuais por região hidrográfica [Fonte: (INSAAR, 2010)].....	23
Figura 2.9 – População coberta por sistemas de drenagem de águas residuais, por concelho. [Fonte: (INSAAR, 2010)]	29
Figura 2.10 – População atendida por sistema de tratamento de águas residuais, por concelho. [Fonte: (INSAAR, 2010)]	33

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Figura 2.11 – Águas residuais drenadas no sector doméstico, por Regiões Hidrográficas. [Fonte: (INSAAR, 2010)]	35
Figura 2.12 – Localização das estações de tratamento de águas residuais. [Fonte: (INSAAR, 2010)].....	36
Figura 2.13 – Localização das fossas sépticas coletivas. [Fonte: (INSAAR, 2010)]	36
Figura 2.14 – Localização dos Pontos de Rejeição, com descarga em meio recetor após tratamento. [Fonte: (INSAAR, 2010)]	38
Figura 2.15 – Localização dos Pontos de Rejeição, com descarga direta em meio recetor. [Fonte: (INSAAR, 2010)]	38
Figura: 5.1 – Distribuição das concentrações de equilíbrio das espécies H ₂ S, HS e S ²⁻ , em função do pH da massa líquida.....	62
Figura 5.2 – Formação de sulfuretos em coletores de águas residuais - condições anaeróbias.....	67
Figura 5.3 – Representação esquemática da formação, libertação e oxidação do sulfureto de hidrogénio num coletor de águas residuais.....	68
Figura: 5.4 – Variação do parâmetro Z _p , em função da velocidade e do diâmetro do coletor.....	77
Figura 5.5 – Variação da concentração de equilíbrio do gás sulfídrico no ar, em função da temperatura e da concentração em solução (adaptada de ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – 1985).	82
Figura 5.6 – Libertação do gás sulfídrico em águas residuais sépticas em função do declive do coletor ($h/D = 0,50$; $N = 0,013 \text{ m}^{-1}/3\text{s}$; $\text{H}_2\text{SL} = 1 \text{ mg/l}$) (adaptada de Matos 1992).	85
Figura 5.7 – Representação esquemática do encadeamento dos processos conducentes à redução do PH da superfície de betão.	88
Figura 5.8 – Distribuição da corrosão num coletor de águas residuais.....	97
Figura 5.9 – Efeito de uma operação de limpeza, num coletor de água residual, na concentração total de sulfuretos (adaptada de Thistlethayte em 1972).	102

Índice Tabelas:

Tabela 2.1 – Número de componentes prioritárias cadastradas no INSAAR [Fonte: (INSAAR, 2010)].....	25
Tabela 2.2 – População coberta e atendida por sistema de drenagem de águas residuais e respetivos índices. [Fonte: (INSAAR, 2010)].....	28
Tabela 2.3 – População atendida com sistema de tratamento de águas residuais e respetivo índice. [Fonte: (INSAAR, 2010)]	31
Tabela 2.4 – Volume de águas residuais drenado para o Continente e por Regiões Hidrográficas. [Fonte: (INSAAR, 2010)].....	34
Tabela 4.1 – Acidentes de trabalho (mortais e não mortais) por atividade económica (período 2000 – 2007) – [Fonte: (GEP/MSSS, 2012)]	51
Tabela 4.2 – Acidentes de trabalho (mortais e não mortais) por atividade económica (atividade destacada) (período 2000 – 2007) – [Fonte: (GEP/MSSS, 2012)].....	52
Tabela 4.3 – Acidentes de trabalho (mortais e não mortais) por atividade económica (período 2008) – [Fonte: (GEP/MSSS, 2012)]	53
Tabela 4.4 – Acidentes de trabalho mortais por atividade económica (período 2000 – 2007) – [Fonte: (GEP/MSSS, 2012)]	54
Tabela 4.5 – Acidentes de trabalho mortais por atividade económica (período 2008) – [Fonte: (GEP/MSSS, 2012)].....	55
Tabela: 5.1 – Efeitos nos Trabalhadores das Concentrações do Gás Sulfídrico	64
Tabela 5.2 – Impacte de odor associado ao gás sulfídrico	90

Índice Equações:

Equação 5.1 – Reação de formulação do ácido sulfúrico.	67
Equação 5.2 – Expressão de cálculo de formulação de sulfuretos de Pomeroy.	71
Equação 5.3 – Expressão empírica para a formação de sulfuretos em coletores de águas residuais com escoamento em superfícies livres, por Pomeroy e Bowlus em 1946.....	73
Equação 5.4 – Expressão empírica para a formação de sulfuretos em coletores de águas residuais com escoamento em superfícies livres, modificada.....	74
Equação 5.5 – Expressão para o cálculo do parâmetro f	74
Equação 5.6 – Formula para o escoamento de águas residuais em superfície livre em condições anaeróbias.	77
Equação 5.7 – Lei de equilíbrio pressão parcial do gás no ar	81
Equação 5.8 – Expressão para estimar a libertação de gás sulfídrico da massa líquida para atmosfera de coletores.	84

Índice Anexos:

Anexo I – Resultado das medições realizadas no terreno
Anexo II – Localização da caixa de visita e da respetiva bacia
Anexo III – Certificados de Calibração dos Detetores de Gases e Vapores

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

A.C. – Antes de Cristo;

ACGIH – American Conference on Governmental Industrial Hygienists;

CBO – Carência Bioquímica de Oxigênio;

CCTV - Circuito fechado de televisão;

CO – Monóxido de Carbono;

EGC – Entidades Gestoras;

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos;

ETAR – Estações de Tratamento de Águas Residuais;

FSC – Fossas Sépticas Coletivas;

GEP – Gabinete de Estratégia e Planeamento;

H₂S – Gás Sulfídrico;

INAG – Instituto da Água;

INSAAR – Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais;

MSSS – Ministério da Solidariedade e Segurança Social;

NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health;

O₂ – Percentagem de Oxigênio no ar;

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

OSHA – Occupational Safety and Health Administration;

P.P.M. – Parte Por Milhão;

PEAASAR – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais;

PEAD - Polietileno de Alta Densidade;

PERSU – Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos;

PRAA - Plano Regional da Água da Região Autónoma dos Açores;

PRAM – Plano Regional da Água da Região Autónoma da Madeira;

RH – Regiões Hidrográficas;

RUB – Resíduos urbanos biodegradáveis;

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO E ENQUADRAMENTO DO TEMA:

O presente estágio, é realizado no âmbito do mestrado integrado em Engenharia Civil e relativo ao ano letivo 2011/2012, têm como tema: “Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais”.

Uma das atuais preocupações mundiais é a gestão eficaz dos recursos naturais existentes no planeta.

Já desde a Idade Média, que a drenagem de águas residuais é uma preocupação, inicialmente surgiu por uma questão de saúde pública. O objetivo passava por afastar as águas contaminadas da sua origem para controlo de inundações e depois para proteção dos habitantes.

Durante a idade média, algumas das epidemias que devastaram cidades um pouco por toda a Europa foram, posteriormente, explicadas pela disseminação de microrganismos patológicas através da água.

Ao longo dos anos as preocupações foram-se alterando, tendo começado a surgir preocupações ambientais. À medida que as cidades cresciam, a capacidade auto depuradora do meio recetor foi-se esgotando, provocando alterações nos ecossistemas e consequências não só do ponto de vista ambiental mas também social, com perda de qualidade de vida. Começa nesta altura a necessidade de proceder ao tratamento da água residual e não apenas afastá-la das cidades.

No início, a engenharia sanitária centrou-se nos sistemas de drenagem, tendo posteriormente evoluído para a questão do tratamento de águas residuais, passando a

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

drenagem para um plano não tão relevante, no entanto, as exigências ambientais têm vindo a evoluir, pelo que foi necessário repensar a abordagem.

Em Portugal, esta temática está ainda a dar os primeiros passos, não sendo linear a transposição das abordagens seguidas noutras países.

Apesar de se terem efetuado avanços significativos no tratamento das águas residuais, enfrenta-se agora uma série de novos desafios que ameaçam não só o progresso, mas também a segurança hídrica nos próximos tempos.

Entre os vários desvios, salientam-se a incerteza sobre o clima e os diferentes padrões ambientais, a escassez de água, as populações em crescimento e o cumprimento rigoroso das normas ambientais.

Um dos grandes problemas na temática das águas residuais é a segurança dos colaboradores e da população envolvente, devido à produção do gás sulfídrico, com a inalação dos odores, bem como a consequência da sua exposição ao referido gás.

A importância do tema da segurança, levou a grande atenção, cuidados e preocupações, por parte das entidades gestoras, devido a ter fortes impactos na vida humana e na população em geral.

Por outro lado, os aspetos económicos são cada vez mais importantes na gestão das redes de drenagem e tratamento de águas residuais, uma procura lógica de redução dos custos poderá ter uma contribuição importante na competitividade das empresas devendo ser levados em consideração, para alcançar melhores resultados, todos os pontos de vista tecnológicos, económicos e ecológicos.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Para evitar problemas financeiros graves no futuro próximo, é necessária uma correta previsão e planeamento da evolução da rede pública, de acordo as necessidades das gerações futuras.

1.2. OBJETIVOS DO ESTÁGIO

O principal objetivo do presente estágio, consiste em desenvolver uma metodologia expedita de apoio à decisão no que toca às operações de sistemas de drenagem de águas residuais, permitindo às empresas a exploração dos sistemas de forma ativa e não reativa.

Seja na atividade de construção, seja, nos serviços de exploração dos respetivos sistemas, ao longo dos anos, têm existido um aumento dos acidentes de trabalho, infelizmente a maioria deles mortais ou com lesões graves, nas atividade relacionadas com exploração e drenagem de sistemas de águas residuais.

Pretende-se com o presente trabalho, chamar atenção para os riscos existentes no presente setor de atividade económica.

Por questões de organização, efetuar-se-á uma abordagem do contexto do saneamento ao nível histórico no mundo e os principais dados estatísticos até à presente data em Portugal.

O presente estágio, terá como mais-valia, a realização de medições no interior de uma caixa de visita da rede de drenagem de águas residuais doméstica.

Com as presentes medições, espera-se ter uma noção da realidade, a nível de gases, no interior de uma rede de drenagem de águas residuais. Através das medição que são propostas pretende-se ser o mais realista possível.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO:

O presente trabalho, encontra-se organizado em 7 capítulos.

No capítulo I – “Introdução”, faz-se uma apresentação do tema, enquadramento dos conceitos do estágio realizado.

No capítulo II – “Drenagem Tratamento Águas Residuais”, é realizado um conceito geral das águas residuais e da presente situação em Portugal.

No capítulo III – “Sistemas de Saneamento”, é realizada apresentação esquemática sobre os diversos tipos e requisitos dos sistemas de saneamento.

No capítulo IV – “Higiene e Segurança no trabalho na área do saneamento”, é realizado um enquadramento legal na matéria de segurança e apresentação dos fatores de risco na atividade e da apresentação dos locais de riscos.

No capítulo V – “Avaliação e Controlo dos Efeitos do Gás Sulfídrico”, no presente capítulo é realizada uma apresentação da origem, natureza e propriedades do Sulfureto de hidrogénio e do gás sulfídrico e das regras e procedimentos de controlo do gás sulfídrico.

No capítulo VI – “Medições de Gás Sulfúrico na Rede de Saneamento”, no presente capítulo é apresentado o resultado das medições efetuadas no terreno.

No capítulo VII – “Considerações Finais”, no presente capítulo é apresentado as conclusões do trabalho.

1.4. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA:

O presente estágio, será realizado na empresa AP – Águas de Paredes, S.A., encontra-se inserida no grupo Veolia Água.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

1.4.1. APRESENTAÇÃO DO GRUPO VEOLIA ÁGUA:

A Veolia Water é a divisão água da Veolia Environnement, o único Grupo mundial capaz de oferecer toda a gama de serviços ambientais em matéria de água (gestão integral do ciclo da água), limpeza (recolha, gestão, tratamento e valorização de resíduos), serviços energéticos e transportes de passageiros.

Principal operador mundial do sector de serviços de água, a Veolia Water assegura, num quadro de contratos de médio e longo prazo, a gestão delegada dos serviços de água e saneamento para entidades públicas ou indústrias ou atividades do sector terciário.

A conceção de soluções tecnológicas e a construção de instalações necessárias à operação são atividades com as quais completa o ciclo dos serviços colocados ao dispor do mercado.

A capacidade de resposta da Veolia Water às expectativas dos municípios, dos industriais e dos consumidores assenta na experiência, nos conhecimentos e práticas de gestão desenvolvidos em todo o mundo há mais de 150 anos.

Melhoria dos serviços, tecnologias inovadoras, engenharia financeira e social, a Veolia Water propõe a cada cliente uma solução à medida das suas necessidades e dos seus objetivos ambientais, económicos e sociais.

A Veolia Água é a divisão em Portugal da Veolia Water.

O Grupo Veolia Água, possui a sua sede em Lisboa, desenvolve atividades no sector da água, nomeadamente, serviços associados a exploração, gestão e distribuição de água para consumo público e recolha, tratamento e rejeição de águas residuais.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

À parte de todas estas atividades, o Grupo Veolia Água possui ainda várias prestações de serviços junto de Clientes Industriais, onde é responsável pela gestão de ETAR, ETEI, ETA e EE, além de gestão de resíduos nas instalações dos clientes. [Fonte: (www.veoliaagua.com.pt)]

Na figura seguinte encontra-se a distribuição dos contratos de concessão e de prestação de serviços que o Grupo Veolia Água detém:



Figura 1.1 – Localização dos locais de atividade do Grupo Veolia Água em Portugal. [Fonte: (www.veoliaagua.com)]

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

1.4.2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA AP – ÁGUAS DE PAREDES, S.A.:

Até Junho de 2001, a exploração e gestão dos sistemas de abastecimento de água para consumo público e de recolha a tratamento e rejeição de efluentes no concelho de Paredes esteve sob responsabilidade dos Serviços Municipalizados e do Ambiente de Paredes.

Atendendo à evolução da indústria da água e às crescentes exigências a nível legislativo e de qualidade junto dos consumidores, a Câmara Municipal de Paredes entendeu que o modelo de gestão delegada, na figura da concessão, seria o melhor meio para o desenvolvimento atual e cumprimento das metas e objetivos traçados pelas Entidades Reguladoras, o Governo e até mesmo a União Europeia.

A concessão dos serviços de água e saneamento no concelho de Paredes caracteriza-se por uma gestão privada (durante um período estabelecido entre as partes), com base em regras bem definidas quanto aos direitos e deveres dos intervenientes, explorando de modo otimizado os sistemas e permitindo um maior dinamismo, fundamental para atingir os objetivos pretendidos.

Através de um concurso público internacional, a CGE(P) – Compagnie Générale des Eaux (Portugal), foi a empresa que apresentou a melhor proposta, pelo que em Janeiro de 2000 outorgou uma escritura pública de constituição da empresa AP – Águas de Paredes, SA, que irá gerir e explorar durante 35 anos os Sistemas de Abastecimento de Água para Consumo Público e de Recolha a Tratamento e Rejeição de Efluentes no concelho de Paredes..

A AP – Águas de Paredes, SA é uma empresa participada em 99% pela CGE(P), que por sua vez pertence em 99% à empresa Veolia Water.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Sendo um dos principais fatores no desempenho de uma organização a qualidade dos seus produtos e serviços, a AP – Águas de Paredes, SA implementou um processo de melhoria contínua através do seu Sistema de Gestão da Qualidade, tendo por base o desenvolvimento dos seus recursos humanos e tecnológicos de modo a garantir a satisfação dos seus clientes e da sua concedente (o Município de Paredes) com nível de qualidade de serviços crescente.

Ao longo dos anos, no processo de melhoria contínua, para com os seus clientes, população em geral e com os próprios colaboradores, implementou e certificou o seu sistema de Ambiente e Segurança.

Desde Março do presente ano, a empresa AP – Águas de Paredes, encontra-se certificada no âmbito da Qualidade, Ambiente e Segurança, pelos referenciais da NP EN ISO 9001:2008, NP EN ISSO 14001:2004 e OHSAS 18001:2007 / NP 4397:2008.

Os principais objetivos do contrato de concessão são a prestação e a realização de vários serviços e trabalhos, entre os quais assegurar o abastecimento de água para consumo público e a recolha e drenagem a tratamento das águas residuais de forma contínua e com a qualidade e padrões estabelecidos pela legislação.

Operar as infraestruturas, instalações e equipamentos que integram os sistemas concessionados, de forma permanente e em boas condições; efetuar todos os trabalhos de manutenção, reparação, conservação e renovação das infraestruturas, equipamentos e instalações, quer nas existentes, quer nas que venham a ser construídas e integrem os sistemas no âmbito do Plano de Investimentos da Concessionária. O mesmo acontece nas infraestruturas que venham a ser construídas pela iniciativa privada e que sejam integradas no domínio público municipal.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Nas suas atribuições, destaca-se ainda o controlo da qualidade da água posta à disposição dos seus consumidores, no cumprimento dos mais rigorosos padrões de qualidade e ultrapassando as condições estabelecidas na Lei e pelo regulador (ERSAR).

[Fonte: (www.aguasdeparedes.pt)]

1.4.3. REDE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS:

Em seguida, será apresentado o sistema de Drenagem de Águas Residuais do concelho de Paredes. Os dados que serão apresentados são referentes ao ano de 2010.

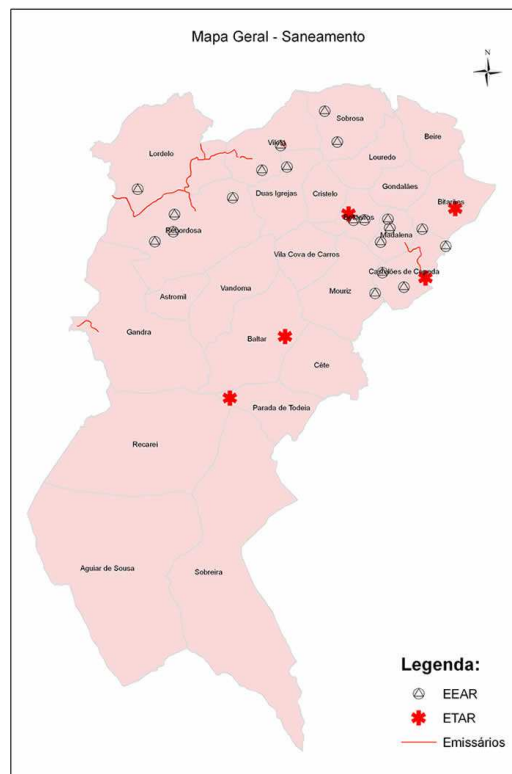


Figura 1.2 – Mapa Geral – Rede de Águas Residuais da Águas de Paredes [Fonte: (www.aguasdeparedes.pt)]

No concelho de Paredes existem duas bacias de drenagem – bacia do Rio Sousa e bacia do Rio Ferreira.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

O Sistema de Águas Residuais é constituído por 304 Km de rede coletora e 25 Estações Elevatórias.

A partir de 1 de Fevereiro de 2011, a AP – Águas de Paredes, SA, deixou de gerir por conta do Município de Paredes, o tratamento das águas residuais produzidas no Concelho, nomeadamente o efetuado nas ETAR de Paredes/Penafiel, Baltar, Besteiros e Bitarães.

A partir dessa data a gestão dessas estações de tratamento foi iniciada pela entidade gestora de saneamento em alta SIMDOURO, SA.

Em seguida apresento vários gráficos que demonstram a evolução do sistema de drenagem de águas residuais domésticas. [Fonte: (www.aguasdeparedes.pt)]

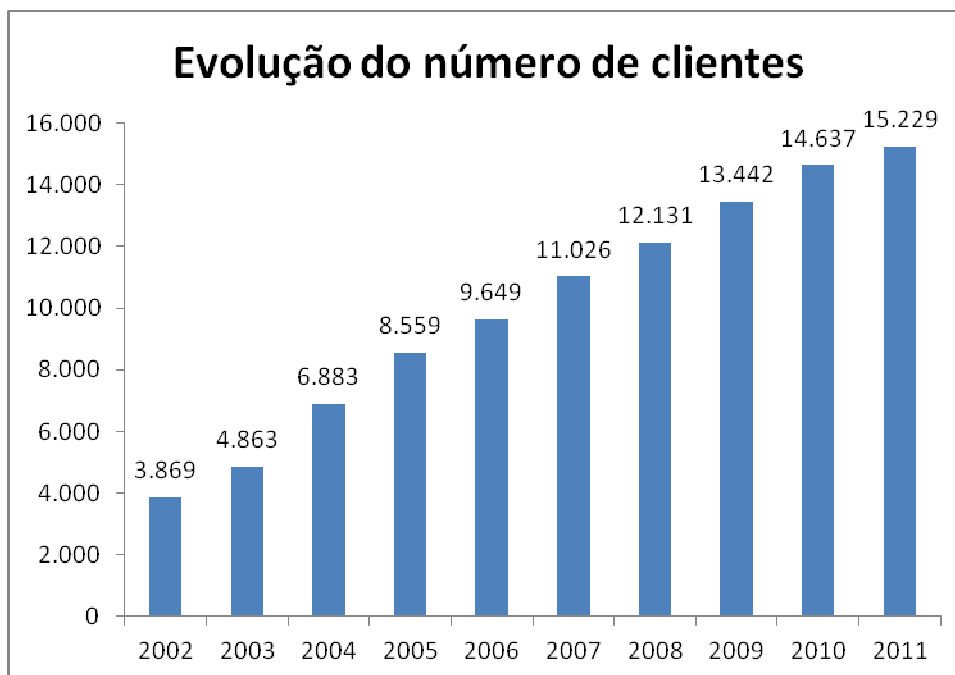


Figura 1.3 – Evolução do número de clientes de saneamento (Entre os anos de 2002 e 2011).
[Fonte: (www.aguasdeparedes.pt)]

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

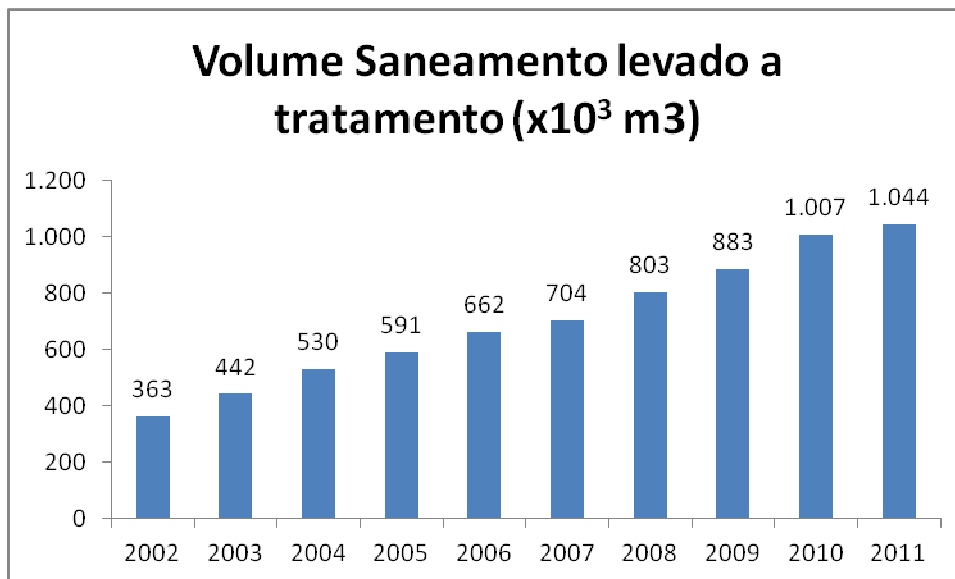


Figura 1.4 – Volume de Saneamento levado a tratamento (Entre os anos de 2002 e 2011).

[Fonte: (www.aguasdeparedes.pt)]

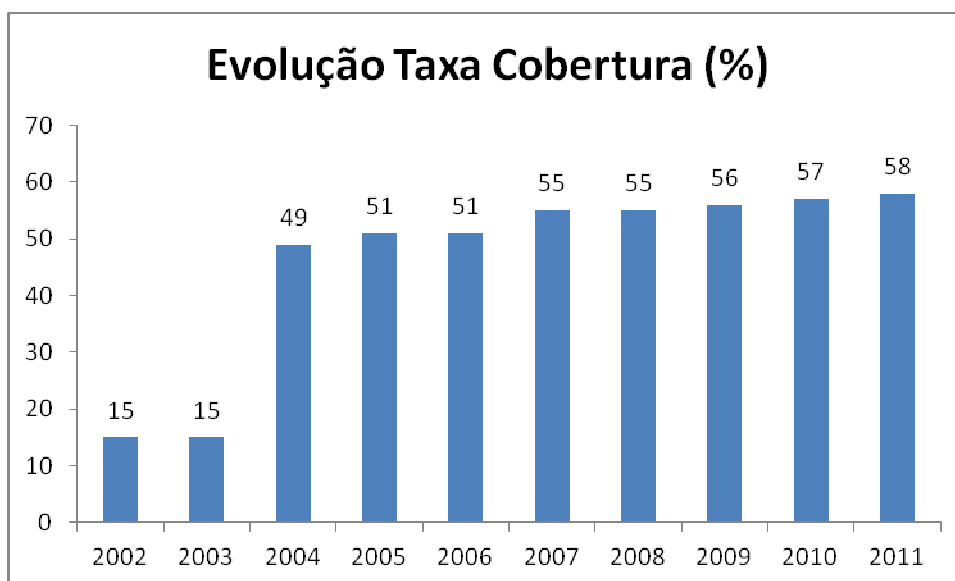


Figura 1.5 – Evolução da Taxa de Cobertura da rede de saneamento (Entre os anos de 2002 e 2011). [Fonte: (www.aguasdeparedes.pt)]

2. DRENAGEM E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

2.1. GENERALIDADE:

A água é indispensável à vida das comunidades humanas, que procuravam-se instalar-se sempre nas próximas deste precioso recurso.

Desde a Antiguidade que o Homem aprendeu, pela própria experiência, que a água suja, o lixo e outros resíduos podiam transmitir doenças, por esse motivo, começou desde muito cedo a adotar medidas para dispor de uma água limpa e livrar-se dos resíduos.

Nascia assim o saneamento básico.

A palavra Saneamento, vêm da palavra Latim “Sanu”, que significa tornar saudável, tornar habitável, higienizar e limpar.

O Saneamento básico é o conjunto de medidas para preservar as condições do meio ambiente, prevenir doenças e melhorar as condições de saúde pública, tenta encontrar soluções para problemas que são causados pela própria ação do homem.

Atualmente o saneamento básico, tornou-se numa questão de saúde pública, no mundo atual, devido à crescente concentração das populações humanas nos centros urbanos, acompanhando a revolução industrial.

2.2. EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO NO MUNDO:



Figura: 2.1 – Evolução do Saneamento Básico (1990 – 2002) (Fonte: Unicef)

Como é que o saneamento básico começou?

Para podermos ter uma noção da evolução do saneamento, temos que voltar ao passado.

Os Homens da Pré-história utilizavam métodos muito simples para recolher as águas das chuvas, dos rios e dos lagos.

Mudavam-se constantemente de território, deixando acumulado nos seus abrigos temporários os restos de alimentos e os seus dejetos.

Nos seus abrigos temporários, consumiam apenas o essencial para garantirem a sobrevivência e estavam agrupados em pequenos grupos, por esse motivo, as quantidades de dejetos produzidos eram insuficientes para produzir alterações ambientais significativas.

Com o surgimento das cidades, na Idade Antiga (período entre 4000 a. C. 476 d. C.) e o crescimento da população, foi necessário desenvolver projetos de engenharia para a condução e armazenamento de água.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

O desenvolvimento do saneamento está sempre relacionado com o aparecimento das cidades.

Considera-se que existem condutas de saneamento básico desde 3.750 A.C., na cidade de Nippur (Babilônia).



Figura: 2.2 – Conduto de Saneamento utilizado no passado [Fonte: (www.eloambiente.org.pt)]

Uma característica das antigas cidades do Vale do Rio Indo (2600 a 1900 A.C.), como Mohenjo Daro e Harappa era a sofisticação dos sistemas de escoamento. As ruas eram largas, pavimentadas e drenadas por esgotos cobertos, esses canais de escoamento ficavam cerca de meio metro abaixo do nível do pavimento e geralmente, eram construídos em alvenaria de tijolos com uma argamassa de barro.

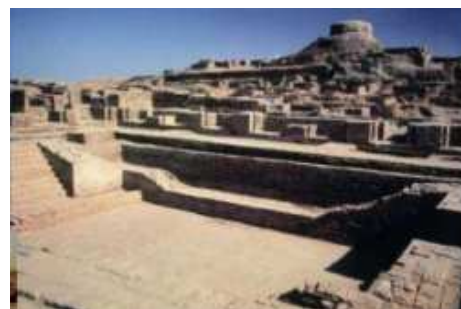


Figura: 2.3 – Área de banho em Mohenjo-Daro [Fonte: (www.eloambiente.org.pt)]

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Na civilização Egéia ou Minóica (creta 2750 a 1450 A.C.), foram o primeiro local Europeu a ter um sistema organizado de canalização de água limpa e de esgotos, além de privada com descarga, as placas de pedra eram removidas para visualização dos sistemas de esgotos.

Atenas possuía já um sistema de esgotos, o que no entanto não a livrou da grande peste que atingiu os seus cidadãos em 430 A.C., durante a Gerra do Peloponeso.

A Cloaca Máximo é uma das mais antigas redes de esgotos do mundo, foi construída nos finais do século VI A.C. pelos últimos reis de Roma, com base na engenharia etrusca, com finalidade de drenar as águas Residuais e o lixo para o rio Tibre. O sistema original era um canal aberto que seria progressivamente coberto devido às exigências do espaço do centro citadino. A Cloaca Máxima foi mantida em bom estado durante toda a idade imperial.



Figura: 2.4 – Sistema de Canal Aberto [Fonte: (www.eloambiente.org.pt)]

Durante a Idade Moderna, as preocupações com a saúde pública, como conhecemos hoje, tiveram um maior desenvolvimento.

Entre o século XVI e meados do século XVIII, generalizou-se a pavimentação das ruas e construção de obras para os canais de drenagem que serviam para escoarem os resíduos

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

que eram considerados indesejáveis, pelas ruas, em direção aos rios e lagos. O uso desses canais produzia cheiros e maus odores, além de que as reservas de água tornavam-se perigosamente poluídas.

No Palácio de Versalhes em Paris, pouco antes da morte do rei Luís XIV, um decreto de 1715, estipulava que as fezes seriam retiradas dos corredores uma vez por semana. O Palácio, não tinha banheiros, mas contava com um quarto de banho, equipado com uma banheira de mármore encomendada pelo próprio Luís XIV – objeto que serviria apenas à ostentação, a maior parte das pessoas utilizava os urinóis para as suas necessidades fisiológicas.

Por curiosidade, reza a história que os Reis Luís XII e XIV, costumavam dar audiências enquanto usavam o vaso sanitário, daí a conhecida expressão “Sentado no trono”.

As condições de vida nas cidades da Inglaterra, França, Bélgica e Alemanha eram terríveis, as moradias existentes eram superlotadas e sem as mínimas condições de higiene. Os detritos eram acumulados em recipientes, que seriam transferidos para reservatórios públicos mensalmente.

No início do século XIX, as condições de vida urbana começavam a melhorar. Houve a introdução gradual das bombas a vapor e dos canos de ferro. A generalidade do sistema de drenagem das águas residuais, logo originou mais problemas. As fossas raramente eram limpas e o seu conteúdo infiltrava-se no solo, saturando grandes áreas do terreno e poluindo fontes e poços usados para abastecimento de água. Em virtude da existência de grandes canais, os rios de grandes cidades, transformavam-se em esgotos a céu aberto.

O encaminhamento da água e a limpeza de ruas não acompanhavam a expansão urbana. Ao mesmo tempo a proliferação das indústrias que lançavam os seus resíduos

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

nas águas agravava a poluição ambiental, resultando assim o aparecimento de epidemias, sobretudo cólera (Londres: Anos de 1831-1832; 1848-1849; 1854 e 1857) e febre tifóide, que era transmitida pela água contaminada. A mortalidade era agravada pelas péssimas condições de vida e de trabalho da classe operária.

Posteriormente devido à gravidade da situação, os governos passaram a investir muitos recursos em pesquisa e na área médica. A partir daí foi possível entender os processos de transmissão de doenças através da água e de outros meios contaminados.

Os engenheiros hidráulicos, no ano de 1842, propuseram a reforma radical do sistema sanitário, separando rigorosamente a água potável da água suja.

As valas de esgotos a céu aberto seriam substituídas por canalizações subterrâneas, construídos com manilhas de cerâmica cozida.

Em Paris desde o século XIII que as ruas foram pavimentadas e foram construídos vários canais. Os esgotos cobertos foram introduzidos durante o governo de Napoleão Bonaparte. Iniciou-se uma política de saneamento básico, após a grande epidemia de cólera de 1832.

Em 1854 – Eugène Belgrand sob estímulo do prefeito Haussmann, constrói uma grande rede de esgotos, que conta hoje em dia com mais de 2.300 Km de extensão.

Durante o ano de 1859, teve início a limpeza geral das canalizações de esgotos da capital londrina.

No ano de 1875, já existia 133 quilómetros de rede subterrânea no subsolo de Londres, que recolhia dejetos numa área de cerca de 260 quilómetros quadrados. O exemplo seria seguido por outras cidades industriais da Inglaterra e de outros países do continente europeu.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

É importante lembrar que, em todas as épocas e em todos os lugares do Mundo, o saneamento básico concentrou-se sempre nas zonas urbanas e no atendimento das necessidades das camadas privilegiadas.

A democratização do acesso ao saneamento básico é um fenômeno recente e restrito geograficamente. [Fonte: (www.eloambiente.org.pt)]

2.3. CARACTERÍSTICAS DO SANEAMENTO BÁSICO EM PORTUGAL:

O setor de Saneamento Básico em Portugal, caracteriza-se como um setor único, que se rege por distintas formas de controlo e regulamentação específica.

A atividade de saneamento básico, compreende todos os processos de recolha, transporte e tratamento das águas residuais de origem doméstica, bem como a sua descarga no meio hídrico.

Presentemente, ainda existem zonas, onde infelizmente não é assegurado a recolha e o tratamento das águas residuais.

Consequentemente, nessas zonas existem focos de ocorrência de poluição grave, com descargas diretas, sem qualquer tratamento, para o meio hídrico, existindo também as fossas sépticas com a consequente degradação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

O cumprimento dos requisitos legais nacionais e comunitários, obriga hoje à criação de modelos de gestão que melhor se adequem às exigências. Permitindo a melhoria da qualidade dos serviços prestados ao nível do saneamento em Portugal, com o impacto direto na vida das populações e na sustentabilidade dos recursos hídricos.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

A complexidade das soluções necessárias, ao desenvolvimento das atividades que compõem os serviços de saneamento, exigem investimentos elevados, com extensos períodos de recuperação financeira, resultando num grande esforço económico para as entidades gestoras.

Em virtude, do forte impacto ambiental, que a presente atividade apresenta, os condicionantes colocados pela legislação ambiental, não devem ser ignorados mas sim respeitados para que haja uma correta utilização dos recursos hídricos.

Torna-se fulcral, para a resolução dos problemas ambientais dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais em Portugal, uma correta interpretação da situação a nível nacional.

2.4. DADOS ESTATÍSTICOS

Neste ponto, serão apresentados excertos do relatório da Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos e do Relatório do Estado do Abastecimento de Água e do Tratamento de Águas Residuais do INSAAR no ano de 2010, com os dados de 2009.

Pretende-se com este excerto apresentar o estado atual do Saneamento em Portugal.

Na Figura 2.5 são apresentados os indicadores gerais do mercado de serviços de saneamento de águas residuais urbanas, apresentando-se o número de entidades gestoras envolvidas e a sua abrangência em termos populacionais.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

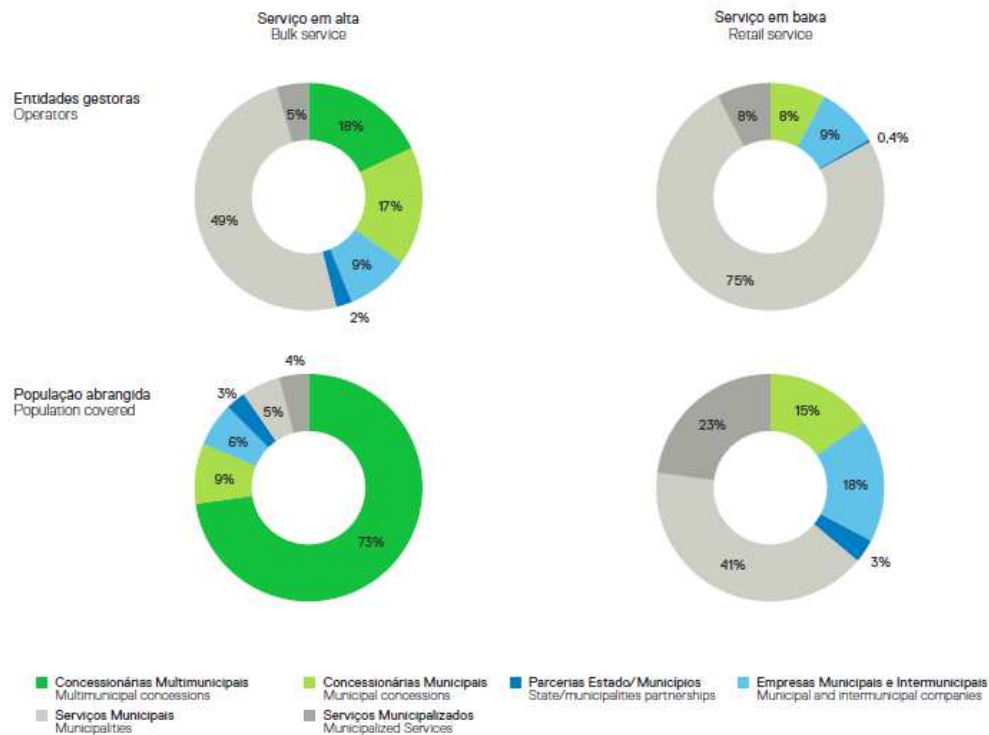


Figura: 2.5 – Indicadores gerais do mercado de saneamento de águas residuais [Fonte: (INSAAR, 2010)]

Nos serviços de saneamento de águas residuais em alta verifica-se que as concessões abrangem já mais de dois terços da população, apesar de o número de entidades a operar segundo este modelo de gestão ser apenas de 35% do universo de entidades gestoras.

Cerca de 64% da população abrangida pelos serviços em baixa é servida por modelos de gestão direta, (realizado através dos serviços municipais; serviços municipalizados ou Associação de municipais (serviços intermunicipalizados)).

A distribuição dos modelos de gestão adotados nos vários concelhos de Portugal Continental encontra-se refletida na Figura 2.6.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

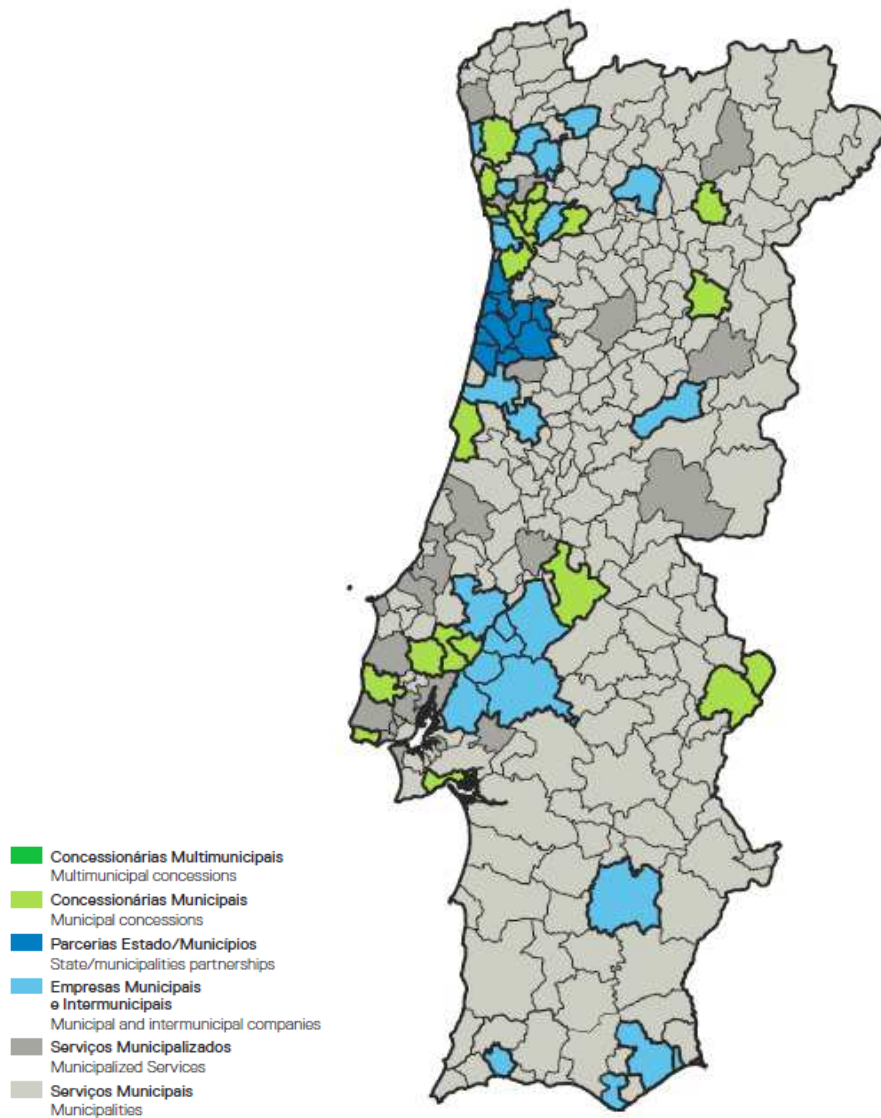


Figura: 2.6 – Distribuição geográfica das entidades gestoras dos serviços de saneamento de águas residuais, por modelo de gestão [Fonte: (INSAAR, 2010)]

De acordo com a informação disponível no Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais 2007-2013 e no INSAAR 2010, o nível estimado de atendimento em drenagem de águas residuais e tratamento de águas residuais tem-se mantido desde 2007 situando-se, em 2009, nos 80% e 72%, respetivamente, conforme pode verificar-se na Figura 2.7.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

O desenvolvimento das redes de drenagem e dos sistemas de tratamento tem sido realizado de forma não uniforme no País, sendo os concelhos nas bacias hidrográficas da região sul os que apresentam maior cobertura de ambos os serviços (Figura 2.9).

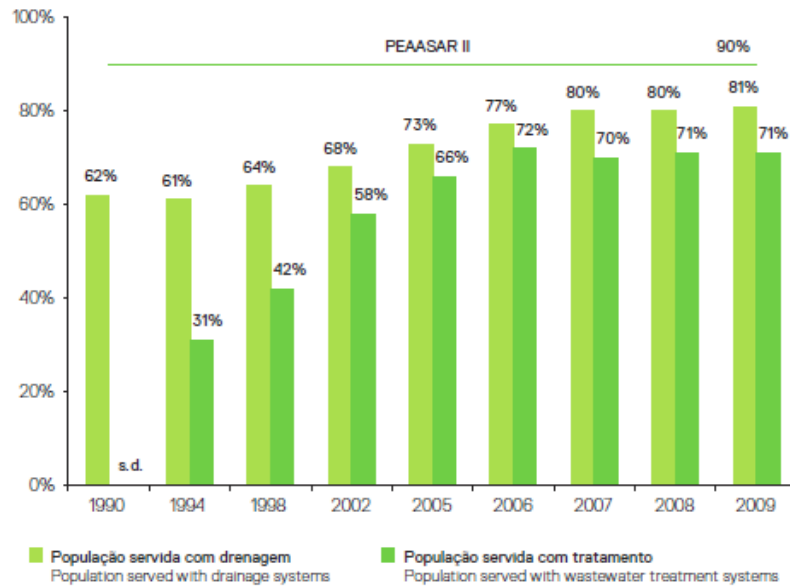
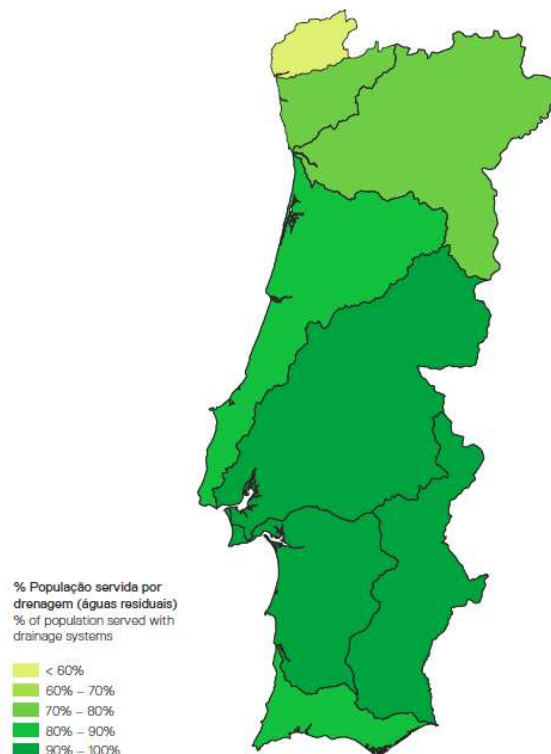


Figura 2.7 – Evolução da população servida com drenagem e tratamento de águas residuais
[Fonte: (INSAAR, 2010)]



Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

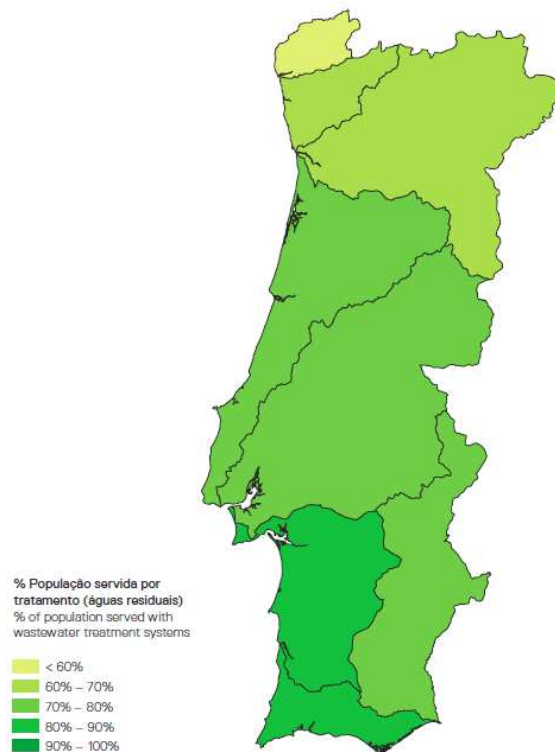


Figura 2.8 – Distribuição da população servida com drenagem e tratamento de águas residuais por região hidrográfica [Fonte: (INSAAR, 2010)]

No que concerne ao tratamento, continuam a existir, em muitas regiões, redes de drenagem onde não está assegurado o tratamento a jusante, originando a concentração da poluição em descargas tóxicas significativas. [Fonte: (INSAAR, 2010)]

2.4.1.1. PRINCIPAIS INDICADORES DO SECTOR

2.4.1.1.1. INVESTIMENTO

Entre 2002 e 2010, o investimento acumulado nas concessões multimunicipais e municipais de serviços de águas e resíduos ascendeu a 7,7 mil milhões de euros, sendo

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

de salientar o peso que o investimento das concessões multimunicipais de serviços de águas detém no total acumulado (3/4). [Fonte: (INSAAR, 2010)]

2.4.1.1.2. NÍVEL DE ATIVIDADE

Nas concessões multimunicipais de serviços de águas, verifica-se, em 2010, uma ligeira redução do nível de atividade (0,4%), quando regista um crescimento médio de 3,6% entre 2002 e 2009. [Fonte: (INSAAR, 2010)]

Nas concessões municipais de serviços de águas, verifica-se, em 2010, um acréscimo do nível de atividade de 21,7%, superior ao crescimento médio verificado entre 2002 e 2009 (16,4%).[Fonte: (INSAAR, 2010)]

2.4.1.1.3. NÍVEL DE EMPREGO

Entre 2002 e 2010, a variação do número médio de trabalhadores apresenta uma tendência de crescimento, em linha com o crescimento do nível de atividade. Em 2010, o sector concessionado dos serviços de águas e resíduos empregava 6 404 trabalhadores.

Nas concessões multimunicipais de serviços de águas, verifica-se, em 2010, um acréscimo de 82 trabalhadores (aumento de 3,1% face ao ano anterior), mantendo-se a tendência de crescimento que se verifica desde 2002 e atingindo-se um número de 2 753 trabalhadores, cujo custo médio anual ascende a cerca de 29 mil euros (menos 11% do que em 2009).

Nas concessões municipais de serviços de águas, verifica-se, em 2010, um acréscimo de 46 de trabalhadores (aumento de 2,8% face ao ano anterior), atingindo-se 1 687 trabalhadores com um custo médio anual de 19,1 mil euros (menos 1,4% face ao ano anterior). [Fonte: (INSAAR, 2010)]

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

2.4.2. DADOS ESTATÍSTICOS – RELATÓRIO DO ESTADO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS (INSAAR 2010 – DADOS DE 2009)

2.4.2.1. COMPONENTES DOS SISTEMAS DE DRENAGEM E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

As componentes dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais inventariadas e georreferenciadas são:

- Redes de drenagem de Águas Residuais;
- Instalações de tratamento de águas residuais (ETAR e FSC);
- Estações elevatórias;
- Emissários;
- Pontos de rejeição de águas residuais.

A Tabela 2.1 apresenta o número de componentes prioritárias cadastradas no INSAAR, independentemente da sua situação de funcionamento, que constituem o universo das infraestruturas das entidades consideradas para a campanha INSAAR 2010.

	Total (nº)	Componentes na drenagem (nº)						Em branco
		Em construção	Em Ampliação/reabilitação	Em serviço	Fora de serviço	Extinta	Funcionamento de recurso	
Rede de drenagem de águas residuais	6240	107	6	5071	163	297	1	595
ETAR/FSC	5255	86	32	3839	255	448	2	493
Pontos de Descarga	5507	56	18	4195	205	489	14	530

Tabela 2.1 – Número de componentes prioritárias cadastradas no INSAAR [Fonte: (INSAAR, 2010)]

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

2.4.2.2. NÍVEL DE COBERTURA / ATENDIMENTO

Na campanha INSAAR 2010 foram introduzidos na Base de Dados novos campos prioritários nas redes de drenagem de águas residuais referentes à população coberta e à população atendida pelas mesmas (à semelhança das redes de distribuição de água). Com efeito, a designação anterior de “população servida” induzia muitas vezes em erro por não especificar se tratava da população com serviço disponível, ainda que não estivesse 100% ligada à rede, ou se tratava apenas da população efetivamente atendida, ou seja, com usufruto real do serviço.

Sabendo que em muitos concelhos existem diferenças significativas entre população com serviço disponível e a população efetivamente ligada aos sistemas públicos, considerou-se de grande utilidade distinguir estes dois indicadores. Por outro lado, a diferenciação entre índice de cobertura e índice de atendimento permite avaliar de forma precisa os investimentos ainda necessários quer em termos financeiros, para o primeiro caso, quer quanto à necessidade de desenvolvimento de ações de “informação e de sensibilização da população” para o segundo. Os dados dos anos anteriores foram considerados como “população coberta” podendo ser aferidos ao longo das próximas campanhas, sendo que, tendencialmente, a população coberta e a população atendida atingirão o mesmo valor.

Para avaliar a população servida com tratamento de águas residuais não foi solicitado às EG a indicação a população coberta, ou seja, potencialmente atendida tendo em conta a capacidade instalada, uma vez que este fator não depende da adesão das populações mas sim dos investimentos das próprias EG. Assim, para este indicador não existiram alterações relativamente aos anos anteriores, pretendendo deste modo conhecer a percentagem da população que efetivamente usufrui do serviço, ou seja,

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

cujas águas residuais são sujeitas a um processo de tratamento antes da sua descarga no meio.

2.4.2.3. POPULAÇÃO COBERTA E ATENDIDA POR SISTEMA PÚBLICO DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

Nesta campanha foram analisados os 308 concelhos do país, mas apenas foi possível determinar os índices de cobertura e de atendimento para 262 por ausência de resposta dos restantes.

No entanto, considerando de extrema importância determinar estes índices a nível nacional, para os concelhos que não tinham dados da campanha INSAAR 2010 ou da campanha anterior, foram adotados os dados da população nas redes de drenagem dos anos anteriores (dados de 2002, 2005, 2006 ou 2007), tendo-se assumido para estes anos um valor de população coberta igual à atendida, apenas para efeitos de estimativa dos respetivos índices para o ano 2009.

Na Tabela 2.2 apresentam-se os dados de população coberta e de população atendida nas redes de drenagem, assim com os respetivos índices e para cada RH e para o Continente.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Regiões Hidrográficas	População coberta ¹ (x1000 habitantes)	População coberta estimada ² (x1000 habitantes)	Índice de cobertura de drenagem (%)	População atendida estimada ² (x1000 habitantes)	Índice de atendimento de drenagem (%)
Continente	7860	8404	83	7850	77
Minho e Lima (RH 1)	146	159	54	141	47
Cavado, Ave e Leça (RH 2)	913	1140	78	1023	70
Douro (RH 3)	1423	1512	77	1351	69
Vouga, Mondego, Lis e Riberias do Oeste (RH 4)	1694	1796	81	1690	76
Tejo (RH 5)	2925	2964	91	2819	87

Regiões Hidrográficas	População coberta ¹ (x1000 habitantes)	População coberta estimada ² (x1000 habitantes)	Índice de cobertura de drenagem (%)	População atendida estimada ² (x1000 habitantes)	Índice de atendimento de drenagem (%)
Sado e Mira (RH 6)	278	278	92	270	89
Guadiana (RH 7)	230	239	94	240	94
Riberias do Algarve (RH 8)	251	317	84	317	84
Açores (RH 9)	86	88	36	78	32
Madeira (RH 10)	132	145	59	145	59
Nacional	8079	8637	81	8072	76

¹ Dados da campanha INSAAR 2009 ou da campanha INSAAR 2008, segundo a metodologia descrita no ponto I.3.

² Dados obtidos recorrendo a dados de anos anteriores para os concelhos sem resposta

Tabela 2.2 – População coberta e atendida por sistema de drenagem de águas residuais e respetivos índices. [Fonte: (INSAAR, 2010)]

Analisando a Tabela 2.2 e tendo em conta o PEAASAR II para o período 2007-2013, que aponta como uma das metas a cobertura nacional de 90% da população servida com drenagem e tratamento de águas residuais no ano de 2013, verifica-se que cinco das regiões (menos uma que em 2008) ainda estão longe do objetivo em cobertura por redes de drenagem, colocando o índice do Continente nos 83% (3 pontos percentuais acima de 2008).

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

A Figura 2.9 ilustra os índices de cobertura por concelho para todo o território nacional, onde são apresentados de forma distinta os concelhos em que foi possível determinar o índice de cobertura redes de drenagem de águas residuais (identificados com uma escala de cores de acordo com classes de % de população servida) e os que não apresentam índices por ausência de resposta das EG, (identificados como sem dados).

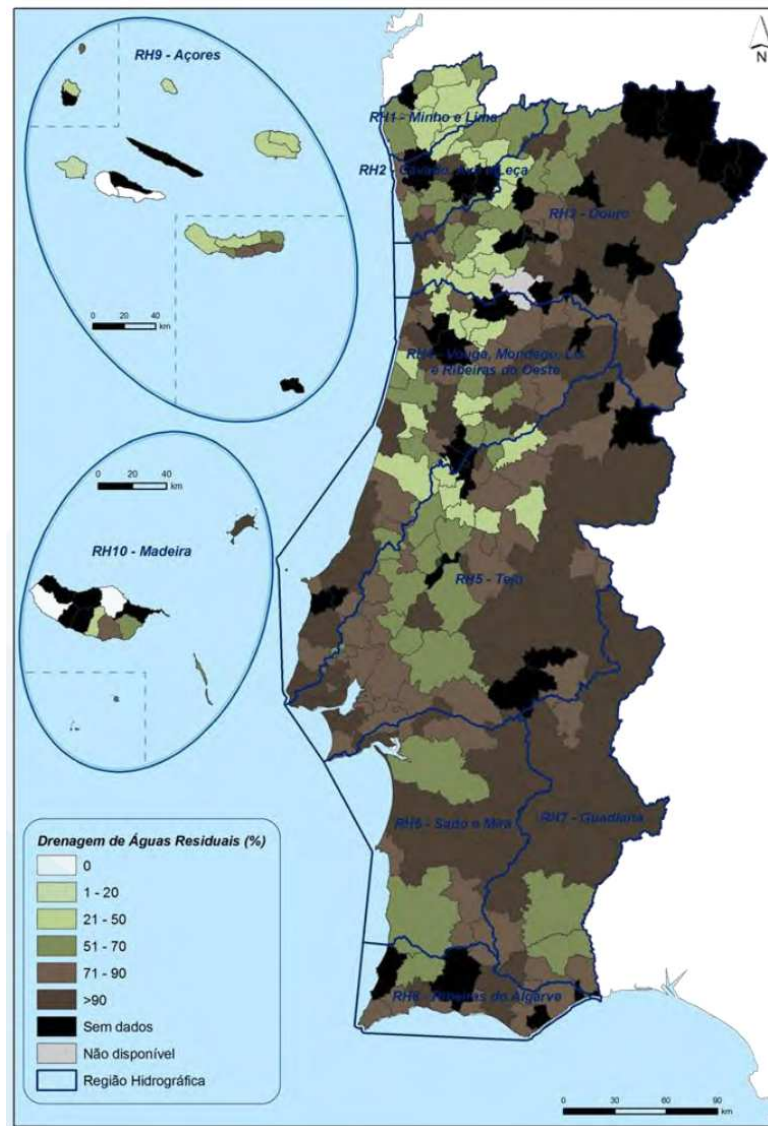


Figura 2.9 – População coberta por sistemas de drenagem de águas residuais, por concelho.
[Fonte: (INSAAR, 2010)]

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Para o Continente no ano de 2009 observa-se que cerca de 154 concelhos estão abaixo do índice recomendado pelo PEAASAR II (pelo menos 90% da população abrangida por redes de drenagem), representando estes cerca de 59% do total dos 257 concelhos com valor de índice.

Deste universo cerca de 28% tem menos de 50% da população servida por redes de drenagem.

Por outro lado, verifica-se que cerca de 41% dos concelhos já atingiram o referido índice, sendo que destes cerca de 38% possuem 100% da população atendida por redes de drenagem. [Fonte: (INSAAR, 2010)]

2.4.2.4. POPULAÇÃO ATENDIDA POR SISTEMA PÚBLICO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Nesta campanha foram analisados os 308 concelhos do país, mas apenas foi possível determinar o índice de atendimento para 290 por ausência de resposta dos restantes. No entanto, e considerando de extrema importância determinar índice de atendimento a nível nacional, para os concelhos que não tinham dados desta campanha ou da anterior foram adotados os dados de população servida nas ETAR/FSC dos anos anteriores (dados de 2002, 2005, 2006 ou 2007). Desta forma, obteve-se um valor estimado de população servida nas ETAR/FSC, que permitiu o cálculo do índice nacional para o ano 2009.

Para este indicador são considerados os dados de população servida pelas ETAR e FSC, conforme a Tabela 2.3.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Regiões Hidrográficas	População atendida ¹ (x1000 habitantes)	População atendida estimada ² (x1000 habitantes)	Índice de atendimento de tratamento (%)
Continente	7168	7310	72
Minho e Lima (RH 1)	137	147	50
Cavado, Ave e Leça (RH 2)	885	928	62
Douro (RH 3)	1311	1347	69
Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH 4)	1578	1592	71
Tejo (RH 5)	2524	2541	78
Sado e Mira (RH 6)	250	250	83

Regiões Hidrográficas	População atendida ¹ (x1000 habitantes)	População atendida estimada ² (x1000 habitantes)	Índice de atendimento de tratamento (%)
Guadiana (RH 7)	199	199	78
Ribeiras do Algarve (RH 8)	299	306	81
Açores (RH 9)	69	69	28
Madeira (RH 10)	133	141	57
Nacional	7385	7520	71

¹ Dados da campanha INSAAR 2010 ou da campanha INSAAR 2009, segundo a metodologia descrita no ponto I.3.

² Dados obtidos recorrendo a dados de anos anteriores para os concelhos sem resposta

Tabela 2.3 – População atendida com sistema de tratamento de águas residuais e respetivo índice. [Fonte: (INSAAR, 2010)]

Analisando a Tabela 2.3 verifica-se que o índice de tratamento para o Continente é de 72% e que há uma diferença entre os índices de tratamento das RH situadas a sul do Tejo (RH 5), inclusive, e os das regiões situadas a norte, as quais registam os valores percentuais mais baixos no Continente. A título de exemplo destaca-se a do Minho e Lima (RH 1) com 50% e a do Sado e Mira (RH 6) com 83%.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

A Figura 2.10 ilustra os índices de tratamento de águas residuais por concelho para todo o território nacional, onde são apresentados de forma distinta os concelhos em que foi possível determinar o índice de tratamento de águas residuais (identificados com uma escala de cores de acordo com classes de % de população servida), os concelhos sem índices por ausência de resposta das EG, (identificados como sem dados) e, ainda, os concelhos em que o índice de tratamento de águas residuais representa apenas uma percentagem da população servida desse concelho, por se verificar apenas resposta de uma das EG do concelho. Nestes casos o índice não é representativo da totalidade do concelho, mas sim de apenas uma parte do concelho (identificados também com uma escala de cores de acordo com classes de % de população servida, mas com um valor de percentagem de população a que diz respeito o índice).

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

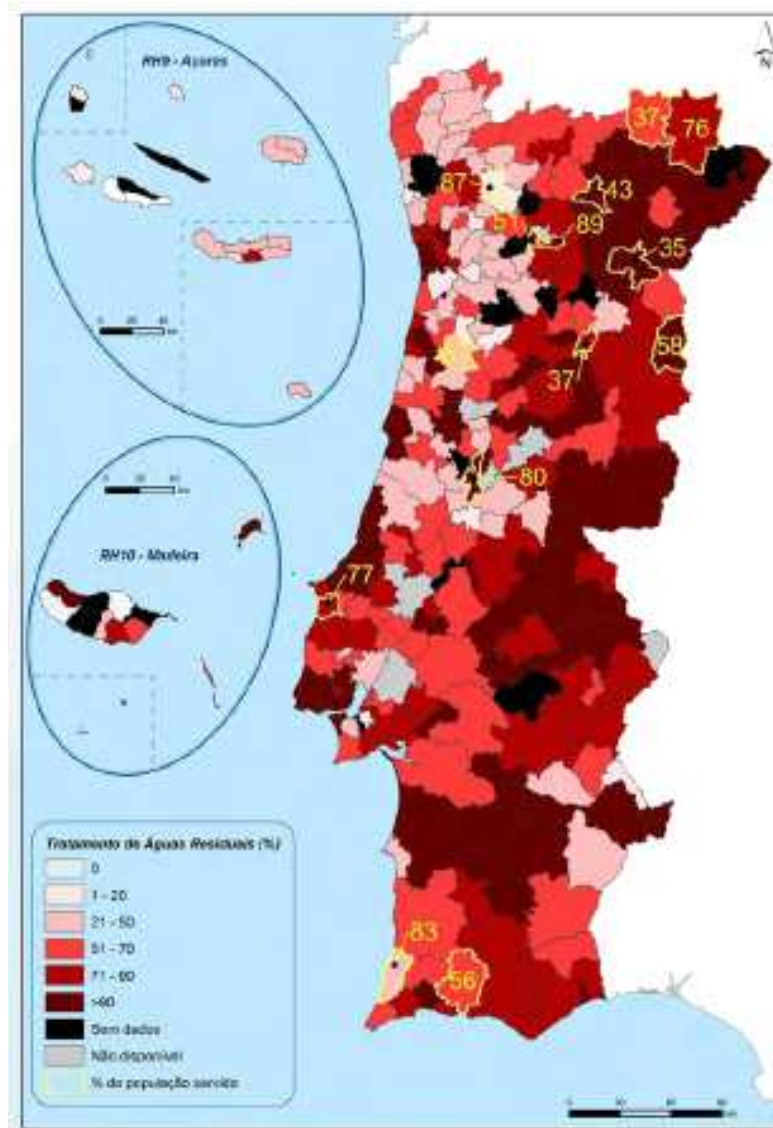


Figura 2.10 – População atendida por sistema de tratamento de águas residuais, por concelho. [Fonte: (INSAAR, 2010)]

Observa-se para o Continente que cerca de 73% do universo dos concelhos com dados (270) tem um índice abaixo de 90% e cerca de 27% dos concelhos têm um índice acima deste valor, sendo que 22 concelhos têm já um índice de 100%. No entanto, verifica-se ainda que 74 concelhos têm menos de 50% de população servida por sistemas de tratamento de águas residuais. [Fonte: (INSAAR, 2010)]

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

2.4.2.5. DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

2.4.2.5.1. VOLUME DE ÁGUAS RESIDUAIS DRENADO (SECTOR DOMÉSTICO)

Para este indicador e para os casos de ausência de dados de volume de águas residuais drenado para o ano 2009. Apenas foram consideradas as componentes com dados referentes ao ano 2009 ou importados da campanha anterior.

Na Tabela 2.4 apresenta-se o volume de águas residuais drenado para o Continente e por RH.

Regiões Hidrográficas	Volume drenado		
	(x10 ⁹ m ³)	(%)	% Nacional
Continente	487563	100	96
Minho e Lima (RH 1)	9406	2	2
Cavado, Ave e Leça (RH 2)	52335	11	10
Douro (RH 3)	69430	14	14
Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH 4)	111356	23	22
Tejo (RH 5)	189198	39	37
Sado e Mira (RH 6)	12898	3	3
Guadiana (RH 7)	14302	3	3
Ribeiras do Algarve (RH 8)	28637	6	6
Açores (RH 9)	4293	100	1
Madeira (RH 10)	14193	100	3
Nacional	506048	-	100

Tabela 2.4 – Volume de águas residuais drenado para o Continente e por Regiões Hidrográficas.

[Fonte: (INSAAR, 2010)]

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

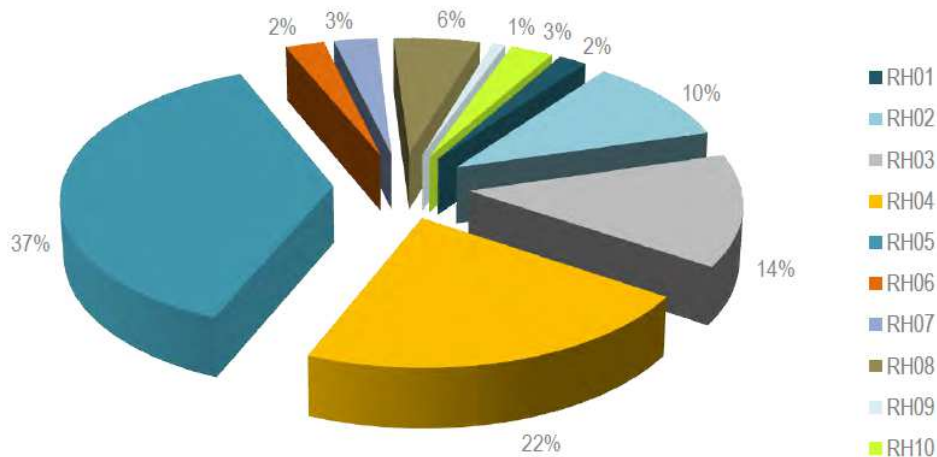


Figura 2.11 – Águas residuais drenadas no sector doméstico, por Regiões Hidrográficas. [Fonte: (INSAAR, 2010)]

A Tabela 2.4 e a Figura 2.11 permitem verificar que, à semelhança dos dados obtidos nos anos anteriores, são as regiões Douro (RH 3), Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH 4) e Tejo (RH 5) as que apresentam maiores volumes de águas residuais drenados, confirmando a representatividade destas regiões em termos populacionais.

2.4.2.6. LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS.

Na Figura 2.12 e na Figura 2.13 apresenta-se a localização geográfica das ETAR e FSC respetivamente. Os mapas refletem apenas o universo de componentes validadas, ou seja, as componentes declaradas como “Em Serviço” ou “Funcionamento de Recurso”. De entre este universo apenas são representadas as componentes cadastradas no SIG, ou seja, as componentes georreferenciadas pelas EG.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

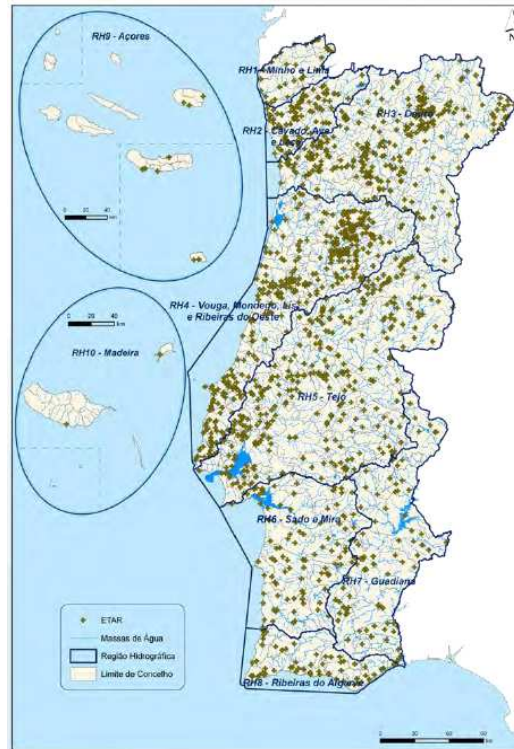


Figura 2.12 – Localização das estações de tratamento de águas residuais. [Fonte: (INSAAR, 2010)]

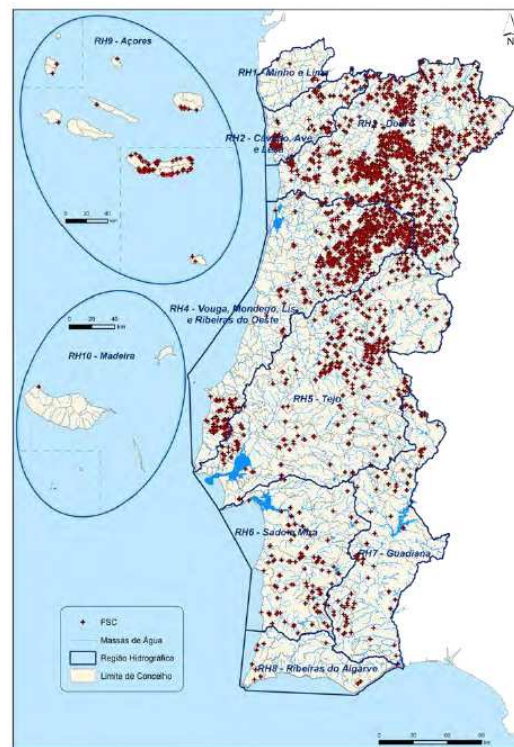


Figura 2.13 – Localização das fossas sépticas coletivas. [Fonte: (INSAAR, 2010)]

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Numa análise global, é possível detetar uma oposição norte-sul e litoral interior na distribuição de ETAR e FSC, com estas últimas a predominar na região nordeste do país. Tal dever-se-á em parte ao relevo mais acidentado destas regiões, o que potencia uma maior dispersão dos aglomerados populacionais, dificultando assim a implementação de sistemas mais integrados de tratamento e com maior abrangência espacial. [Fonte: (INSAAR, 2010)]

2.4.2.7. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE REJEIÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Na Figura 2.22 e na Figura 2.23 apresenta-se a localização geográfica dos pontos de rejeição cadastrados, por tipo: descarga após tratamento e descarga direta. Os mapas refletem apenas o universo de componentes validadas, ou seja, as componentes declaradas como “Em Serviço” ou “Funcionamento de Recurso”. De entre este universo apenas são representadas as componentes cadastradas no SIG, ou seja, as componentes georreferenciadas pelas EG.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

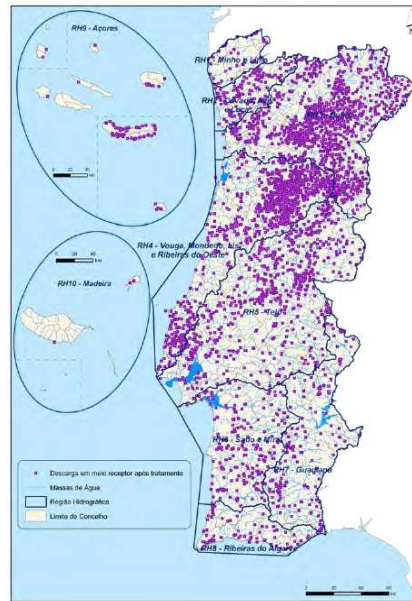


Figura 2.14 – Localização dos Pontos de Rejeição, com descarga em meio recetor após tratamento. [Fonte: (INSAAR, 2010)]

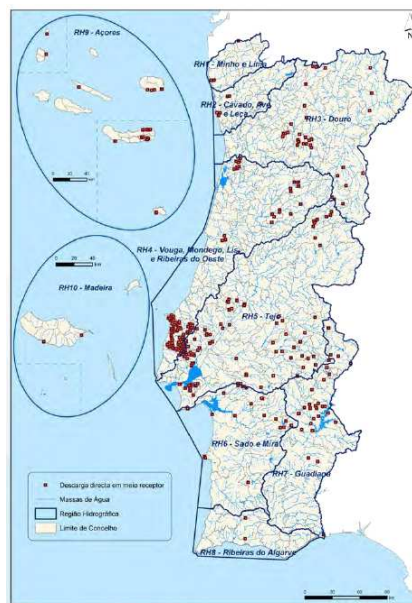


Figura 2.15 – Localização dos Pontos de Rejeição, com descarga direta em meio recetor. [Fonte: (INSAAR, 2010)]

3. SISTEMAS DE SANEAMENTO BÁSICO

3.1. TIPOS DE SISTEMA:

De acordo com o Decreto-Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto, sendo o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Drenagem de Águas Residuais, existem vários tipos de sistemas públicos de drenagem de águas residuais, nomeadamente, os sistemas separativos, unitários, mistos e pseudo-separativos ou separativos parciais.

Designam-se por sistemas separativos, aqueles constituídos por duas redes de coletores distintas, uma destinada às águas residuais domésticas e industriais e outra à drenagem das águas pluviais ou equiparadas.

Os sistemas unitários serão aqueles constituídos por uma única rede de coletores onde são admitidas conjuntamente as águas residuais domésticas, industriais e pluviais.

Sistemas mistos são os sistemas que resultam da conjugação dos dois tipos anteriores, onde parte da rede de coletores é unitária e outra parte é separativa.

Por fim, temos os sistemas separativos parciais ou pseudo-separativos, serão os sistemas onde se admita, em parte, a ligação de águas pluviais aos coletores de águas residuais domésticas.

No concelho de Paredes, o sistema adotado de drenagem de águas residuais foi o sistema separativo.

3.2. COMPONENTES DE UM SISTEMA:

Um sistema de drenagem de águas residuais engloba diversos componentes, tanto em termos de infraestruturas como de equipamentos.

As principais infraestruturas de um sistema de drenagem são os coletores de transportam o efluente, composto por diversos troços, de material variado (por exemplo: grés, betão, fibrocimento, PEAD) e com variadas formas e seções. Em cada

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

troço existem câmaras de visita que permitem o acesso aos coletores para se poder realizar trabalhos de inspeção e de limpeza.

Em certos casos, existem obstáculos que impedem o escoamento gravítico do efluente. Sendo necessário, recorrer a estações elevatórias, ou a construção de sifões invertidos, que consiste numa conduta em forma de “U” que funciona graviticamente sob pressão, destinam-se a ultrapassar obstáculos, como por exemplo as zonas de vale.

Nos casos onde seja necessário construir uma estação elevatória, a mesma é construída por um poço de bombagem com grupos de eletrobombas e respetivos acessórios(tais como válvulas de seccionamento, válvulas de retenção, tubagens). Em virtude de haver probabilidade de existirem sólidos de grandes dimensões, torna-se necessário, a construção de uma grade metálica, para efetuar a retenção dos referidos sólidos. Em determinados casos, são instalados um conjunto de instrumentos de controlo e automação.

Associado aos sistemas de drenagem de águas residuais existem diversos equipamentos, por exemplo:

- Válvulas de seccionamento: normalmente são válvulas murais ou comportas e podem-se encontrar associadas aos descarregadores e à entrada dos interceptores. Um dos objetivos é permitir isolar determinados troços;
- Câmaras de grades: tipicamente colocada junto aos descarregadores, acabando por representar a primeira barreira para impedir que sólidos de maiores dimensões possam vir a causar problemas nos emissários;
- Válvulas de maré: basicamente são válvulas de retenção (mais conhecidas como anti-retorno) instaladas no final dos coletores e cuja a função consiste em impedir a entrada de água do rio em sistemas de drenagem sujeitas ao efeito da maré;

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

- Válvulas de vórtex: equipamentos utilizados para substituir os descarregadores simples, que ao contrário destes, permitem controlar o caudal que entra nos sistemas separativos prevenindo que estes transportem mais caudal do que previsto em projeto.

Atualmente é bastante importante distinguir os sistemas em “Alta” e em “Baixa”.

A rede em “Baixa”, consiste no conjunto de coletores que recebem as ligações das habitações ou industriais, indo descarregar nos coletores das redes em “Alta”.

A rede em “Alta” consiste no conjunto de coletores que não se encontra ligado diretamente às habitações ou industriais. Os coletores referidos apenas servem para transportar das Águas Residuais da rede em “Baixa”, até aos locais de tratamento.

3.3. REQUISITOS DE DESEMPENHO DO SISTEMA:

A Norma Portuguesa NP EN 752-2:1999, estabelece os requisitos funcionais de sistema público de drenagem de águas residuais que funcionem essencialmente com escoamento em superfície livre.

A referida norma, também estabelece os requisitos de desempenho de um sistema de drenagem, tendo em conta a boa execução das diversas atividades de engenharia, nomeadamente conceção, dimensionamento, instalação e exploração de sistema de drenagem.

O campo de aplicação da referida norma, começa no ponto em que a água residual entra no sistema, deixando o sistema de drenagem do edifício (os ramais localizados sob os edifícios encontram-se abrangidos desde que não façam parte do sistema de drenagem predial) e prolonga-se até ao ponto em que a água residual é descarregada numa instalação de tratamento ou no meio recetor.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Os requisitos de desempenho essenciais aplicados ao funcionamento dos sistemas de drenagem de águas residuais são:

- A tubagem deve funcionar sem obstruções;
- A frequência de inundações deve ser limitada aos valores prescritos;
- Devem ser salvaguardados a vida e a saúde pública;
- A frequência das subcargas hidráulicas nos coletores deverá ser limitada aos valores prescritos;
- Devem ser salvaguardados a saúde e a segurança do pessoal que trabalha no sistema;
- Os meios recetores devem ser protegidos contra a poluição dentro dos limites prescritos;
- Os ramais e os coletores não devem danificar as estruturas e os serviços de utilidade pública adjacentes existentes;
- Devem ser garantidas ao longo do horizonte de projeto a integridade estrutural;
- Os ramais e os coletores devem ser estanques nas condições de ensaio prescritas;
- Não devem surgir problemas de odores incómodos e de toxicidade;
- Deve ser previsto acesso adequado para fins de manutenção;

A norma define, igualmente, um conjunto de ensaios para avaliar o desempenho dos sistemas de água residuais durante as diversas fases, construção, arranque e durante a operação, nomeadamente:

- Ensaio com água;
- Ensaio com ar;
- Ensaio de infiltração;
- Inspeções visuais;

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

- Inspeções por CCTV;
- Avaliação do caudal de estiagem;
- Controlo das descargas no sistema;
- Controlo da qualidade, da quantidade e da frequência de efluente no meio recetor;
- Controlo de interior do sistema relativamente a gases tóxicos e/ou explosivos;
- Controlo das descargas do sistema nas estações de tratamento;

Por outro lado, para avaliação do desempenho é importante ter em conta e analisar um conjunto de dados ou indicadores, nomeadamente:

- Registos de inundações;
- Registos de obstrução nas tubagens;
- Registos de aluimentos de coletores;
- Registos de doença, ferimentos ou falecimentos entre o pessoal de exploração;
- Registos de doenças, ferimentos ou falecimentos entre o público em geral;
- Registos de roturas nos coletores;
- Conformidade entre as descargas permitidas e as observadas;
- Resultados das inspeções visuais e por CCTV;
- Registos de reclamações relacionadas com odores;
- Análise do desempenho hidráulico;
- Desempenho do equipamento eletromecânico;
- Resultados dos ensaios e das medidas de controlo;
- Desempenho e estado das estruturas de controlo de caudal;
- Registos de sobrecargas hidráulicas dos coletores;

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

A nível da legislação nacional, em 1994 foi publicado o Decreto-Lei n.º 207/94, 6 de agosto, como consequência da desatualização da regulamentação existente para o abastecimento de água (que datava de 1943) e para a drenagem de esgotos (que datava de 1946), tendo em conta a evolução dos conceitos e das tecnologias de projeto, execução e gestão dos sistemas de distribuição de água e drenagem de águas residuais.

O objetivo do diploma legal, consiste em atualizar e orientar as atividades de conceção, projeto, construção e exploração de sistemas públicos e prediais.

O Decreto-Lei n.º 207/94 estabelece as linhas gerais e orientadoras, tecnicamente materializadas e operacionais no posterior Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto.

No decorrer do ano de 2009, foi publicado em Diário da República o Decreto-Lei n.º 194/2009, datado em 20 de agosto, tendo como objetivo estabelecer o regime jurídico dos serviços municipais de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais e de gestão de resíduos urbanos.

O referido diploma, revoga os Decretos-Leis n.ºs 207/94, de 6 de Agosto, e 147/95, de 21 de Junho.

4. HIGIENE E SEGURANÇA DO TRABALHO

4.1. GENERALIDADES:

A Higiene e Segurança no Trabalho, na área do saneamento merecem particular atenção, devido aos produtos químicos utilizados e principalmente às atmosferas perigosas que são criadas nos diversos locais de trabalho.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

No âmbito da política de prevenção, o Grupo Veolia Água presente em Portugal desde o ano de 1991, têm implementado um procedimento de análises de riscos.

No âmbito desse procedimento, todas as tarefas realizadas na empresa foram identificadas, e para cada tarefa foram identificadas os riscos existentes.

No âmbito das tarefas realizadas na empresa, encontram-se as tarefas desempenhadas pelos colaboradores nas infraestruturas de drenagem e de tratamento de águas residuais domésticas.

Como resultado da referida análise, foram implementadas medidas de prevenção para as tarefas que apresentem o risco mais elevado.

4.2. ENQUADRAMENTO LEGAL:

O atual quadro legislativo em Portugal, encontra-se instituído pela Portaria n.º 762/2002, de 1 julho, que estabelece um conjunto de prescrições que pretendem garantir a segurança, higiene e saúde dos trabalhadores no exercício das atividades de exploração dos sistemas públicos de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, domésticas, industriais e pluviais, a presente portaria é o Regulamento de Segurança e Saúde no Trabalho na Exploração dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

O Decreto-lei n.º 26/94, de 1 de fevereiro, alterado pela Lei n.º 7/95, de 29 de março e pelo Decreto-Lei n.º 109/2000, de 30 junho (procede à republicação), estabelece o regime de organização e funcionamento das atividades de segurança, higiene e saúde no trabalho.

Durante o ano de 2009, surge ainda a Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro, que cria o Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

4.3. FATORES DE RISCO DA ATIVIDADE:

O regulamento de Segurança e Saúde no Trabalho na Exploração dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, define que constituem fatores de risco específico da atividade, os que resultam das seguintes situações:

4.3.1. INSUFICIÊNCIA DE OXIGÉNIO ATMOSFÉRICO:

A exposição de trabalhadores a atmosferas suscetíveis de apresentar insuficiências de oxigénio só é permitida quando seja garantido um teor de oxigénio superior ou igual a 17 %, salvo se for utilizado equipamento de proteção adequado (aparelho de respiração autónomo);

Deve ter-se presente que os locais com teores de oxigénio inferiores a 12 % são muito perigosos e locais com teor inferiores a 7% podem constituir uma atmosfera fatal;

A forma de ser garantido o teor de oxigénio, será a utilização de um equipamento de medição contínua da atmosfera (detetor de gases e vapores).

4.3.2. EXISTÊNCIA DE GASES OU VAPORES PERIGOSOS:

Os meios onde se desenrole o trabalho em estudo podem apresentar atmosferas contaminadas com gases suscetíveis de constituir o risco de intoxicação, asfixia, incêndio ou exploração. Alguns gases que podem estar presentes são o ozono, o cloro, o gás sulfídrico, o dióxido de carbono e metano;

Acidentalmente pode ainda ocorrer a presença de outros gases ou vapores perigosos, tais como vapores de combustíveis líquidos, vapores de solventes orgânicos, gases combustíveis e monóxido de carbono;

Por esse motivo, a entidade empregadora deve avaliar os riscos da existência destes gases nos locais de trabalho. Nessa avaliação de riscos e perigos devem ser consideradas

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

as concentrações limite a partir das quais a segurança e a saúde dos trabalhadores sejam postas em perigo;

Nos locais de trabalho que apresentam riscos de incêndio ou explosão, é proibido foguear ou acionar dispositivos elétricos e eletrônicos não específicos das instalações;

Os locais, referidos anteriormente, foram considerados pelo Grupo Veolia Água, como espaços Confinados.

4.3.3. CONTACTO COM REAGENTES:

Quando existem a manipulação de reagentes suscetíveis de provocar riscos de queimadura, dermatoses, ulcerações ou outras lesões cutâneas, devem ser tomadas medidas especiais;

O óxido de cálcio, o hidróxido de cálcio, o sulfato de alumínio, o hipoclorito de sódio, e o cloreto de cálcio só devem ser manipulados em atmosferas calmas e os trabalhadores devem utilizar equipamentos de proteção dos olhos, vias respiratórias, mãos e corpo.

Sempre que ocorra uma queimadura, devem ser observadas as indicações constantes da Ficha Dados de Segurança do reagente que o originou e, logo que possível, o trabalhador deve ser submetido aos cuidados de saúde necessários.

Na manipulação de águas residuais ou lamas devem ser tomadas algumas medidas de segurança especiais. Tais como:

- O contato com águas residuais ou lamas que contêm micro-organismos patogénicos envolvente em especial riscos de infeção, pelo que os trabalhadores devem estar especialmente protegidos. Por exemplo, pelas luvas de proteção contra riscos biológicos;

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

- Na amostragem e controlo analíticos deve evitar-se a utilização de material de vidro, por serem muito favoráveis aos cortes nas mãos, que pode proporcionar o desencadear de uma infeção, visto que podemos estar na presença de microrganismos patogénicos;

4.3.4. AUMENTO BRUSCO DE CAUDAL E INUNDAÇÕES SÚBITAS.

Nas instalações de captação ou elevação de água e nas de elevação e tratamento de águas residuais que exigem a permanência de trabalhadores, situadas nos leitos maiores de pequeno e médios cursos de água e por isso suscetíveis de estarem sujeitas a inundações súbitas, devem ser estabelecidos acessos compatíveis com os níveis de cheias previsíveis.

Os referidos locais devem ser alvo de vigilância, durante a exploração, para monitorização da evolução das situações de pluviosidade.

Quando se presume que possam registar-se cheias superiores às previstas, devem ser acionadas medidas de evacuação;

Deve-se ainda tomar-se em consideração os eventuais efeitos negativos das descargas de emergência.

Os programas de exploração, têm previsto as medidas específicas a adotar nas situações de inundações que resultam de rebentamento ou de outras avarias de tubagens em pressão.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

4.4. LOCAIS DE TRABALHO POTENCIALMENTE PERIGOSAS:

De acordo com o regulamento de Segurança e Saúde no Trabalho na Exploração dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, são considerados como locais de trabalho potencialmente perigosos os seguintes:

- Os locais de apresentam riscos de afogamento, nomeadamente as captações, câmaras de aspiração de estações elevatórias, reservatórios e órgãos de estações de tratamento;
- As câmaras de acesso e manobras de equipamentos enterrados;
- As câmaras de visita ou de inspeção;
- As galarias subterreas sem ventilação adequada;
- Os pisos aéreos e coberturas dos reservatórios elevados;
- Os coletores visitáveis;
- As instalações de digestão de lamas e as de recuperação e armazenamento de biogás;
- As estações elevatórias e de tratamento, em especial se enterradas e com ventilação deficiente;
- As zonas de armazenamento, preparação e aplicação de substâncias a utilizar.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

4.5. ESPAÇOS CONFINADOS:

De acordo com o regulamento Segurança e Saúde no Trabalho na Exploração dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, um dos locais de trabalho potencialmente perigoso, são as câmaras de visita, os coletores visitáveis as câmaras de acesso e manobras de equipamentos enterrados, em resumo são todos os locais com aberturas limitadas de entrada e saída, com ventilação natural desfavorável e níveis deficientes de oxigénio, podendo conter ou produzir contaminantes químicos tóxicos ou inflamáveis e que não está concebido para uma ocupação contínua por trabalhadores. Os referidos locais são conhecidos como Espaços Confinados.

A entrada num espaço confinado pode envolver perigos diversos, com características particulares e específicas tendo em conta o tipo e setor de atividade, exigindo consequentemente que os trabalhos a realizar sejam previamente planeados. A avaliação dos riscos, a adoção de medidas de prevenção e a informação aos trabalhadores são alguns dos fatores determinantes para a redução dos acidentes.

4.6. ACIDENTES DE TRABALHO:

Os dados que serão apresentados em seguida, resultam do aproveitamento para fins estatísticos dos dados administrativos recolhidos através das participações de acidentes de trabalho às Seguradoras. Inclui os acidentes Seguradoras. Registados com trabalhadores deslocados no estrangeiro e não inclui os acidentes ocorridos com subscritores da Caixa Geral de Aposentações.

Nestes dados constam elementos referentes ao momento da ocorrência do acidente e, também, da informação proveniente do mapa de encerramento do processo que diz respeito às consequências do acidente, só possíveis de medir dois anos após a ocorrência.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

O regime jurídico dos Acidentes de Trabalho enquadra-se na Lei n.º 100/97, de 13 de setembro e Lei n.º 98/2009, de 04 de setembro que a regulamenta.

A Legislação Portuguesa engloba os acidentes de trajeto na definição de acidentes de trabalho. No entanto, pelas suas características, e atendendo à metodologia do projeto europeu de acidentes de trabalho no qual Portugal está integrado, estes acidentes estão excluídos do tratamento estatístico aqui apresentado.

Em seguida apresento a tabela 4.1 sobre os acidentes ocorridos durante os anos de 2000 e 2007.

CAE-Rev. 2 ^o	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total	234 192	244 936	248 097	237 222	234 109	228 884	237 392	237 409
A Agricultura, prod. animal, caça e silvicultura	6 953	7 195	7 103	7 218	6 964	6 248	6 714	5 771
B Pesca	1 928	1 221	2 044	2 045	2 352	1 857	1 831	1 450
C Indústrias extractivas	2 475	2 948	2 854	2 449	2 328	2 029	1 960	2 100
D Indústrias transformadoras	86 183	92 071	89 560	82 537	75 795	74 593	74 698	77 423
DA Ind. alimentares, das bebidas e do tabaco	7 942	8 257	9 114	8 690	8 073	8 294	8 611	9 768
DB Ind. têxtil	8 443	9 150	8 442	7 545	6 646	6 266	6 381	7 179
DC Ind. do couro e dos produtos do couro	3 195	3 391	3 534	2 918	2 410	2 117	1 991	2 308
DD Ind. da madeira, da cortiça e suas obras	8 318	8 487	8 211	7 863	6 961	6 864	6 309	6 128
DE Ind. pasta, papel, cartão seus art., edição e impressão	2 665	2 796	2 887	2 259	2 127	2 237	2 275	1 998
DF Fab. coque, prod. petrolif., refinados e comb. nuclear	54	23	13	18	18	30	16	11
DG Fab. de produtos químicos e fibras sintéticas e artificiais	1 432	1 661	1 405	1 153	1 231	1 206	1 115	1 325
DH Fab. de artigos de borracha e matérias plásticas	2 851	3 167	3 346	2 921	2 648	2 736	2 679	3 054
DI Fab. outros prod. minerais não metálicos	8 768	9 688	9 094	8 299	7 537	8 223	7 457	7 266
DJ Ind. metalúrgicas de base e produtos metálicos	19 855	21 231	19 715	19 192	18 084	16 581	17 197	17 480
DK Fab. de máquinas e de equipamento, n.e.	7 334	7 895	7 476	7 272	6 672	6 659	6 418	6 728
DL Fab. equipamento eléctrico e de óptica	2 266	2 375	2 538	1 967	2 019	1 936	2 023	1 925
DM Fab. de material de transporte	5 216	5 237	5 166	4 585	4 330	4 448	4 646	5 196
DN Ind. transformadoras n.e.	7 844	8 716	8 617	7 855	7 039	6 996	7 580	7 055
E Prod. distrib. de electricidade, gás e água	1 199	1 214	1 021	1 058	850	1 271	1 141	1 068
F Construção	51 561	56 401	57 083	53 978	53 957	51 538	51 790	47 322
G Com. gro. e retalho; rep. veic., mot. e bens uso pes. e dom.	32 095	34 067	36 009	35 171	35 599	34 310	36 916	37 754
H Alojamento e restauração	8 545	8 125	9 087	8 689	10 434	9 896	11 496	11 882
I Transportes, amaz. e comunicações	9 416	9 767	10 395	10 293	9 646	9 430	10 665	10 451
J Actividades financeiras	930	713	721	620	769	713	793	636
K Activid. imob., alugueres e serv. prestados às empresas	9 981	10 394	11 878	11 602	13 308	13 559	14 406	16 892
L Adm. pública, defesa e seg. social obrigatória.	4 936	6 695	5 631	5 459	6 293	6 574	7 450	6 339
M Educação	1 416	1 503	1 520	1 475	1 564	1 594	2 125	2 233
N Saúde e acção social	3 391	5 213	5 651	5 814	6 325	7 881	8 629	9 062
O Outras activ. de serviços colectivos, sociais e pessoais	4 258	4 525	4 880	5 022	4 932	4 663	4 756	6 554
P Famílias com empregados domésticos	1 278	932	956	1 055	1 004	877	854	313
Q Organizações intern. e inat. extra-territoriais	4	32	-	16	10	12	11	-
Ignorado	7 043	1 920	1 704	2 721	1 979	1 839	1 157	159

Tabela 4.1 – Acidentes de trabalho (mortais e não mortais) por atividade económica (período 2000 – 2007) – [Fonte: (GEP/MSSS, 2012)]

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

O mais importante sobressair é a atividade E (Produção e distribuição de eletricidade, gás e água).

CAE-Rev. 2 ^o	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total	234 192	244 936	248 097	237 222	234 109	228 884	237 392	237 409
A Agricultura, prod. animal, caça e silvicultura	6 953	7 195	7 103	7 218	6 964	6 248	6 714	5 771
B Pesca	1 928	1 221	2 044	2 045	2 352	1 857	1 831	1 450
C Indústrias extractivas	2 475	2 948	2 854	2 449	2 328	2 029	1 960	2 100
D Indústrias transformadoras	86 183	92 071	89 560	82 537	75 795	74 593	74 698	77 423
DA Ind. alimentares, das bebidas e do tabaco	7 942	8 257	9 114	8 690	8 073	8 294	8 611	9 768
DB Ind. têxtil	8 443	9 150	8 442	7 545	6 646	6 266	6 381	7 179
DC Ind. do couro e dos produtos do couro	3 195	3 391	3 534	2 918	2 410	2 117	1 991	2 308
DD Ind. da madeira, da cortiça e suas obras	8 318	8 487	8 211	7 863	6 961	6 864	6 309	6 128
DE Ind. pasta, papel, cartão seus art., edição e impressão	2 665	2 796	2 887	2 259	2 127	2 237	2 275	1 998
DF Fab. coque, prod. petrolif. refinados e comb. nuclear	54	23	13	18	18	30	16	11
DG Fab. de produtos químicos e fibras sintéticas e artificiais	1 432	1 661	1 405	1 153	1 231	1 206	1 115	1 325
DH Fab. de artigos de borracha e matérias plásticas	2 851	3 167	3 346	2 921	2 648	2 736	2 679	3 054
DI Fab. outros prod. minerais não metálicos	8 768	9 685	9 094	8 299	7 537	8 223	7 457	7 266
DJ Ind. metalúrgicas de base e produtos metálicos	19 855	21 231	19 715	19 192	18 084	16 581	17 197	17 480
DK Fab. de máquinas e de equipamento, n.e.	7 334	7 895	7 478	7 272	6 672	6 659	6 418	6 728
DL Fab. equipamento eléctrico e de óptica	2 266	2 375	2 538	1 967	2 019	1 936	2 023	1 925
DM Fab. de material de transporte	5 216	5 237	5 166	4 585	4 330	4 448	4 646	5 198
DN Ind. transformadoras n.e.	7 844	8 716	8 617	7 855	7 039	6 996	7 580	7 055
E Prod. distrib. de electricidade, gás e água	1 199	1 214	1 021	1 058	850	1 271	1 141	1 068
F Construção	51 561	56 401	57 083	53 978	53 957	51 538	51 790	47 322
G Com. gros. e retalho; rep. veic., mot. e bens uso pes. e dom.	32 095	34 067	36 009	35 171	35 599	34 310	36 916	37 754
H Alojamento e restauração	8 545	8 125	9 087	8 689	10 434	9 896	11 496	11 882
I Transportes, armazen. e comunicações	9 416	9 767	10 395	10 293	9 646	9 430	10 665	10 451
J Actividades financeiras	930	713	721	620	769	713	793	636
K Activid. imob., alugueras e serv. prestados às empresas	9 981	10 394	11 878	11 602	13 308	13 559	14 406	16 892
L Adm. pública, defesa e seg. social obrigatória.	4 936	6 695	5 631	5 459	6 293	6 574	7 450	6 339
M Educação	1 416	1 503	1 520	1 475	1 564	1 594	2 125	2 233
N Saúde e acção social	3 991	5 213	5 651	5 814	6 325	7 881	8 629	9 062
O Outras activ. de serviços colectivos, sociais e pessoais	4 258	4 525	4 880	5 022	4 932	4 663	4 756	6 554
P Famílias com empregados domésticos	1 278	932	956	1 055	1 004	877	854	313
Q Organizações Intern. e Inst. extra-territoriais	4	32	-	16	10	12	11	-
Ignorado	7 043	1 920	1 704	2 721	1 979	1 839	1 157	159

Tabela 4.2 – Acidentes de trabalho (mortais e não mortais) por atividade económica (atividade destacada) (período 2000 – 2007) – [Fonte: (GEP/MSSS, 2012)]

Como podemos verificar os números de acidentes situa-se acima dos 1000/ano. O ano de 2004, felizmente, foi a exceção, porque os acidentes ficaram abaixo dos 1000.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

CAE-Rev. 3	2008
Total	240 018
A Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca	6 137
B Indústrias extractivas	2 034
C Indústrias transformadoras	76 184
10 - Indústrias alimentares	8 136
11 - Indústria das bebidas	1 398
12 - Indústria do tabaco	223
13 - Fabricação de têxteis	3 974
14 - Indústria do vestuário	2 677
15 - Indústria do couro e dos produtos do couro	2 258
16 - Ind. madeira e cortiça e suas obras, exc. mobiliário; fabr. cestaria e espartaria	4 999
17 - Fabricação de pasta, de papel, de cartão e seus artigos	982
18 - Impressão e reprodução de suportes gravados	1 066
19 - Fabricação de coque, prod. petrolíferos refinados e aglomerados de combustíveis	17
20 - Fabr. prod. químicos e fibras sintéticas/artificiais, excepto prod. farmacêuticos	912
21 - Fabricação de produtos farmacêuticos de base e de preparações farmacêuticas	244
22 - Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas	3 073
23 - Fabrico de outros produtos minerais não metálicos	7 424
24 - Indústrias metalúrgicas de base	2 065
25 - Fabricação de produtos metálicos, excepto máquinas e equipamentos	16 862
26 - Fab. equip. informáticos, equip. p/ comunicações e prod. electrónicos e ópticos	472
27 - Fabricação de equipamento eléctrico	1 682
28 - Fabricação de máquinas e de equipamentos, n.e.	4 656
29 - Fab. veículos automóveis, reboques, semi-reboques e comp. p/ veic. automóveis	3 120
30 - Fabricação de outro equipamento de transporte	1 204
31 - Fabrico de mobiliário e de colchões	5 438
32 - Outras indústrias transformadoras	1 167
33 - Reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos	2 135
D Electricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio	212
E Captação, tratam. e distrib. água; saneamento, gestão de resíduos e despoluição	3 168
F Construção	47 024
G Comércio por grosso e a retalho; reparação de veic. automóveis e motociclos	37 544
H Transportes e armazenagem	10 794
I Alojamento, restauração e similares	11 893
J Actividades de informação e de comunicação	697
K Actividades financeiras e de seguros	728
L Actividades imobiliárias	776
M Actividades de consultoria, científicas, técnicas e similares	2 329
N Actividades administrativas e dos serviços de apoio	16 887
O Administração pública e defesa; segurança social obrigatória	6 446
P Educação	2 168
Q Actividades de saúde humana e apoio social	10 154
R Actividades artísticas, de espectáculos, desportivas e recreativas	1 568
S Outras actividades de serviços	2 971
T Activ. das famílias empreg. de pessoal domést. e activ. de prod. das famílias para uso próprio	119
U Activ. organismos internacionais e outras instituições extra-territoriais	-
Ignorado	185

Fonte: GEP/MSSS, Acidentes de Trabalho.

Tabela 4.3 – Acidentes de trabalho (mortais e não mortais) por atividade económica (período 2008) – [Fonte: (GEP/MSSS, 2012)]

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

No quadro apresentado foi possível verificar que o ano de 2008, foram registados 3 vezes mais de acidentes que no ano de 2007.

CAE-Rev. 2 ⁽¹⁾	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total	368	365	357	312	306	300	253	276
A Agricultura, prod. animal, caça e silvicultura	25	27	39	22	20	21	23	16
B Pesca	8	6	6	3	12	7	15	6
C Indústrias extractivas	9	16	5	8	12	6	3	4
D Indústrias transformadoras	78	59	75	52	55	56	43	49
DA Ind. alimentares, das bebidas e do tabaco	17	6	8	8	12	9	6	7
DB Ind. têxtil	-	2	1	5	3	1	3	2
DC Ind. do couro e dos produtos do couro	1	2	1	-	-	1	-	-
DD Ind. da madeira, da cortiça e suas obras	11	5	5	6	7	8	5	6
DE Ind. pasta, papel, cartão seus art., edição e impressão	2	1	5	2	2	2	2	4
DF Fab. coque, prod. petrolif. refinados e comb. nuclear	-	1	-	-	1	-	-	-
DG Fab. de produtos químicos e fibras sintéticas e artificiais	3	-	6	5	5	6	4	2
DH Fab. de artigos de borracha e matérias plásticas	1	3	2	1	-	-	2	2
DI Fab. outros prod. minerais não metálicos	13	7	10	5	9	11	7	7
DJ Ind. metalúrgicas de base e produtos metálicos	17	17	23	11	9	7	7	15
DK Fab. de máquinas e de equipamento, n.e.	5	5	5	3	2	3	5	2
DL Fab. equipamento eléctrico e de óptica	1	2	1	1	2	3	1	-
DM Fab. de material de transporte	3	4	5	3	1	2	-	1
DN Ind. transformadoras n.e.	4	4	3	2	2	3	1	1
E Prod. distrib. de electricidade, gás e água	3	1	4	1	3	1	3	1
F Construção	102	139	109	113	110	111	83	103
G Com.gros.e retalho;rep veic.,mot.e bens uso pes. e dom.	42	32	32	38	27	24	21	36
H Alojamento e restauração	9	6	4	4	1	2	5	2
I Transportes, armazen. e comunicações	33	32	38	34	38	32	33	29
J Actividades financeiras	1	-	-	1	1	-	1	1
K Activid. imob.,alugueres e serv. prestados às empresas	16	26	22	17	14	20	12	18
L Adm. pública, defesa e seg. social obrigatória.	6	9	6	9	3	11	4	4
M Educação	1	-	1	1	1	1	1	1
N Saúde e acção social	2	2	1	1	-	1	2	-
O Outras activ. de serviços colectivos, sociais e pessoais	4	7	7	3	7	1	3	6
P Famílias com empregados domésticos	1	1	3	-	1	3	-	-
Q Organizações intern. e inst. extra-territoriais	-	1	-	-	-	-	-	-
Ignorado	28	1	5	5	1	3	1	-

Fonte: GEP/MSSS, Acidentes de Trabalho.

(1) CAE-Rev. 2.1 a partir de 2004.

Tabela 4.4 – Acidentes de trabalho mortais por actividade económica (período 2000 – 2007) –
[Fonte: (GEP/MSSS, 2012)]

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Ao analisamos a tabela anterior, é possível verificar que na atividade produção e distribuição de eletricidade, gás e água, têm ocorrido no mínimo um acidente mortal.

No período em análise, temos uma média de 2,12 acidentes mortais por ano.

CAE-Rev. 3	2008
Total	231
A Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca	23
B Indústrias extractivas	12
C Indústrias transformadoras	27
10 - Indústrias alimentares	2
11 - Indústria das bebidas	-
12 - Indústria do tabaco	-
13 - Fabricação de têxteis	-
14 - Indústria do vestuário	-
15 - Indústria do couro e dos produtos do couro	-
16 - Ind. madeira e cortiça e suas obras, exc. mobiliário; fabr. cestaria e espartaria	4
17 - Fabricação de pasta, de papel, de cartão e seus artigos	-
18 - Impressão e reprodução de suportes gravados	1
19 - Fabricação de coque, prod. petrolíferos refinados e aglomerados de combustíveis	-
20 - Fabr. prod. químicos e fibras sintéticas/artificiais, excepto prod. farmacêuticos	-
21 - Fabricação de produtos farmacêuticos de base e de preparações farmacêuticas	-
22 - Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas	-
23 - Fabrico de outros produtos minerais não metálicos	5
24 - Indústrias metalúrgicas de base	1
25 - Fabricação de produtos metálicos, excepto máquinas e equipamentos	5
26 - Fab. equip. informáticos, equip. p/ comunicações e prod. electrónicos e ópticos	-
27 - Fabricação de equipamento eléctrico	-
28 - Fabricação de máquinas e de equipamentos, n.e.	2
29 - Fab. veículos automóveis, reboques, semi-reboques e comp. p/ veíc. automóveis	3
30 - Fabricação de outro equipamento de transporte	-
31 - Fabrico de mobiliário e de colchões	-
32 - Outras indústrias transformadoras	-
33 - Reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos	4
D Electricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio	-
E Captação, tratam. e distrib. água; saneamento, gestão de resíduos e despoluição	3
F Construção	78
G Comércio por grosso e a retalho; reparação de veíc. automóveis e motociclos	25
H Transportes e armazenagem	30
I Alojamento, restauração e similares	1
J Actividades de informação e de comunicação	1
K Actividades financeiras e de seguros	1
L Actividades imobiliárias	1
M Actividades de consultoria, científicas, técnicas e similares	7
N Actividades administrativas e dos serviços de apoio	11
O Administração pública e defesa; segurança social obrigatória	6
P Educação	1
Q Actividades de saúde humana e apoio social	1
R Actividades artísticas, de espectáculos, desportivas e recreativas	1
S Outras actividades de serviços	-
T Activ. das famílias empreg. de pessoal domést. e activ. de prod. das famílias para uso próprio	1
U Activ. organismos internacionais e outras instituições extra-territoriais	-
Ignorado	1

Fonte: GEP/MSSS, Acidentes de Trabalho.

Tabela 4.5 – Acidentes de trabalho mortais por atividade económica (período 2008) – [Fonte: (GEP/MSSS, 2012)]

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

No ano de 2008, infelizmente ocorreram 3 acidentes mortais.

4.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

A Segurança é uma atividade interdisciplinar e plurisectorial e que se ocupa da identificação e da avaliação, dos riscos inerentes a cada tarefa, levado a cabo pelas empresas, de forma a diminuir ou controlar os riscos da atividade.

Genericamente, considera-se que a palavra “Segurança” abrange tudo aquilo que trata de situações potencialmente perigosas.

De modo a sensibilizar os seus colaboradores, o Grupo Veolia Água, têm implementado um vasto programa de informação e formação constante de todos os colaboradores da empresa, permitindo assim haver um empenhamento permanente no cumprimento das regras de segurança e de comportamentos responsáveis por parte de cada um.

Pode-se concluir que a palavra “chave” é a prevenção.

No âmbito dessa prevenção, o objetivo do presente trabalho é demonstrar o nível de gases existentes dentro da rede de saneamento básico.

5. AVALIAÇÃO E CONTROLO DOS EFEITOS DO GÁS SULFÍDRICO

5.1. GENERALIDADES:

A elaboração do presente capítulo, teve como base os apontamento da cadeira "Sistemas de Saneamento Básico" lecionada no ISEP, e dos apontamentos do Instituto Superior Técnico.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

No seu transporte ao longo dos coletores, as águas residuais vão sofrendo alterações físicas, químicas e biológicas, cujos efeitos no comportamento global dos sistemas tem assumido, nas últimas décadas, uma relevância crescente. Efetivamente, a intensa e contínua expansão urbana tem criado, nos aglomerados e na sua envolvente geográfica, problemas e dificuldades ao desenvolvimento equilibrado e ao bem-estar e qualidade de vida do habitat urbano.

No domínio das infra-estruturas de saneamento básico, em particular das de drenagem de águas residuais, os efeitos desse crescimento têm-se vindo a refletir na conceção, dimensionamento e execução de sistemas cada vez mais extensos e complexos, onde aquelas alterações podem assumir proporções mais significativas.

Nos sistemas de drenagem de águas residuais, típicos de grandes aglomerados urbanos, os tempos de percurso das águas residuais são, em regra, de várias horas ou mesmo de várias dezenas de horas, por consequência a qualidade das águas residuais vai-se alterando, refletindo-se principalmente na formação de sulfuretos.

Os coletores deverão ser constituídos por materiais com elevada resistência a cargas orgânicas elevadas e produtos químicos (designadamente ácido sulfúrico, H_2SO_4 , diluído), porque grande parte da rede de coletores encontrar-se sujeita à corrosão.

A título de exemplo, poderá ser utilizado tubagem e acessórios de Poliéster Reforçado a Fibra de Vidro (PRV), material compósito constituído por uma matriz de polímero termoendurecível (resina poliéster insaturada) reforçada a fibra de vidro.

O material possui elevada resistência mecânica/peso e insensibilidade à corrosão química e eletroquímica, pelo que não necessita de qualquer tipo de proteção. Outras soluções, como tubagens em PEAD e câmaras de visita em material termoplástico, também devem ser naturalmente equacionadas.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Nos troços iniciais das redes de drenagem de águas residuais é corrente verificar-se altos valores do potencial redox¹ e elevadas concentrações de oxigênio dissolvido no interior da massa líquida. No entanto, à medida que aumentam os tempos de percurso decrescem, em regra, tais concentrações, devido ao facto do consumo de oxigênio não ser compensado pelo arejamento natural ocorrido através da interface ar-massa líquida.

O oxigênio é consumido, nas reações de oxidação da matéria orgânica, sendo os produtos finais compostos orgânicos mas simples, o dióxido de carbono e substâncias parcialmente oxidadas.

Em termos de qualidade das águas residuais domésticas, no seu conjunto, as reações referidas anteriormente contribuem para uma redução mais ou menos significativa no valor da carência bioquímica de oxigênio (CBO).

Num sistema de drenagem de águas residuais, após ter sido atingida a condição de anaerobiose, e desde que satisfeitas algumas condições, das reações de oxidação bioquímica da matéria orgânica, podem resultar a libertação de dióxido de carbono e de sulfuretos de hidrogênio. Neste caso, considera-se que o escoamento processa-se em condições de septicidade.

Quando temos as condições de septicidade, consideramos que temos concentrações positivas de sulfuretos e baixos potenciais de Redox.

O potencial Redox, nas soluções aquosa, é o balanço entre as substâncias oxidantes e as redutoras.

O sulfureto de hidrogênio e o dióxido de carbono tendem a reduzir o PH da massa líquida.

¹ Potencial Redox - é a habilidade de uma molécula ou átomo perder ou ganhar eletrões para uma outra molécula.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

A atmosfera no interior dos coletores e das câmaras de visita, à medida que se processa o escoamento, a tendência é, em regra, é de redução do teor de oxigênio e do aumento das concentrações de dióxido de carbono e de gás sulfídrico no ar.

Sendo este o motivo de estudo do presente estágio.

Pretende-se analisar as concentrações do teor de oxigênio do dióxido de carbono e do gás sulfídrico existente na atmosfera no interior das câmaras de visita da rede de águas residuais domésticas.

O sulfureto de hidrogênio (também conhecido por ácido sulfídrico ou gás sulfídrico quando o mesmo se encontra em forma gasosa), é uma espécie de sulfuretos dissolvidos e a sua importância para o comportamento dos sistemas deve-se, principalmente, aos seguintes motivos:

- De todos os odores que são gerados no interior das águas residuais, o odor criado pelos sulfuretos de hidrogênio, é o mais intenso e desagradável;
- Criação de ambientes tóxicos, que por vezes são mortais, no interior das atmosferas confinadas ou com ventilação deficiente;
- Criação de condições para a ocorrência de corrosão em coletores, câmaras de visita, poços de bombagem, câmaras repartidoras de caudal e órgãos ou equipamentos de estações de tratamento;
- Contribuição para a ocorrência, em circunstâncias excepcionais, de atmosferas explosivas;
- Contribuição para o mau funcionamento de estações de tratamento.

O sulfureto de hidrogênio é moderadamente volátil e a sua libertação da massa líquida torna-se significativa quando as condições de turbulência são elevadas.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

O gás sulfídrico, mesmo em concentrações muito baixas, ataca diretamente componentes metálicas, elétricas e eletrônicos das instalações dos sistemas de drenagem e tratamento. Em termos de corrosão, são responsáveis por grande parte das ruturas e colapsos totais ou parciais de coletores e emissários gravíticos de águas residuais.

O gás sulfídrico, tem um odor característico, conhecido na gíria popular como “cheiro a ovos podres”, e é explosivo em concentrações entre 4,3 e 45,5%.

Em Portugal, existem regiões onde a temperatura média no Verão é bastante elevada e a água residual apresenta elevada concentração de matéria orgânica. Nestas circunstâncias, associadas à reduzida energia gravítica disponível para se processar o escoamento (zonas planas ou com pequenos desníveis topográficos) e a tempos de retenção elevados no interior do sistema, tornam provável a ocorrência de septicidade.

Os prejuízos económicos e sociais provocados pela presença de gás sulfídrico nos sistemas de drenagem e tratamento são praticamente incalculáveis.

A Environmental Protection Agency, no ano de 1985, elaborou um relatório com os dados reportados a 1984, e referente apenas a custos de reconstrução e reabilitação de sistemas em exploração nos Estados Unidos da América, devido à deterioração, maioritariamente atribuída ao gás sulfídrico: o custo seria de cerca de Quinhentos milhões de contos.

Este valor de referencia reflete bem a importância económica do tema e as preocupações que devem envolver os estudos de conceção e dimensionamento de sistemas e instalações de drenagem, designadamente de elevada extensão, com vista a prevenir e controlar os riscos e efeitos da septicidade.

5.2. ORIGEM, NATUREZA E PROPRIEDADES DO SULFURETO DE HIDROGÉNIO:

O sulfureto de hidrogénio é uma das espécies de sulfuretos inorgânicos dissolvidos.

Num coletor de águas residuais, a presença de sulfuretos pode ter várias origens, entre as quais as seguintes:

- a) Descarga de algumas águas residuais industriais, provenientes, por exemplo, da indústria petroquímica, da indústria de pasta de papel ou do processamento de matéria animal;
- b) Infiltração de águas provenientes de aquíferos, onde a concentração de sulfuretos seja relevante;
- c) Descarga de águas residuais domésticas, já sépticas, provenientes, por exemplo, de tanques e poços de bombagem de instalações hoteleiras, ou outras, onde a massa líquida permaneça várias horas;
- d) Formação no interior do sistema, a partir de substâncias, orgânicas e inorgânicas, que contenham enxofre.

Todos os compostos sulfurosos, orgânicos e inorgânicos, podem contribuir, potencialmente, para a formação de sulfuretos.

As águas residuais domésticas e industriais contêm, em regra, um ou mais compostos de enxofre.

Das mais de trinta espécies de compostos de enxofre que existem, só seis são termodinamicamente estáveis, em solução aquosa e a temperatura e pressão atmosférica normal.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

São elas o ião sulfato (SO_4^{2-}), o ião bissulfato (HSO_4^-), o enxofre elementar (S_0), o ião sulfureto (S^{2-}), o ião hidrogenossulfureto (HS^-) e o sulfureto de hidrogênio (H_2S).

Outros compostos inorgânicos, como o ião tiosulfato ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$), também existem na natureza, mas não são considerados Termodinamicamente estáveis.

O tiosulfato pode encontrar-se presente em sistemas de drenagem, nomeadamente como resultado da oxidação, em condições aeróbias do ião hidrogenossulfureto.

O sulfito também se pode encontrar presente em coletores, como resultado da descarga de certos efluentes industriais.

Os sulfuretos inorgânicos solúveis em água, ou seja, os sulfuretos inorgânicos totais dissolvidos, podem apresentar-se sob a forma de sulfureto de hidrogênio (H_2S), ião hidrogenossulfureto (HS^-) ou ião sulfureto (S^{2-}).

Na Figura seguinte é apresentada a distribuição das concentrações de equilíbrio das espécies H_2S , HS^- e S^{2-} , em função do pH da massa líquida:

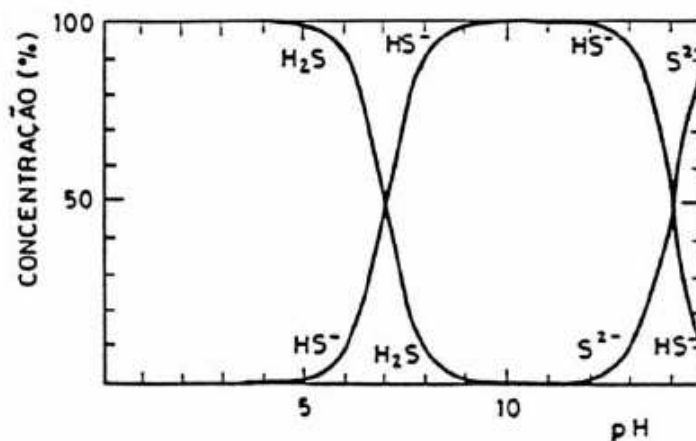


Figura: 5.1 – Distribuição das concentrações de equilíbrio das espécies H_2S , HS^- e S^{2-} , em função do pH da massa líquida.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Como se pode constatar pela imagem acima apresentada, no intervalo comum de PH das águas residuais domésticas, entre 6,5 e 8,5, a concentração de ião sulfato é praticamente nula, sendo predominantes as concentrações de sulfureto de hidrogénio e ião hidrogenossulfureto. Para PH igual a 7, as concentrações de sulfureto de hidrogénio e hidrogenossulfureto são praticamente idênticas, aumentando a predominância daquele composto à medida que se reduz o PH da massa líquida.

A distinção entre as diversas espécies de sulfuretos torna-se particularmente importante, devido ao facto de apenas o sulfureto de hidrogénio ser volátil, ou seja, só o sulfureto de hidrogénio tem potencialidade para se libertar da massa líquida e criar, na atmosfera dos sistemas de drenagem e de tratamento de águas residuais, efeitos indesejáveis.

Quando o sulfureto de hidrogénio aparece sob a forma gasosa, é corrente designar o sulfureto de hidrogénio como gás sulfídrico.

Em Portugal, a problemática da septicidade (ocorrência de sulfuretos) em sistemas de saneamento tem ganho importância crescente devido às seguintes circunstâncias:

- Criação e consolidação dos sistemas multimunicipais de saneamento de águas residuais, com emissários gravíticos e condutas elevatórias de grande extensão, servindo vastas bacias de atendimento, incluindo por vezes vários Municípios.
- Redução de caudais escoados (resultado, por exemplo, de uma política adequada de uso eficiente da água), com correspondente aumento do tempo de percurso da massa líquida e de risco de deposição de sedimentos, por não cumprimento de condições de autolimpeza nos coletores.
- Prolongados períodos de tempo sem precipitação, coincidindo com temperaturas elevadas, característicos da época estival, nomeadamente no Sul do País.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

5.3. CARACTERÍSTICAS DO GÁS SULFÍDRICO:

O gás sulfídrico é um gás incolor, sendo 1,19 vezes, aproximadamente, mais denso que o ar e tem um odor característico a “ovos podres”.

A exposição humana a pequenas concentrações desse gás tóxico, da ordem de algumas dezenas de p.p.m. (neste trabalho, é entendido o termo p.p.m. como referente a concentração em partes por milhão em volume), pode provocar dores de cabeça, náuseas e irritações de garganta e dor nos olhos.

Concentrações mais elevadas de algumas centenas de p.p.m., podem conduzir a paralisia do sistema respiratório que poderá levar até à morte.

Infelizmente nos últimos anos, têm ocorrido vários acidentes mortais que podem ser associados ao gás sulfídrico. Por exemplo no ano de 2007, ocorreu um acidente de trabalho na empresa Águas de Paredes, no qual resultou, infelizmente, a perda de 2 vidas humanas.

Para uma melhor compreensão dos efeitos do gás sulfídrico, é apresentado em seguida uma tabela representativa desses efeitos:

Concentração H ₂ S (ppm)	Efeito nos Trabalhadores
0,1	Odor detectável
3,0	Odor agressivo (Ovos Podres)
10	Dores de cabeça, náuseas, garganta e olhos irritados
50	Danos nos olhos
100	Perda de olfacto, conjuntivites, dificuldades respiratórias
300	Edema pulmonar
500	Forte estimulação nervosa
500 – 700	Inconsciência, possibilidade de morte em 30 minutos
700 – 1.000	Rápida inconsciência
≥ 1000	Colapso respiratório imediato, paralisia, MORTE INSTANTÂNEA

Tabela: 5.1 – Efeitos nos Trabalhadores das Concentrações do Gás Sulfídrico

Nota: em concentrações superiores a 50 p.p.m, perde-se a sensação de odor.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

A intoxicação associada à presença de Gás Sulfídrico constitui a causa de morte mais frequente nos sistemas de drenagem de águas residuais de todo o mundo.

O gás sulfídrico no ar pode tornar-se explosivo em concentrações entre 4,3 e 45,5%.

De acordo com a legislação em vigor, nomeadamente a Portaria n.º 762/2002, de 1 de julho, os valores limites de exposição dos trabalhadores ao Gás Sulfídrico são os seguintes:

- 10 ppm – Exposição diária de 8h;
- 30 ppm – Exposição diária de 30 min;
- Não devendo ser excedida, em qualquer circunstância, a concentração de 50 ppm.

5.4. FORMAÇÃO, LIBERTAÇÃO E OXIDAÇÃO DO SULFURETO DE HIDROGÉNIO

Em redes de drenagem de águas residuais constituídas por coletores de pequeno diâmetro, como exemplo, as redes prediais, em que as condições de escoamento asseguram a autolimpeza e ventilação, não é usual o estabelecimento de condições de septicidade.

As condições de septicidade, verificam-se, no entanto, e em regra, em emissários, interceptores ou sistemas de drenagem de longa extensão, mesmo quando se verificam os critérios hidráulicos de auto-limpeza e de limitação de altura do escoamento.

Em países ou regiões frias, o estabelecimento de condições de septicidade e a manifestação dos seus efeitos, nos sistemas de drenagem de águas residuais, não é, em regra, tão grave, como a que ocorre em regiões de temperaturas médias elevadas.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

No entanto, existem sistemas, implantados em regiões frias (como em certas zonas dos Estados Unidos da América, da França, do Reino Unido ou da Dinamarca), onde já foram referenciados efeitos especialmente graves, provocados pela ocorrência de septicidade em coletores de águas residuais domésticas, nomeadamente devidos à presença de gás sulfídrico. Nesses casos, a ocorrência de septicidade deve-se, fundamentalmente, ao facto do escoamento de águas residuais se processar sob pressão, em condutas elevatórias, troços de sifões invertidos ou coletores subdimensionados, não havendo pois lugar a arejamento.

A condição de septicidade está associada à formação de sulfuretos.

A formação de sulfuretos depende de diversos fatores ou parâmetros, entre os quais se incluem a disponibilidade de matéria orgânica e de sulfatos, a temperatura, o PH, a velocidade média do escoamento, o tempo de percurso, a concentração de oxigénio dissolvido e o potencial redox da massa líquida.

No caso de sistemas de drenagem constituídos integralmente por coletores com escoamento em superfície livre, a concentração de sulfuretos na massa líquida não atinge valores muito elevados, devido ao facto do oxigénio absorvido na interface ar-massa líquida contribuir, direta ou indiretamente, para a oxidação de substâncias de menor potencial redox, entre as quais se incluem os sulfuretos, e devido ao facto de uma parcela dos sulfuretos se poder libertar para a atmosfera do sistema, sob a forma de gás sulfídrico.

Naquelas condições, o escoamento processa-se em anaerobiose, mas com concentrações de sulfuretos inferiores, em regra, a 2 mg/l.

Na Figura 5.2 é ilustrada a condição de septicidade num coletor de águas residuais com escoamento com superfície livre.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

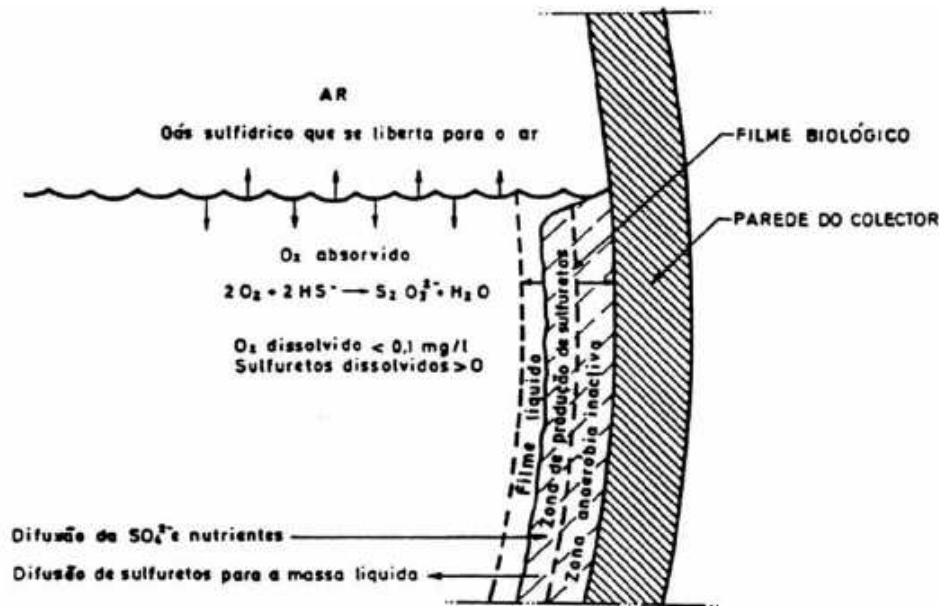
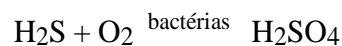


Figura 5.2 – Formação de sulfuretos em coletores de águas residuais - condições anaeróbias.

A libertação do gás sulfídrico da massa líquida depende, designadamente, da concentração de sulfureto de hidrogénio em solução, da temperatura e das condições de turbulência, sendo superior no caso da existência de quedas, particularmente quedas bruscas (ou seja, caixas de visita com tubos de queda) e inferior em troços retos, com baixas velocidades de escoamento.

Em determinadas condições, ocorre libertação do gás sulfídrico na humidade condensada das superfícies expostas, e a reação de oxidação a ácido sulfúrico pode verificar-se, no caso de serem satisfeitas condições térmicas e de disponibilidade de nutrientes, necessárias ao desenvolvimento das bactérias intervenientes no processo.

O ácido sulfúrico é formado de acordo com a seguinte reação:



Equação 5.1 – Reação de formação do ácido sulfúrico.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Para que a concentração de sulfuretos na massa líquida se mantenha positiva ao longo de um sistema de drenagem, torna-se necessário que a taxa de formação seja, em princípio, igual ou superior à taxa de remoção dos sulfuretos da solução.

A geração de sulfuretos em coletores pode resultar das seguintes reações:

- Decomposição de compostos orgânicos contendo enxofre, nomeadamente alguns aminoácidos;
- Redução do íão sulfato ou, menos frequentemente, redução de outras substâncias inorgânicas, como dos íões tiosulfato e sulfito ou do enxofre elementar.

Para a diminuição das concentrações de sulfuretos dissolvidos podem contribuir os seguintes fatores:

- Reações de oxidação, em condições aeróbias, donde podem resultar, teoricamente, enxofre elementar, tiosulfato ou sulfato;
- Precipitação, por reação com elementos metálicos usualmente presentes em águas residuais, como o íão ferro (II) e o zinco;
- Libertação de gás sulfídrico para a atmosfera, a qual ocorre, com mais significado, em meio ácido, e quando as condições de turbulência são elevadas.

5.5. EXPRESSÕES DE CÁLCULO DA CONCENTRAÇÃO DE SULFURETOS

Várias expressões empíricas têm sido propostas no sentido de estimar a formação de sulfuretos, ou parâmetros com eles relacionados, tanto em condutas com escoamento sob pressão, como em coletores com escoamento com superfície livre.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

O cálculo da formação de sulfuretos em condutas sob pressão não é especialmente complexo, devido ao facto de, em regra, não ocorrerem nem reações de oxidação, nem de libertação de gás sulfídrico para o ar. Ou seja, o aumento da concentração de sulfuretos no interior da massa líquida pode ser diretamente calculado, a partir da estimativa da taxa de formação de sulfuretos.

No que refere-se ao escoamento com superfície livre, as reações e transformações que intervêm no balanço de sulfuretos na massa líquida são mais complexas. A partir de meados do século passado, começaram a ser propostas formulações empíricas qualitativas, de complexidade crescente, preparadas por forma a caracterizar grandezas ou parâmetros, depois relacionados com estados ou condições mais ou menos favoráveis à formação de sulfuretos.

Mais tarde, na década de setenta, e devido principalmente ao trabalho profundo e exaustivo levado a cabo por Thistlethwayte, na Austrália, e Pomeroy, nos Estados Unidos da América, conseguiu evoluir-se, embora com sucesso mais ou menos limitado, no sentido da estimativa da concentração de sulfuretos em sistema de drenagem, a partir do conhecimento de dados de base referentes a características hidráulicas do escoamento (velocidade, raio hidráulico, tempo de percurso) e de qualidade da água residual (CBO₅, CQO e concentração de ião sulfato).

5.5.1. EXPRESSÃO DE CÁLCULO PARA CONDUTAS SOBRE PRESSÃO

De entre as expressões de cálculo da concentração de sulfuretos em condutas sob pressão, a mais utilizada é a expressão proposta por Pomeroy.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Pomeroy em 1959 propõe uma expressão de cálculo de formação de sulfuretos, em condutas com escoamento de águas residuais sob pressão, que pode ser apresentada sob a seguinte forma:

$$\frac{d[S]}{dt} = Kp \times CBO5 \times \left(1,57 + \frac{4}{D} \right) \times 1,07^{(T-20)}$$

Equação 5.2 – Expressão de cálculo de formação de sulfuretos de Pomeroy.

sendo,

- $\frac{d[S]}{dt}$ – Taxa de formação de sulfuretos expressa em termos da variação da concentração na massa líquida (mg/(l.h));
- Kp – Constante empírica, admitida, em regra, como igual a 0,001 (m/h);
- $CBO5$ – Carência bioquímica de oxigênio aos cinco dias e a 20°C (mg/l);
- D – diâmetro da conduta (m);
- T – Temperatura da massa líquida (°C).

A expressão 5.2 é também proposta pelas seguintes entidades:

- Environmental Protection Agency;
- American Society of Civil Engineers.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Na segunda parcela do segundo membro da expressão apresentada, o inverso do raio hidráulico ($4/D$) figura a multiplicar o termo correspondente à taxa de formação de sulfuretos no interior do filme biológico ($g/(m^2.h)$), com vista a expressar essa taxa em termos da concentração na massa líquida, (sendo as unidades $g/(m^3.h)$ ou $mg/(l.h)$).

A expressão referida, foi calibrada com base na análise de resultados experimentais obtidos em quarenta e duas condutas e pressupõe as seguintes condições:

- a) Condições favoráveis à formação de sulfuretos, nomeadamente em termos de potencial redox, desde a secção inicial da conduta;
- b) Independência entre a taxa de formação de sulfuretos e a velocidade média do escoamento e a concentração do ião sulfato;
- c) Proporcionalidade direta entre a CBO5 e a taxa de formação de sulfuretos;
- d) Desenvolvimento do filme biológico ao longo de todo o perímetro molhado.

Na publicação original, Pomeroy de 1959 constata que o valor do parâmetro empírico K_p parece variar significativamente com o tempo de retenção na conduta, sendo progressivamente superior para maiores tempos de retenção.

Contudo, a expressão tem sido correntemente divulgada admitindo o valor K_p igual a 0,001 m/h.

Outros investigadores atribuem a variação desse parâmetro à existência de oxigénio dissolvido na secção inicial das condutas, e ao conseqüente atraso na formação de sulfuretos.

5.5.2. EXPRESSÃO DE CÁLCULO PARA CONDUTAS DE ESCOAMENTO COM SUPERFÍCIE LIVRE

A primeira expressão empírica formulada com vista a prevenir a formação de sulfuretos em coletores de águas residuais, com escoamento com superfície livre, foi apresentada por POMEROY e BOWLUS no ano de 1946.

Essa expressão, cuja aplicação é condicionada a alturas relativas do escoamento inferiores ou iguais a 0,5, permite estimar a velocidade crítica do escoamento, abaixo da qual existem condições potenciais para formação de sulfuretos.

Essa expressão pode ser apresentada sob a seguinte forma:

$$V_{cs} = 0,042 \times [(CB05 \times 1,07 \times (T - 20))] \times \frac{1}{2}$$

Equação 5.3 – Expressão empírica para a formação de sulfuretos em coletores de águas residuais com escoamento em superfícies livres, por Pomeroy e Bowlus em 1946

Sendo:

- V_{cs} - a velocidade crítica do escoamento, ou seja, a velocidade abaixo da qual as condições para formação de sulfuretos são potencialmente favoráveis (m/s);
- CBO5 é dada em mg/l;
- T é dado em °C.

Para Davy, em 1950, considera que, para que a concentração de sulfuretos no interior da massa líquida seja praticamente nula, torna-se necessário que a taxa de oxidação seja pelo menos igual à taxa de formação.

A oxidação dos sulfuretos é assegurada pela disponibilidade de oxigênio que depende da turbulência do escoamento, ou seja, do número de Reynolds.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Combinando argumentos lógicos com os resultados experimentais obtidos em treze coletores da cidade de Melbourne, na Austrália, Davy define uma expressão que relaciona o valor crítico do número de Reynolds, a partir do qual a formação de sulfuretos se torna improvável, com o CBO5 e a largura e secção do escoamento.

Essa expressão foi posteriormente modificada, por forma a tornar mais expedita a sua aplicação, e pode ser apresentada sob a seguinte forma:

$$Z_p = \frac{(0,305 \times CBO5 \times 1,07^{(T-20)})}{\left(Q^{(1/3)} \times J^{(1/2)} \times f\right)}$$

Equação 5.4 – Expressão empírica para a formação de sulfuretos em coletores de águas residuais com escoamento em superfícies livres, modificada.

Sendo:

- Z_p - Parâmetro empírico de Pomeroy (-);
- Q - Caudal (m³/s);
- J - perda de carga unitária (m/m).

O parâmetro f pode ser obtido a partir da seguinte expressão:

$$f = 1,4 \times \left(\frac{b}{p}\right) \times \left(\frac{Q}{Q_{sc}}\right) \times 0,064$$

Equação 5.5 – Expressão para o cálculo do parâmetro f .

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

sendo,

- b – Largura superficial do escoamento (m);
- p – Perímetro molhado (m);
- Q_{sc} – Caudal correspondente à secção cheia (m³/s).

Os valores a atribuir às variáveis T, CBO5 e Q devem corresponder a valores médios, respeitantes aos períodos de seis horas de maior afluência ao sistema, nos três meses mais quentes do ano (designados por períodos “adversos”).

O parâmetro Zp relaciona-se com a possível ocorrência de sulfureto de hidrogénio, da seguinte forma:

- Para $Zp < 5\ 000$ o sulfureto de hidrogénio raramente está presente. Materiais à base de ligas de prata e de cobre e, possivelmente, tintas contendo chumbo podem ser escurecidas;
- Para $5\ 000 < Zp \leq 7\ 500$ as concentrações máximas não excedem algumas décimas de mg/l. É possível a ocorrência de ligeira corrosão em estruturas de betão e alvenaria, especialmente se o escoamento se processar com turbulência significativa;
- Para $7\ 500 < Zp \leq 10\ 000$ o sulfureto de hidrogénio pode, por vezes, desenvolver-se em quantidade suficiente para causar odores desagradáveis e danos substanciais em estruturas de betão e alvenaria, principalmente se o escoamento se processar com elevada turbulência. É previsível, mesmo em locais onde a turbulência do escoamento não seja significativa, ataque ligeiro do betão e do fibrocimento;
- Para $10\ 000 < Zp \leq 15\ 000$ podem ocorrer períodos em que os odores desagradáveis se manifestem significativamente, sendo de esperar um rápido ataque das estruturas de betão. Em coletores de betão de 2,5 cm de espessura, pode dizer-se que são fortes as probabilidades de ocorrer rutura nos primeiros 25 anos de vida;

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

- o Para $Z_p > 15\ 000$ o sulfureto de hidrogénio está praticamente sempre presente na massa líquida, variando o período de vida útil de pequenos coletores e betão entre 5 e 10 anos.

A expressão referida teve grande divulgação no mundo científico, e foi, praticamente até meados da década de oitenta, a única que se aplicou, nesse domínio, em países como Portugal ou Brasil.

Esta expressão tem, no entanto, importantes limitações, havendo autores que limitam a sua aplicação a coletores com diâmetros iguais ou inferiores a 600 mm.

No entanto, a maior limitação dessa expressão, segundo alguns autores, é não ter em conta o tempo de percurso e os efeitos da septicidade acumulada em troços a montante, como os que decorrem, em particular, da presença de condutas sob pressão.

Nas Figuras seguintes apresenta-se, a título ilustrativo, a variação do parâmetro Z_p , em função do diâmetro do coletor e, respetivamente, da velocidade média do escoamento e da tensão de arrastamento.

Para a elaboração dessas figuras foram consideradas as seguintes condições de cálculo:

- a) CBO₅ igual a 400 mg/l e temperatura de 20°C;
- b) Coeficiente de Manning, N, igual a 0,013 m⁻¹/3s;
- c) Altura relativa do escoamento igual a 0,50.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

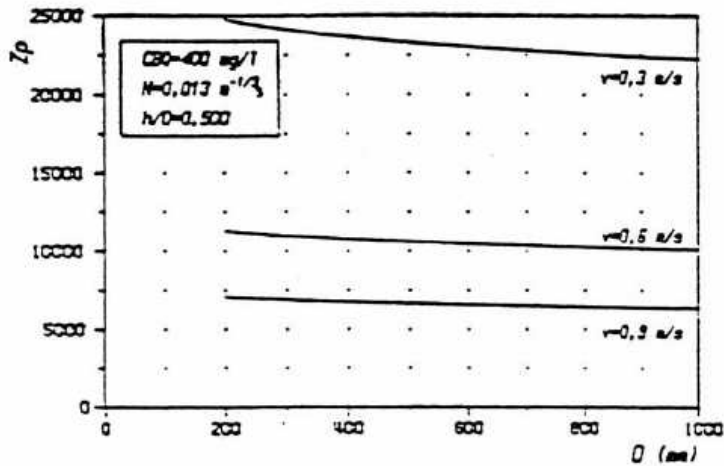


Figura: 5.4 – Variação do parâmetro Z_p , em função da velocidade e do diâmetro do coletor.

Em 1977, Pomeroy e Parkhurst apresentaram uma formulação, válida para o escoamento de águas residuais com superfície livre em condições anaeróbias, e que permite estimar a concentração total de sulfuretos na massa líquida.

O estabelecimento dessa formulação corresponde a um grande avanço no que se refere à precisão da formação e efeitos do sulfureto de hidrogênio.

A formulação pode ser sintetizada pelas seguintes expressões:

$$S_j = S_{\text{lim}} - (S_{\text{lim}} - D_m) \times \exp(-Ct)$$

Equação 5.6 – Formula para o escoamento de águas residuais em superfície livre em condições anaeróbias.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Sendo:

- $S_{lim} = \left(\frac{M}{m}\right) \times CBO5 \times 1,07 \times (T - 20) \times (JV) - 0,375 \times \left(\frac{P}{b}\right)$
- $Ct = \left(- \frac{Lm \times J^{0,375}}{(3600 \times dm \times V^{0,625})} \right)$
- S_m, S_j – concentração de sulfuretos totais, respetivamente na secção inicial e final do trecho de cálculo;
- S_{lim} – concentração máxima de sulfuretos, para as condições hidráulico-sanitárias nos troços, que só pode ser atingida, teoricamente, se o mesmo tiver uma extensão infinita (mg/l);
- M, m – constantes empíricas;
- V – velocidade média de escoamento;
- P – perímetro molhado (m);
- b – largura superficial do escoamento (m);
- dm – altura média do escoamento (m);
- L – extensão do trecho (m).

Os valores CBO5, T, J e V têm o significado e são apresentados nas unidades já referidas anteriormente.

Para atribuição dos valores às constantes M e m, aqueles autores sugerem, em função das características específicas do sistema a dimensionar, e do grau de segurança pretendido, a adoção de uma das hipóteses a seguir discriminadas:

- Hipótese moderadamente conservadora:
 - $m = 0,96$;
 - $M = 0,32 \times 10^{-3} \text{ m/h}$.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

- Hipótese muito conservadora:
 - $m = 0,64$;
 - $M = 0,32 \times 10^{-3} \text{ m/h}$.

A formulação proposta tem dado provas de ajustamento adequado à realidade, principalmente quando se admitem os valores menos conservadores para as constantes M e m, anteriormente referidas.

Nesta formulação são admitidas, implicitamente, as seguintes hipóteses:

- a) Condições favoráveis à formação de sulfuretos, nomeadamente em termos de condições hidráulicas, ambientais e de disponibilidade de enxofre;
- b) Proporcionalidade direta entre a taxa de formação de sulfuretos e a CBO₅;
- c) Proporcionalidade direta entre as taxas de oxidação e de libertação de sulfureto de hidrogénio da solução, e a concentração de sulfuretos.

Em teoria, a hipótese c) é, possivelmente, a mais criticável. A libertação do sulfureto de hidrogénio (gás sulfídrico) para o ar é função da concentração desse composto em solução aquosa, e não da concentração de sulfuretos totais.

Isto é, em condições de elevado PH, a concentração de sulfuretos totais pode ser alta e nula a libertação de gás sulfídrico para a atmosfera, ao contrário do ocorrido em meio ácido, onde a libertação do gás sulfídrico pode ser elevada, pelo facto dos sulfuretos dissolvidos se apresentarem quase inteiramente sob a forma de sulfureto de hidrogénio.

As consequências práticas desta incorreção teórica parecem ser reduzidas, em grande parte, devido ao facto da fração de sulfuretos que escapa para a atmosfera ser, em

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

regra, diminuta, quando comparada com a que é oxidada pelo oxigénio proveniente do arejamento superficial.

No entanto, em termos práticos, é a primeira hipótese referida que mais condiciona o rigor da aplicação do modelo de cálculo. Esta situação é claramente exemplificada pelo facto de, aplicando o modelo, serem determinadas concentrações positivas de sulfuretos, quaisquer que sejam as características hidráulicas do escoamento, o que, na realidade, não ocorre.

Basta, para isso, por exemplo, que as condições de velocidade e turbulência sejam favoráveis à persistência de valores positivos de oxigénio dissolvido na solução.

Quando o escoamento se processa em condições de septicidade, a aplicação das expressões anteriormente referidas, fornece valores adequados, tal como ilustram vários estudos experimentais, a maior parte dos quais realizados nos Estados Unidos da América, em sistemas de drenagem de águas residuais de grande dimensão.

5.6. LIBERTAÇÃO DE GÁS SULFÍDRICO E VENTILAÇÃO

Em atmosferas de sistemas de drenagem constituídos por coletores com escoamento com superfície livre em condições aeróbias, as concentrações dos principais elementos do ar, nomeadamente do azoto e do oxigénio, são, em regra, muito semelhantes às da atmosfera livre exterior.

Nessas condições, a concentração de gás sulfídrico e de compostos orgânicos voláteis, como mercaptanos, é nula, e a concentração de dióxido de carbono poderá ser da ordem de 300 ppm.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

O gás sulfídrico é moderadamente solúvel em água bastante mais, por exemplo, que o dióxido de carbono, o oxigénio ou o azoto, e segue a lei de Henry com razoável ajustamento.

Em 1903, William Henry informou que, a temperatura constante, a massa de gás dissolvida num determinado volume é diretamente proporcional, em equilíbrio, à pressão parcial do gás no ar.

Essa lei pode ser apresentada sob a seguinte forma:

$$Xg = KHe \times Pg$$

Equação 5.7 – Lei de equilíbrio pressão parcial do gás no ar

Sendo:

- Xg – fracção do gás em equilíbrio (-);
- KHe – constante de Henry (atm⁻¹);
- Pg – pressão parcial do gás no ar (atm).

Num sistema de drenagem de águas residuais, a concentração de equilíbrio de gás sulfídrico no ar só é atingida passadas várias horas, e, ainda assim, apenas se não houver ventilação, fugas de gás para o exterior e reação com as paredes dos coletores (condensação, oxidação e corrosão).

A constante de Henry depende da temperatura, da concentração da substância volátil em solução e, embora em menor grau, da composição química da água.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Na Figura 5.5 é apresentada a variação da concentração de equilíbrio do gás sulfídrico no ar, em função da temperatura e da concentração desse composto no interior da massa líquida.

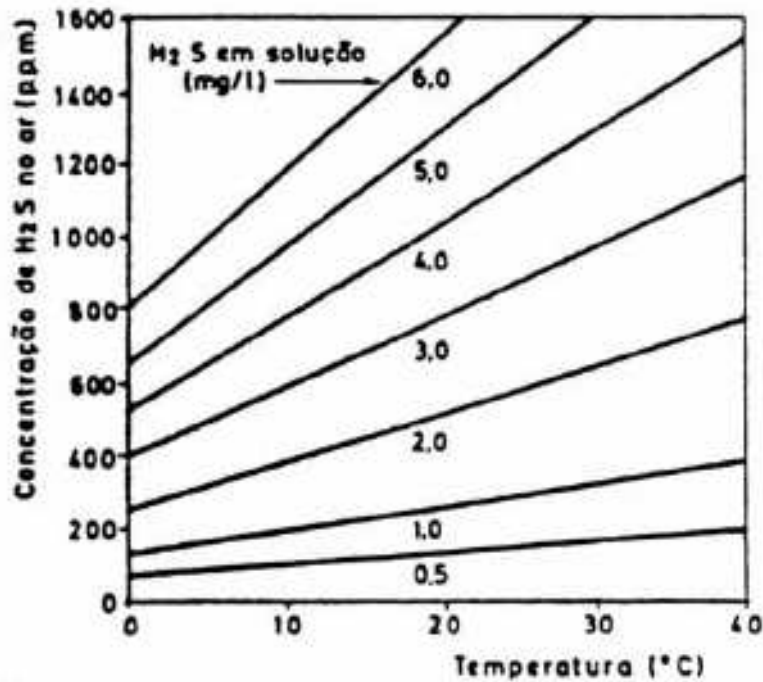


Figura 5.5 – Variação da concentração de equilíbrio do gás sulfídrico no ar, em função da temperatura e da concentração em solução (adaptada de ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – 1985).

5.7. LIBERTAÇÃO DE GÁS SULFÍDRICO PARA O AR

A libertação do gás sulfídrico para a atmosfera dos sistemas de drenagem depende do grau de septicidade da massa líquida, das condições de temperatura e de turbulência do escoamento, da composição da água residual e da própria concentração de gás sulfídrico na atmosfera dos coletores.

No caso do teor de gás sulfídrico na atmosfera atingir a concentração de equilíbrio, a massa de gás sulfídrico que é libertada da massa líquida torna-se, obviamente, nula.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Por outro lado, a velocidade à qual o gás sulfídrico se escapa da solução, para dadas condições ambientais, é proporcional à concentração de sulfureto de hidrogénio no interior da massa líquida.

Assim, o $\text{PH} = 7,0$, o gás sulfídrico escapará a aproximadamente metade da velocidade correspondente à libertação do mesmo gás numa solução fortemente ácida, com idêntica concentração de sulfuretos dissolvidos.

Quando parte do gás sulfídrico se escapa para o ar, os sulfuretos dissolvidos na massa líquida repartem-se e equilibram-se, quase instantaneamente, na proporção decorrente das condições de temperatura e PH .

Em regra, a concentração de gás sulfídrico é muito inferior à concentração de equilíbrio, ascendendo, usualmente, apenas a valores entre 2 e 20%.

Em zonas de queda, sujeitas a uma turbulência acrescida, a libertação de gás sulfídrico para a atmosfera pode ser bastante superior à verificada em troços retilíneos.

Nessas condições, podem ocorrer concentrações especialmente elevadas de gás sulfídrico, em troços localizados, possivelmente com uma extensão inferior a dez a vinte diâmetros. Nesses troços localizados a concentração de gás sulfídrico poderá elevar-se, em certas circunstâncias, a mais de 20% da concentração de equilíbrio.

A Environmental Protection Agency em 1985 apresenta uma expressão, proposta por Pomeroy, que permite estimar a taxa de libertação do gás sulfídrico da massa líquida para a atmosfera de coletores. Esta expressão pode ser apresentada da seguinte forma:

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

$$Fi = 1,917 \times 10^{-4} \times Ca \times \theta^{(T-20)} \times JV^{\left(\frac{3}{8}\right)} \times H_2SL \times (1 - q)$$

Equação 5.8 – Expressão para estimar a libertação de gás sulfídrico da massa líquida para atmosfera de coletores.

Sendo:

- Fi – Taxa de libertação do gás sulfídrico (g/(m².s));
- Ca – Fator de turbulência, dado por (1+0,17 V²/(gdm)) (-);
- θ – Parâmetro representativo do efeito da temperatura e que pode ser considerado igual a 1,016;
- T – Temperatura da massa líquida (°C);
- J – Perda de carga unitária (m/m);
- V – Velocidade média do escoamento (m/s);
- H₂SL – Concentração de sulfureto de hidrogénio na massa líquida (mg/l);
- q – Razão entre a concentração de gás sulfídrico no ar e a concentração de equilíbrio (ch/ceq);
- g – aceleração da gravidade (m/s²);
- dm – altura média do escoamento (m).

Para aplicar a expressão anterior torna-se necessário conhecer o parâmetro “q” e, por isso, a concentração de equilíbrio, a qual pode ser determinada a partir da lei de Henry.

A taxa de libertação do gás sulfídrico para o ar (g/(m².s)) pode ser expressa em termos de taxa de variação de concentração de sulfuretos dissolvidos em solução (mg/(l.h)) tendo em conta a largura superficial e a seção do escoamento.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Na Figura 5.6 é apresentada a variação da taxa de libertação de gás sulfídrico, expressa em termos de variação da concentração na massa líquida, em coletores de águas residuais com escoamento a meia secção.

Para os cálculos foi admitida uma concentração de 1 mg/l de sulfureto de hidrogénio em solução, um coeficiente de Manning igual a 0,013 m⁻¹/3s, e a aplicação na última expressão apresentada.

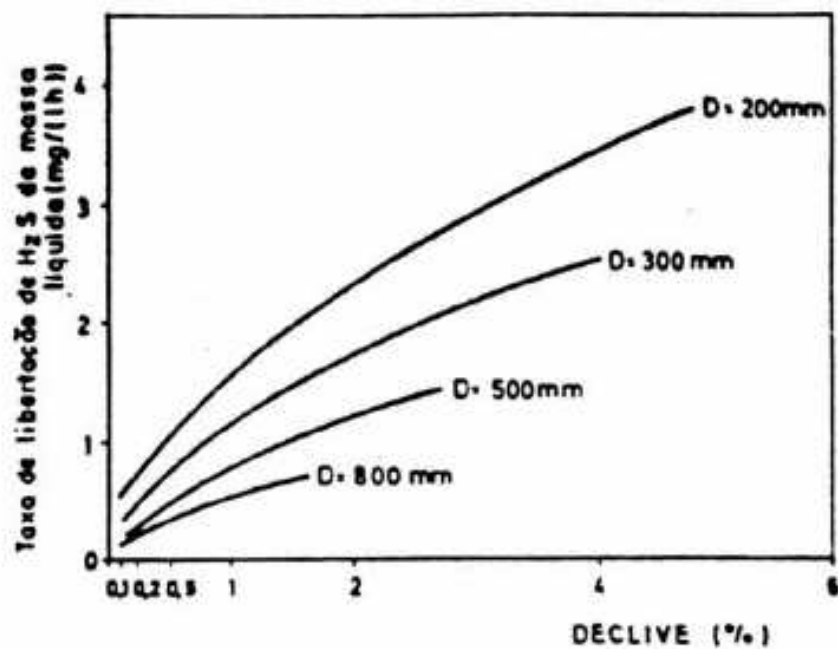


Figura 5.6 – Libertação do gás sulfídrico em águas residuais sépticas em função do declive do coletor ($h/D = 0,50$; $N = 0,013 \text{ m}^{-1}/3\text{s}$; $H^2SL = 1 \text{ mg/l}$) (adaptada de Matos 1992).

5.8. VENTILAÇÃO EM SISTEMAS DE DRENAGEM

A ventilação em sistemas de drenagem de águas residuais deve ser promovida tendo em conta a manutenção de atmosferas respiráveis nas câmaras de visita e nos coletores e a redução dos riscos de desenvolvimento de atmosferas tóxicas ou explosivas.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Por vezes, recorre-se a ventilação forçada, em troços limitados, para controlo de odores por diluição, para controlo da corrosão por redução da humidade relativa do ar, ou, simplesmente, para se restabelecerem níveis de concentração de oxigénio adequados e diluir a concentração de substâncias tóxicas ou explosivas.

Em diversos países, como nos Estados Unidos da América, e em várias cidades de Portugal, a ventilação dos sistemas de drenagem municipais é garantida pela ligação aos ramais de ventilação domiciliários.

Noutros países, como no Reino Unido e na Austrália, são concebidos, com frequência, sistemas de ventilação específicos ligados aos coletores municipais e a ventilação ocorre por troços separados por membranas flexíveis, que impedem a continuidade da corrente de ar ao longo dos coletores e a dirige para os postes de ventilação.

Por vezes são previstas, também, ranhuras de ventilação nas tampas das câmaras de visita.

O grau de ventilação natural que ocorre em coletores é difícil de prever, tendo em conta, nomeadamente, a contínua variação dos diversos parâmetros que o influenciam.

Por vezes, as flutuações dos valores desses parâmetros (caso da temperatura, velocidade do vento e velocidade e altura do escoamento), mesmo em curtos intervalos de tempo, são suficientes para alterar não só a velocidade da corrente de ar no interior dos coletores, como a própria direção do movimento.

Em dias ventosos, a variação da pressão barométrica é mais significativa, e as correntes do ar nos coletores são mais notadas. Pelo contrário, em dias calmos, o ar é movimentado devido, quase exclusivamente, à ação de arraste provocada pela massa líquida e devido às flutuações do nível de água.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Em determinadas condições, pode ocorrer tendência a uma inversão do sentido do escoamento do ar, ou seja, pode verificar-se um movimento global ascendente do ar, no sentido contrário ao do escoamento do líquido.

Essa tendência pode tomar proporções mais significativas, em sistemas de drenagem implantados com grandes desníveis, e em que, simultaneamente, as alturas e velocidades médias do escoamento sejam reduzidas.

5.9. OXIDAÇÃO SOBRE AS PAREDES DOS COLETORES

O gás sulfídrico da atmosfera dos coletores acaba por dissolver-se na humidade condensada sobre as paredes, desde que as condições de humidade sejam favoráveis, originando sulfureto de hidrogénio em solução.

A transferência do gás para as paredes dá-se por penetração e difusão molecular, através da película laminar gasosa que envolve a fronteira sólida do escoamento do ar. Em condições usuais do escoamento, a espessura da película laminar pode ser de alguns milímetros e oferece uma maior ou menor resistência à transferência de massa. Além do gás sulfídrico, outros gases, como o dióxido de carbono ou o oxigénio, também penetram através da película laminar, enquanto ocorrem reações de carbonatação do betão e de oxidação do sulfureto de hidrogénio a tiosulfato e a ácido sulfúrico.

Sobre a superfície dos coletores novos de betão, a humidade condensada apresenta-se muito alcalina, com valores de PH entre 11 e 13. O humedecimento do betão é um fenómeno subsequente de carbonatação e de fixação do sulfureto de hidrogénio, acabam por fazer baixar o PH a valores entre 7 e 8. Enquanto prosseguem as transformações puramente químicas, começa a ter lugar a proliferação de microrganismos capazes de oxidar lentamente o tiosulfato, sem consequências significativas no PH global.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Para pH inferior a 9, existem bactérias que proliferam e oxidam o tiosulfato a enxofre elementar e a ácido sulfúrico. Essas reações bioquímicas prosseguem até se atingirem valores de PH da ordem de 5.

Nessas condições, desenvolve-se a espécie Thiobacillus, que origina elevadas concentrações de ácido sulfúrico, e o PH pode descer abaixo de 1.

O encadeamento dos processos conducentes à redução do pH da superfície do betão é apresentado, esquematicamente, na Figura seguinte:

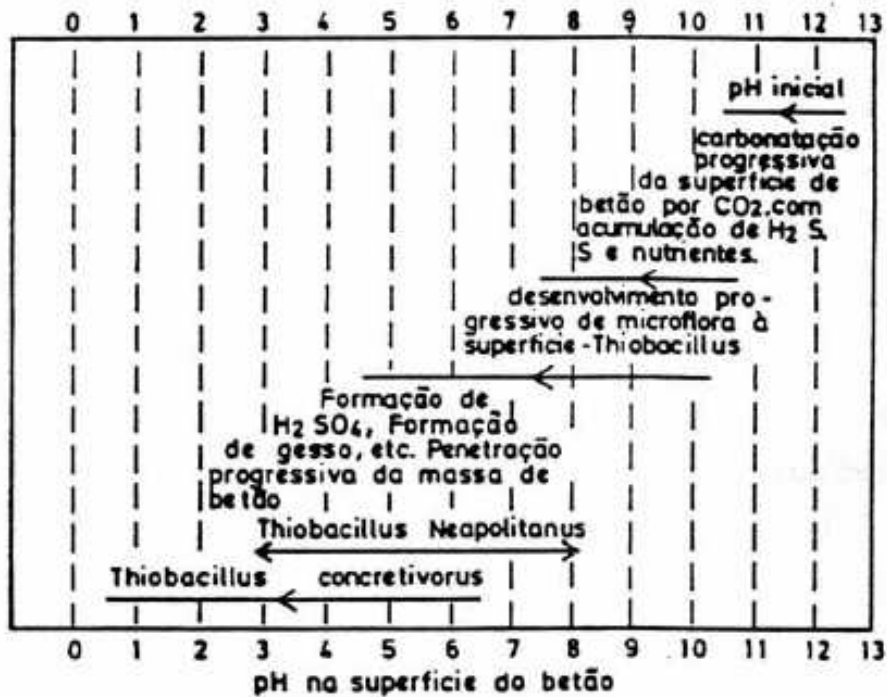


Figura 5.7 – Representação esquemática do encadeamento dos processos conducentes à redução do PH da superfície de betão.

5.10. EFEITOS DO GÁS SULFÍDRICO

5.10.1. CONSIDERAÇÕES INTRODUTÓRIAS

Os efeitos principais do gás sulfídrico são, sem dúvida, o odor, a toxicidade e a corrosão.

Em sistemas de águas residuais, o odor e toxicidade manifestam-se, sobretudo, em volumes confinados com reduzida ventilação, como os que são usuais em câmaras de visita, poços de bombagem das estações elevatórias, câmaras repartidoras de caudal e obras de entrada de estações de tratamento de águas residuais. A corrosão manifesta-se, sobretudo, ao nível dos próprios coletores e câmaras de visita.

Várias definições têm sido dadas para a concentração ou limite absoluto de perceção de gases odoríferos (em terminologia anglo-saxónica *absolut threshold concentration*), sendo vulgar aquela a que corresponde a concentração mínima do gás odorífero, detetada por 50% dos indivíduos consultados num painel de odor. O valor limite de concentração (em terminologia anglo-saxónica *threshold limit value - TLV*) corresponde a concentração média máxima à qual trabalhadores podem ser expostos, sem perigo de consequências graves, oito horas por dia, cinco vezes por semana e cinquenta semanas por ano.

Em atmosferas de sistemas de drenagem, compostas por vários compostos odoríferos, o odor global é, em regra, bastante superior ao correspondente à concentração de cada gás considerado isoladamente. Nesse caso, é usual recorrer-se ao conceito de unidade de odor. A unidade de odor (ou unidade padrão de odor) é a quantidade de ar viciado que, quando diluído na unidade de volume de ar isento de gases odoríferos, atinge o limite de perceção.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Quando, no interior dos sistemas de drenagem, a concentração de gás sulfídrico atinge valores muito altos, podem ocorrer acidentes que, em alguns casos, podem conduzir à morte.

A longo prazo, o efeito mais relevante do gás sulfídrico é a corrosão. Esse gás ataca diretamente elementos metálicos e, indiretamente, após dar origem à formação de ácido sulfídrico, diversos materiais, entre os quais se realçam o betão, o fibrocimento e o ferro fundido.

5.10.2. ODOR

Na tabela seguinte são referenciados níveis de odor, em função da concentração de gás sulfídrico. A perceção do odor varia de indivíduo para indivíduo, e o mesmo indivíduo pode reagir de forma diversa, em função da condição física e psicológica, ou do tempo de exposição.

Acima dos 50 ppm., é perdida a perceção do odor e os efeitos de toxicidade passam a ser, então, ainda mais graves.

Diversos autores referenciam o valor 1 ppm., como limite de reconhecimento do gás sulfídrico a 100%.

Concentração de gás sulfídrico (ppm.)	Odor
< 0,00021	Limite de perceção.
0,00047	Limite de reconhecimento
0,5 a 30	Odor forte e ofensivo.
10 a 50	Odor forte. Efeitos tóxicos

Tabela 5.2 – Impacte de odor associado ao gás sulfídrico

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Em sistemas de águas residuais, os efeitos do odor são, em regra, notados localmente, nas proximidades de estações de tratamento ou de postes de ventilação colocados junto de estações elevatórias e das câmaras a montante no caso de troços com sifões invertidos.

O transporte e dispersão do odor dependem de vários fatores, entre os quais assumem relevância os seguintes:

- a) Posicionamento do centro emissor;
- b) Velocidade e direção do vento;
- c) Estrutura turbulenta da atmosfera.

As concentrações mais desfavoráveis são as que se associam a baixas velocidades do vento e elevada estabilidade da camada inferior da atmosfera (com gradiente térmico positivo e ocorrência de inversão térmica).

Os modelos de cálculo de diluição e dispersão, nos campos próximo e afastado do local de emissão, podem ser muito complexos, especialmente se estruturadas para ter em conta os efeitos aerodinâmicos provocados por topografia e acidentes sobre o solo, e a sua discussão e análise não é tratada no âmbito destas folhas.

O controlo de odores pode levar à necessidade de confinamento das áreas onde são libertados, nomeadamente obras de entrada, decantadores primários e espessadores de estações de tratamento, e ao tratamento do ar coletado, antes da rejeição final.

Em Portugal, podem ser referenciados os casos das instalações elevatórias da Barcarena (Oeiras) e do Gorgulho (Funchal), em que o ar é tratado por filtros de carvão ativado, as galerias da estação de tratamento preliminar do sistema de drenagem de águas

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

residuais da Costa do Estoril, em que o ar “viciado” é diluído e oxidado em torres de ozono (oxidação húmida).

5.10.3. TOXICIDADE

O espectro de toxicidade do gás sulfídrico, para exposição humana, é apresentado no

Tabela 5.1:

Concentração H ₂ S (ppm)	Efeito nos Trabalhadores
0,1	Odor detectável
3,0	Odor agressivo (Ovos Podres)
10	Dores de cabeça, náuseas, garganta e olhos irritados
50	Danos nos olhos
100	Perda de olfacto, conjuntivites, dificuldades respiratórias
300	Edema pulmonar
500	Forte estimulação nervosa
500 – 700	Inconsciência, possibilidade de morte em 30 minutos
700 – 1.000	Rápida Inconsciência
≥ 1000	Colapso respiratório imediato, paralisia, MORTE INSTANTÂNEA

Tabela: 5.1 – Efeitos nos Trabalhadores das Concentrações do Gás Sulfídrico

O gás sulfídrico é tóxico e tem sido causa de vários acidentes mortais. É mais denso que o ar, ao contrário do metano, e, por isso, concentra-se muitas vezes nos volumes inferiores das câmaras de visita dos sistemas de drenagem.

Pode, no entanto, devido a correntes de convecção e a diferenças de temperatura entre o ar e o gás sulfídrico libertado, suceder precisamente o contrário.

Na câmara de parafusos da obra de entrada da estação de tratamento de águas residuais de Alcanena, foi medido, no Outono de 1989, junto à superfície do líquido, teores de 50 p.p.m., bastante inferiores aos medidos, na mesma altura, junto à cobertura da câmara (entre 80 e 100 p.p.m.). A toxicidade do gás sulfídrico tem sido

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

comparada à do ácido cianídrico e têm sido referenciados casos de acidentes mortais, por exposição humana a concentrações superiores a 300 p.p.m..

Nos Estados Unidos da América, Pomeroy e Bowlus 1946 referenciam dois casos, ocorridos na mesma altura e no mesmo local, enquanto Keating 1978 referencia que, apenas no estado do Texas e entre 1974 e 1978, ocorreram vinte e quatro mortes atribuídas a inalação do gás sulfídrico.

Em Portugal desconhece-se estatísticas oficiais sobre as mortes ocorridas devido ao gás sulfídrico.

Para exposição em atmosfera confinadas, instituições americanas, como a Occupational Safety and Health Administration (OSHA), o National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) e a American Conference on Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) advogam critérios distintos.

A primeira admite exposição de duração de quinze minutos, em ambientes com teores médios de gás sulfídrico até 20 ppm (considerando, também, como aceitáveis, exposições a concentrações médias de gás sulfídrico de 50 p.p.m., durante dez minutos.).

O NIOSH adota valores distintos para a duração da exposição (apenas dez minutos), e para a concentração média (10 ppm.), admitindo, no entanto, concentrações máximas instantâneas de 50 ppm..

A ACGIH admite 10 ppm, como máximo valor médio para a duração de um turno de trabalho, e 15 ppm, como máximo valor médio para inalação em quinze minutos (AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS 1989).

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

De acordo com a nossa legislação em vigor, nomeadamente a Portaria n.º 762/2002, de 1 de julho, os valores limites de exposição dos trabalhadores ao Gás Sulfídrico são os seguintes:

- 10 ppm – Exposição diária de 8h;
- 30 ppm – Exposição diária de 30 min;
- Não devendo ser excedida, em qualquer circunstância, a concentração de 50 ppm.

Perante os valores limites impostos pela nossa legislação, cada empresa do setor, deverá elaborar o seu respetivo procedimento de segurança.

A Veolia Água têm implementado um procedimento de segurança para os trabalhos em Espaços Confinados, não permitindo que os seus colaboradores estejam expostos a exposição superior a 10 p.p.m..

5.10.4. CORROSÃO

A corrosão é um fenómeno natural, que consiste na deterioração de um material ou na alteração das suas propriedades, por ação do meio a que está exposto. A deterioração pode ocorrer por razões físicas, químicas, eletroquímicas e bioquímicas, e pode ser de vários tipos, incluindo a corrosão seletiva, bimetálica, sob tensão, fadiga, erosão-cavitação, e devido a ação microbiana. No âmbito do presente trabalho é analisada a corrosão provocada pela presença de gás sulfídrico, e que é de origem microbiana.

No caso do betão armado, as características do meio produzido pela hidratação do cimento, em particular a sua elevada toxicidade ($\text{PH} > 11$), fazem com que o aço se encontre no estado de passivação. Tal estado, em que a corrosão é pouco provável, considera-se resultante da formação de uma camada muito fina de óxido, diretamente

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

decorrente de uma reação eletroquímica anódica, camada essa que protege o aço de corrosão ulterior. O estado de passivação pode ser destruído por abaixamento do PH, presença de iões agressivos, particularmente de cloretos, e outros fatores, como tensões aplicadas.

O abaixamento do PH pode decorrer da penetração de compostos ácidos, como o dióxido de carbono (CO_2) ou o gás sulfídrico (H_2S). Quando se trata de betão pré-esforçado, a ação do gás sulfídrico pode ter importância direta, devido à sua intervenção no processo de fragilização pelo hidrogénio, o qual ocorre quando se forma hidrogénio, sob a forma atómica, à superfície do metal, e nele penetra provocando uma redução da tenacidade.

Na carbonatação, o dióxido de carbono reage com o hidróxido de cálcio, originando carbonato de cálcio que é mais insolúvel que aquele. A profundidade da carbonatação, em betão de boa qualidade, não atinge, em regra, mais do que 4 ou 5 milímetros. Em betões porosos, a profundidade de carbonatação pode ser muito mais elevada. Todos os ácidos atacam o betão, nomeadamente o ácido sulfúrico, não se verificando corrosão se o betão estiver absolutamente seco ou completamente saturado.

Em regra, a corrosão inicia-se pontualmente e depois espalha-se, de forma concêntrica, ocupando áreas circulares progressivamente maiores, que se fundem formando bandas contínuas. Com o tempo, a camada superficial de betão transforma-se numa massa amorfa sem resistência efetiva. A película exterior, negro-acinzentada devido à incorporação de impurezas de origem orgânica, tem o aspeto de uma crosta. Sobre essa crosta existe como que uma pasta, efeito direto da corrosão, em regra muito ácida. Sob este estrato superficial o betão permanece, em regra, inalterado.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

A corrosão da superfície interna de um coletor não é uniforme, dependendo tal facto de numerosos fatores, que incluem migração do ácido sulfúrico através da superfície, correntes de ar e eventual exposição à ação da água. As paredes do coletor estão, em regra, mais frias que as águas residuais, principalmente durante o período estival.

O ar arrefecido pelo contacto com a superfície sólida eleva-se, sendo substituído por ar levemente mais aquecido, e que se evapora do centro da massa líquida. Como resultado, a máxima intensidade de transferência de gás sulfídrico para as paredes do coletor pode ocorrer junto da coroa do mesmo. O ácido que resulta da oxidação do sulfureto de hidrogénio tem tendência, depois, a deslizar, sob a ação gravítica, ao longo da superfície interna do coletor, chegando mesmo a incorporar-se na massa líquida. Estes efeitos são visíveis pelos sulcos irregulares deixados ao longo da superfície não molhada das paredes dos coletores.

A corrosão na zona adjacente à massa líquida é, também, em regra, bastante pronunciada, devendo-se tal circunstância ao processo de lavagem descontínuo induzido pelas flutuações do nível da água. Nessa situação, removem-se os produtos da decomposição originados pela corrosão, voltando a expor-se ao ácido as superfícies ainda não atacadas.

Na Figura seguinte apresenta-se, esquematicamente, a secção transversal de um coletor de águas residuais, elucidando-se a distribuição da profundidade da corrosão ao longo do perímetro não molhado do mesmo

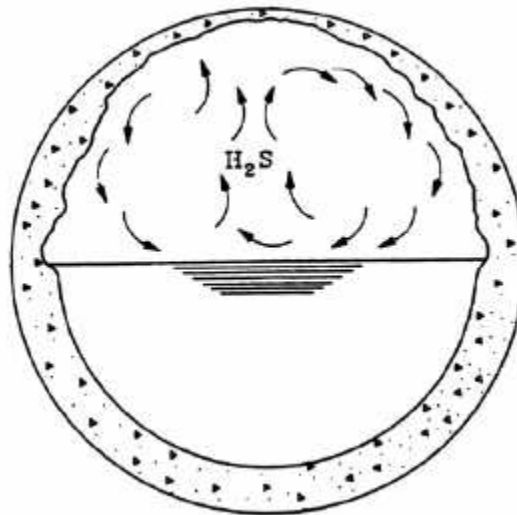


Figura 5.8 – Distribuição da corrosão num coletor de águas residuais.

5.10.5. CRITÉRIOS DE PROJETO

Existem, fundamentalmente, dois princípios no que respeita ao controlo de sulfureto de hidrogénio em sistemas de drenagem de águas residuais, e que, por vezes, se complementam.

O primeiro é essencialmente preventivo, e traduz a preocupação em limitar a concentração de sulfureto de hidrogénio no interior da massa líquida, a valores baixos, para que a presença de gás sulfídrico na atmosfera circundante não tenha efeitos significativos, e não obrigue à aplicação de medidas e procedimentos corretivos. Na prática, o estabelecimento desse princípio condiciona, de certa forma, a conceção do sistema. São privilegiados emissários gravíticos implantados com bons declives, não são admitidas condutas sob pressão de elevada extensão, e é limitada a extensão do emissário principal, criando, para isso, se necessário, vários subsistemas.

O segundo princípio é essencialmente corretivo, e condiciona a conceção e dimensionamento do sistema, tendo em conta o facto de se poderem vir a atingir

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

concentrações elevadas de gás sulfídrico. São previstos equipamentos de desodorização, antes da rejeição do ar viciado para o ambiente exterior, é protegida especialmente a superfície exposta à ação da corrosão, e são redobrados os cuidados com a inspeção, a limpeza e a exploração dos sistemas.

No caso de grandes sistemas, é muito usual a aplicação complementar dos dois princípios definidos. Isto é, dimensionam-se as redes de drenagem e os emissários secundários, por forma ao escoamento se processar sem problemas especiais, do ponto de vista de comportamento sanitário, e concebe-se o intercetor ou emissário principal final prevendo a possibilidade de septicidade.

Thistlethwayte em 1972 admite que em sistemas com concentrações médias de sulfuretos inferiores a 1,5 mg/l, referidas ao período adverso (ou seja, ao período correspondente às seis horas de maior caudal dos três meses mais quentes do ano) não ocorrem, em regra, problemas especiais devidos ao gás sulfídrico. É de admitir que este critério possa ser adequado do ponto de vista de corrosão.

Em termos de odores, àquelas concentrações poderão corresponder, em determinadas condições, impactes ambientais mais ou menos significativos.

No que respeita à qualidade do ar na atmosfera dos coletores existem dois procedimentos muito comuns:

a) Conceber e dimensionar os equipamentos de desodorização, ou de controlo de septicidade da massa líquida, após o sistema estar construído e em exploração, e poder quantificar-se, no terreno, os parâmetros de projeto. Este procedimento tem inconvenientes óbvios, do ponto de vista de reação pública da comunidade afetada durante o período inicial de exploração, em que os efeitos, nomeadamente de odor, se fazem sentir. É o procedimento mais comum;

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

b) Conceber e especificar os órgãos e equipamentos de desodorização, do lado da segurança, admitindo que a concentração de gás sulfídrico na atmosfera é, máxima, isto é, admitindo que aquela concentração iguala a concentração de equilíbrio, dada pela lei de Henry, em função da concentração de sulfureto de hidrogénio em solução previamente calculada. Nesse caso, a ordem de grandeza dos erros de sobredimensionamento variam, muitas vezes e em relação aos valores reais, entre cinco e vinte vezes.

5.11. REGRAS E PROCEDIMENTOS DE CONTROLO DOS EFEITOS DO GÁS SULFÍDRICO

5.11.1. CONSIDERAÇÕES INTRODUTÓRIAS

Nos sistemas de drenagem de águas residuais podem ocorrer outros produtos, para além do sulfureto de hidrogénio, tais como alguns mercaptanos, susceptíveis de provocarem odor desagradável. No entanto, perante os investigadores existem um consenso geral é de que a presença desses compostos se relaciona com a dos sulfuretos, de tal modo que as medidas preventivas e corretivas para controlar a formação e efeitos do sulfureto de hidrogénio também eliminam a produção e efeitos de outros compostos odoríferos.

Segundo tal perspectiva, controlar a libertação de odor e a corrosão em sistemas de drenagem de água residual, limitando a valores admissíveis a concentração de sulfuretos presentes nas água residuais.

A criação de atmosferas tóxicas, a libertação de odor indesejável e a ocorrência de corrosão nos sistemas de drenagem de água residual podem ser minimizadas, atenuadas ou mesmo completamente anuladas, se forem implementados os seguintes procedimentos:

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

- 1) Cumprimento de regras específicas da manutenção e exploração dos sistemas de drenagem, nomeadamente no que diz respeito ao funcionamento das estações elevatórias, e à limpeza periódica das condutas sob pressão e limpeza dos coletores gravíticos com escoamento em superfície livre;
- 2) Tratamento químico da água residual que é transportada nos coletores em condições de septicidade;
- 3) Alterações estruturais, mais ou menos significativas, na conceção e funcionamento dos sistemas, incluindo, nomeadamente, redução da extensão das condutas sob pressão e do número de estações elevatórias ou sifões invertidos, remodelação de coletores gravíticos de modo a terem maiores declives, utilização de tubagens protegidas da corrosão, construção de postos de ventilação, etc..

As situações críticas dos sistemas de drenagem, no que respeita ao comportamento hidráulico-sanitário, são, em regra, motivadas por:

- Coletores com atmosfera mal ventilada, como a que se pode desenvolver a montante de sifões invertidos, instalações elevatórias ou secções das redes de drenagem onde as obstruções sejam mais frequentes;
- Caixas de visita (e coletores vizinhos), onde sejam rejeitados efluentes industriais com elevadas temperaturas;
- Caixas de visita (e coletores vizinhos), onde aflua água residual transportada sob pressão;
- Coletores onde o escoamento se processe com elevada turbulência, devido à ocorrência de quedas bruscas ou de mudanças súbitas de direção da corrente líquida;
- Poços de bombagem, câmaras repartidoras de caudal, descarregadores ou outros espaços cobertos, porventura mal ventilados, em contacto com a massa líquida.

5.11.2. REGRAS DE EXPLORAÇÃO DE NATUREZA MECÂNICA

Embora constitua matéria própria de exploração de sistemas, considero ser pertinente incluir aqui algumas considerações relativas à exploração das redes de drenagem, a ter em conta durante a fase de projeto.

Existe uma série de ações e medidas, de carácter preventivo e de fácil implementação prática, que permitem atenuar, pelo menos em parte, os efeitos da formação de sulfuretos em sistemas de drenagem de água residual.

Nestas ações e medidas devem ser incluídas operações de limpeza e lavagem, de natureza essencialmente mecânica, que podem ser levadas a cabo por dispositivos especiais, concebidos para o efeito, e que são posicionados tangencialmente ao longo da superfície interna dos coletores, de forma a promoverem a sua limpeza. Efeito semelhante pode ser conseguido, através da descarga de caudais adequados pelos coletores, nomeadamente nos casos de redes de drenagem com baixos declives. As velocidades de escoamento assim produzidas devem garantir autolimpeza, promovendo não só o arrastamento de areias e partículas diversas depositadas na meia cana inferior dos coletores, mas também o desprendimento, pelo menos parcial, da porção ativa do filme biológico desenvolvido nas respetivas paredes.

Além de se reduzirem as fontes de formação de sulfuretos, devido ao aumento da velocidade do escoamento e da turbulência, incrementam-se as trocas de oxigénio na interface ar-massa líquida, com benefícios óbvios.

A limpeza deve ser regular e preventiva, isto é, deve ser efetuada ciclicamente, de modo a evitarem-se os entupimentos e obstruções totais ou parciais das secções de escoamento.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Na Figura 5.9 é apresentado um gráfico sobre os efeitos da operação de limpeza de um coletor, na evolução da concentração total de sulfuretos na água residual escoada.

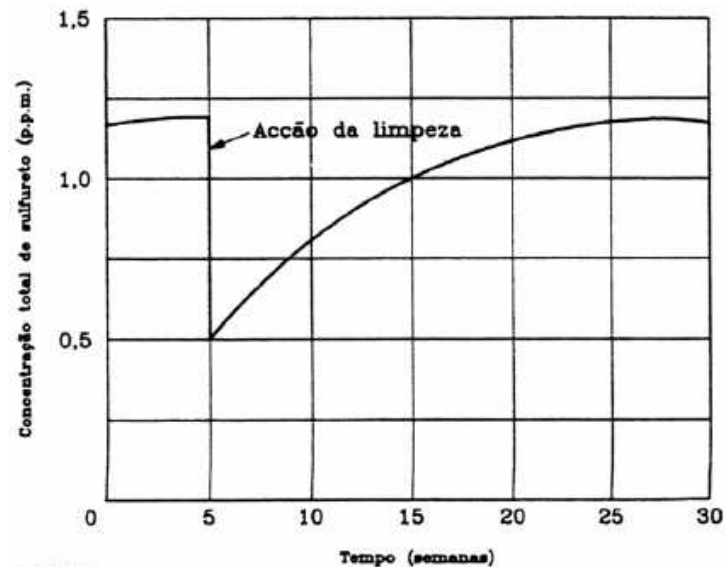


Figura 5.9 – Efeito de uma operação de limpeza, num coletor de água residual, na concentração total de sulfuretos (adaptada de Thistlethayte em 1972).

6. MEDIÇÕES DO GÁS SULFÍDRICO

6.1. GENERALIDADES:

No âmbito do presente estágio, foi realizado várias medições no interior de uma rede de águas residuais domésticas.

As presentes medições tinham como objetivo, realizar a monitorização dos gases existentes no interior de uma caixa de visita da rede de saneamento.

Como foi demonstrado até ao presente momento, a rede coletora de águas residuais domésticas, apresenta vários riscos, em virtude da existência de vários gases no seu interior.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Um dos gases existentes é o gás sulfídrico. O referido gás forma-se através da decomposição da matéria orgânica.

O resultado das medições encontram-se no anexo I.

6.2. LOCAL DAS MEDIÇÕES:

O local que considerei relevante para a realização das medições é a caixa de visita a jusante da Bacia LI6, situada na Freguesia de Lordelo.

Atualmente toda a rede de drenagem de águas residuais domésticas do concelho de Paredes, encontra-se subdividida por bacias de drenagem.

Cada bacia representa a rede de drenagem de águas residuais, que drena para um ponto específico do emissário.

Com a presente subdivisão, todos os pontos de entrada no emissário, que transporta a água residual para tratamento final, encontram-se com pontos de medição, permitindo um controlo contante do caudal que entra no emissário.

A localização da caixa de visita e da bacia LI6, encontram-se localizado no Anexo II.

6.3. REDE COLETORA – DESCRIÇÃO DA BACIA:

A rede em análise foi construída em tubagem de PVC, com um diâmetro de 200 mm, diâmetro mínimo previsto no Decreto Regulamentar.

A bacia em estudo apresenta uma extensão de 14,934 Km.

Na referida rede, encontram-se ligados legalmente 937 cliente domésticos, à data do estudo, desconhecendo a existência de qualquer ligação ilegal.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Na bacia em questão, a caixa mais a montante encontra-se a uma cota aproximadamente de 300 metros.

A caixa de visita no presente estudo, encontra-se à cota 180 metros, o diferencial de cotas na Bacia em estudo é de 120 metros.

6.4. CAIXA DE VISITA:

As câmaras ou caixas de visita, são os órgãos mais numerosos e correntes em sistemas de drenagem, permitem:

A Inspeção e a limpeza dos coletores;

A Desobstrução e a verificação das condições e das características do escoamento;

Pontos de amostragem da qualidade das águas residuais.

O Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, estipula, no seu artigo 155.º, que:

“1 - É obrigatória a implantação de câmaras de visita:

- a) Na confluência dos coletores;
- b) Nos pontos de mudança de direção, de inclinação e de diâmetro dos coletores;
- c) Nos alinhamentos retos, com afastamento máximo de 60 m e 100 m, conforme se trate, respetivamente, de coletores não visitáveis ou visitáveis.

2 - Os afastamentos máximos referidos na alínea c) do número anterior podem ser aumentados em função dos meios de limpeza, no primeiro caso, e em situações excepcionais, no segundo.”

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

A caixa de visita alvo do estudo, é construída em argolas de betão armado e encontra-se revestida no seu interior com argamassa.

As faces interiores das paredes são lisas e estanques, para assegurar a estanqueidade das argolas de betão, as faces interiores serão revestidas com uma camada de argamassa hidrófuga de areia e cimento ao traço 1/3 de 2cm de espessura, posteriormente afagada à colher com pó de cimento.

A ligação das tubagens às paredes, foi executada de modo a permitir a aderência às paredes conforme a natureza dos materiais que as constituem, em particular, a ligação de tubagens plásticas exige a colocação de uma peça especial de ligação, de boa aderência.

A caixa apresenta a tampa em ferro fundido, articulada com diâmetro Ø 650mm e classe adequada à utilização do pavimento, tendo sido fabricada de acordo com a norma NPEN-124.

A caixa tem 3,45 metros de altura.

A presente caixa encontra-se dotada de escadas no seu interior, permitindo a descida dos colaboradores, sendo também um requisito legal, os degraus de descida são em varões de aço revestidos a polipropileno.

A laje de fundação apresenta uma meia cana, cuja altura é igual ao raio da tubagem e apresenta duas superfícies inclinadas que ronda os 20%.

A caixa apresenta um diâmetro interior de 1.20 metro, no seu topo têm uma laje de cobertura em betão armado de espessura 0,15 metros.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

A caixa encontra-se localizada no passeio, permitindo ter acesso à mesma em condições de segurança.

6.5. CONCLUSÃO:

Como era esperado, a atmosfera no interior de uma caixa de visita é muito volátil, podendo ter diferentes concentrações de gases e vapores, consoante o local de medição.

Para poder garantir, a segurança dos colaboradores envolvidos na atividade de manutenção e construção das redes de águas residuais domésticas, recomenda-se vivamente, a constante utilização dos equipamentos de proteção individual, identificados no procedimento de espaços confinados.

Durante a realização dos resultados, não houve qualquer entupimento no interior da caixa e na rede a montante do local de medição.

Numa análise mais detalhada, foi possível verificar que a evolução do gás sulfídrico no interior das caixas de visita, não se encontra ligado diretamente com a evolução do caudal.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contribuição que esta tese pretende trazer é de ampliar o conhecimento e constituir como um documento auxiliar, na tomada de decisão para a implementação das regras de segurança dentro dos espaços confinados expostos ao gás sulfídrico.

Os objetivos propostos com a realização deste trabalho, foram na grande maioria atingidos.

Contudo, seria impossível saber à data da conclusão do presente trabalho o grau de “atingibilidade” de alguns deles.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Foram lançadas algumas “sementes” que o tempo se encarregará de dizer se atingiram ou não a sua maturidade.

Como Profissional de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho, os resultados desta tese sustentam o afincamento e a exigibilidade do cumprimento da utilização das medidas individuais de segurança.

Com as medições realizadas, pretendeu-se contribuir com uma componente muito prática na elaboração da presente tese.

Essa componente, permitiu ter um conhecimento prático, em vez de, terem sido considerados apenas os aspetos teóricos sobre o interior de uma caixa de visita da rede de drenagem de águas residuais domésticas.

O presente trabalho, tem como pretensão ser encarado como um ponto de partida na análise duma temática, tão importante como a segurança dos colaboradores envolvidos nas atividades desenvolvidas nas redes de drenagem de águas residuais domésticas, e expostos ao gás sulfídrico.

Como conclusão do presente estudo, deverá estar sempre associado, a presença do gás sulfídrico no interior das caixas de visita, sendo a sua concentração inconstante, pelo que, a sua perigosidade para vida humana está sempre presente, devendo ser sempre observadas e escrupulosamente cumpridas as medidas de proteção individual no acesso a estes espaços confinados.

O risco está sempre associado a este tipo de atividades, basta existir uma variação das condições a montante, para que tudo aquilo que seja dado como garantido desapareça.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Um aspeto importante a focar é a **segurança** das pessoas envolvidas nesta atividade, considera-se de extrema importância a utilização dos equipamentos de proteção individual e coletiva, nomeadamente:

Antes de aceder ao interior das caixas de visita, deverão efetuar-se a monitorização da atmosfera do seu interior com os equipamentos detetores de gases e vapores;

Deverão sempre utilizar a Mascara de Proteção contra vapores e gases, com filtro EN 141 A1B1E1K1 sempre que cada colaborador acede ao interior de uma caixa de visita;

Durante todo o trabalho no interior das caixas de visitas, deverão ser utilizados os detetores de gases e vapores em medição contínua;

E por fim, a existência de meio de regaste, pronto a ser utilizado, para uma questão de emergência.

O Avanço da Ciência não pode ser contido por simples tabus, ou mitos urbanos. A ciência moderna começa quando a experimentação passa a ser valorizada como o conhecimento verdadeiro e é aquele que está ao dispor da humanidade.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Society of Civil Engineers; Water Pollution Control Federation - Gravity

Davy, W.J. – Influence of Velocity on Sulfide Generation in Sewers. Sewage and Industrial Wastes, United States, Journal of the Federation of Sewage Works Association, Vol. 22, No. 9, Sep. 1950, pp. 1132-1137.

DECRETO REGULAMENTAR n. 23/95 (1995). “Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais”, Diário da República de 23 de Agosto de 1995.

Eloambiente (2012) consulta do Site de <http://www.eloambiente.org.pt> (Consultado em Setembro de 2012)

Environmental Protection Agency – Odor and Corrosion Control in Sanitary Sewerage Systems and Treatment Plants. Process Design Manual, Washington, EPA, Oct. 1985.

GEP/MSSS. (2012). Acidentes de Trabalho - 2009.

INSAAR. (2010). Relatório do Estado do Abastecimento de Água e do Tratamento de Águas Residuais - INSAAR 2010 (dados 2009). (Consultado em Setembro de 2012)

ISEP (2009) Apontamentos da cadeira de "Sistemas de Saneamento Básico", lecionada no Instituto Superior de Engenharia do Porto.

IST (2009) Apontamentos da cadeira seccionada no Instituto Superior Técnico.

Keating, E.J. - Regular Testing Can Control Hydrogen Sulfide. Water & Sewage Works, Des Plaines - Illinois, Scranton Gillette Publication, July 1978, pp. 68-70.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Matos, J.M. - Aerobiose e Septicidade em Sistemas de Drenagem de Águas Residuais.

Dissertação de doutoramento, Lisboa, IST, 1992.

Metcalf & Eddy, INC. - Wastewater Engineering: Treatment Disposal Reuse. 2nd

Edition, New York, McGraw-Hill Book Company, 1979.

MOATDR (2007) Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Água Residuais (2007-2013) – PEAASAR II. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional de Lisboa.

NP EN 752-2 (1999) Norma Portuguesa para Sistemas Públicos de Drenagem de Águas Residuais. Parte 2: Requisitos de Desempenho. Versão Portuguesa na Norma Europeia EN 752 – 2: 1996. Instituto Português da Qualidade.

Pomeroy, R.D. - Generation and Control of Sulfide in Filled Pipes. Sewage & Industrial Waters, United States, Vol. 31, N° 9, Sept. 1959, pp. 1082-1095.

Pomeroy, R.D.; Bowlus, F.D. - Progress Report on Sulphide Control and Research. Sewage Works Journal, Vol. XVIII, N° 4, July 1946, pp. 597-640.

Pomeroy, R.D.; Parkhurst, J.D. - The Forecasting of Sulfide Build-Up Rates in Sewers. Progress in Water Technology. Great Britain, Vol. 9, Pergamon Press 1977, pp. 621-628.

PORTARIA N.º 762/2002, de 1 julho, (2002) Regulamento de Segurança e Saúde no Trabalho na Exploração dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

Sanitary Sewer Design and Construction. ASCE Manual No. 60, United States, 1982.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

SOUSA, E.R. e MATOS, J.M. - Ocorrência, Efeitos e Controlo de Septicidade em Colectores MSB2 - Manual de Saneamento Básico - Doc. II.15, DGSB, 1991.

Thistlethwayte, D.K.B. - The Control of Sulphides in Sewerage Systems. Sydney, Butterworths, 1972, pp. 8-86.

Veolia Água – Águas de Paredes (2012) – Consulta do Site

<http://www.aguasdeparedes.pt> (Consultado em Setembro de 2012)

Veolia Água (2012) – Consulta do Site <http://www.veoliaagua.com.pt> (Consultado em Setembro de 2012)

ANEXO I

Resultado das medições realizadas no terreno

Índice Geral

1. Introdução	16
2. Material Utilizado nas medições:.....	16
3. Realização das medições:.....	22
4. Resultado das medições na parte superior da caixa de visita:.....	26
4.1.1. Leituras do Sensor de O ₂ :	28
4.1.2. Leituras do Sensor de Metano:.....	30
4.1.3. Leituras do Sensor de CO:	32
4.1.4. Leituras do Sensor de H ² S:.....	34
4.2. Resultado das medições no segundo dia:	36
4.2.1. Leituras do Sensor de O ₂ :	36
4.2.2. Leituras do Sensor de Metano:.....	39
4.2.3. Leituras do Sensor de CO:	41
4.2.4. Leituras do Sensor de H ² S:.....	43
4.3. Resultado das medições no terceiro dia:	45
4.3.1. Leituras do Sensor de O ₂ :	45
4.3.2. Leituras do Sensor de Metano:.....	47
4.3.3. Leituras do Sensor de CO:	50
4.3.4. Leituras do Sensor de H ² S:.....	52
4.4. Resultado das medições no quarto dia:.....	54
4.4.1. Leituras do Sensor de O ₂ :	54
4.4.2. Leituras do Sensor de Metano:.....	56
4.4.3. Leituras do Sensor de CO:	59

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

4.4.4.	Leituras do Sensor de H ² S:	61
4.5.	Resultados globais das medições:.....	63
4.5.1.	Leituras do Sensor de O ₂ :	63
4.5.2.	Leituras do Sensor de Metano:.....	64
4.5.3.	Leituras do Sensor de CO:	66
4.5.4.	Leituras do Sensor de H ² S:.....	68
5.	Resultado das medições na parte inferior da caixa de visita:	70
5.1.	Resultado das medições no primeiro dia:.....	72
5.1.1.	Leituras do Sensor de O ₂ :	72
5.1.2.	Leituras do Sensor de Metano:.....	75
5.1.3.	Leituras do Sensor de CO:	77
5.1.4.	Leituras do Sensor de H ² S:.....	80
5.2.	Resultado das medições no segundo dia:	82
5.2.1.	Leituras do Sensor de O ₂ :	82
5.2.2.	Leituras do Sensor de Metano:.....	85
5.2.3.	Leituras do Sensor de CO:	87
5.2.4.	Leituras do Sensor de H ² S:.....	89
5.3.	Resultado das medições no terceiro dia:	91
5.3.1.	Leituras do Sensor de O ₂ :	91
5.3.2.	Leituras do Sensor de Metano:.....	93
5.3.3.	Leituras do Sensor de CO:	96
5.3.4.	Leituras do Sensor de H ² S:.....	98
5.4.	Resultado das medições no quarto dia:.....	100
5.4.1.	Leituras do Sensor de O ₂ :	100
5.4.2.	Leituras do Sensor de Metano:.....	103
5.4.3.	Leituras do Sensor de CO:	105
5.4.4.	Leituras do Sensor de H ² S:.....	107

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

5.5. Resultado das medições no quinto dia:.....	109
5.5.1. Leituras do Sensor de O ₂ :	109
5.5.2. Leituras do Sensor de Metano:.....	112
5.5.3. Leituras do Sensor de CO:	114
5.5.4. Leituras do Sensor de H ₂ S:.....	116
5.6. Resultados globais das medições:.....	118
5.6.1. Leituras do Sensor de O ₂ :	118
5.6.2. Leituras do Sensor de Metano:.....	119
5.6.3. Leituras do Sensor de CO:	121
5.6.4. Leituras do Sensor de H ₂ S:.....	123
6. Resultados comparativos entre a parte superior e a parte inferior da caixa de visita:.....	125
6.1. Leituras do Sensor de O ₂ :	126
6.2. Leituras do Sensor de Metano:.....	127
6.3. Leituras do Sensor de CO:	129
6.4. Leituras do Sensor de H ₂ S:.....	131
7. Resultados dos Caudais:.....	133
8. Análise de variações do gás SULFÍDRICO:.....	134
9. Conclusões:	141

Índice Imagens

Imagem I.1 – Bateria de 12 V.....	17
Imagem I.2 – Conversor de 12 V para 24 V.....	17
Imagem I.3 – Relógio elétrico.	18
Imagem I.4 – Extensão.	18
Imagem I.5 – Carregador de detetor de gases	19
Imagem I.6 – Detetor de Gases e Vapores.....	19
Imagem I.7 – Tubo de Sonda.....	20
Imagem I.8 – Filtro de Partículas.	20
Imagem I.9 – Sonda flutuante.	21
Imagem I.10 – Quadro para a realização dos ensaios.....	21
Imagem I.11 – Quadro com todos os seus equipamentos no seu interior.	22
Imagem I.12 – Caixa fechada antes do aterro das terras.....	23
Imagem I.13 – Imagem do local da medição.....	23
Imagem I.14 – Localização da zona da caixa de visita que foi analisada (medições superiores).....	24
Imagem I.15 – Localização da zona da caixa de visita que foi analisada (medições inferiores).	25
Imagem I.16 – Localização da sonda na parte superior da caixa de visita.	26
Imagem I.17 – Localização da sonda na parte superior da caixa de visita.	71
Tabela I.6 – Mapa das horas de medição da parte inferior da caixa.	71

Índice Tabelas

Tabela I.1 – Mapa das horas de medição da parte superior da caixa.....	26
Tabela I.2 – Mapa de registo do primeiro dia de medições da parte superior da caixa de visita.....	27
Tabela I.3 – Mapa de registo do segundo dia de medições da parte superior da caixa de visita.....	36
Tabela I.4 – Mapa de registo do primeiro dia de medições da parte superior da caixa de visita.....	45
Tabela I.5 – Mapa de registo do primeiro dia de medições da parte superior da caixa de visita.....	54
Tabela I.6 – Mapa das horas de medição da parte inferior da caixa.....	71
Tabela I.7 – Mapa de registo do primeiro dia de medições da parte inferior da caixa de visita.....	72
Tabela I.8 – Mapa de registo do segundo dia de medições da parte inferior da caixa de visita.....	82
Tabela I.9 – Mapa de registo do terceiro dia de medições da parte inferior da caixa de visita.....	91
Tabela I.10 – Mapa de registo do quarto dia de medições da parte inferior da caixa de visita.....	100
Tabela I.11 – Mapa de registo do quinto dia de medições da parte inferior da caixa de visita.....	109

Índice Gráficos

Gráfico I.1 – Registo de Leituras do sensor de O ₂ no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em %)	28
Gráfico I.2 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa	29
Gráfico I.3 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa	29
Gráfico I.4 – Registo de Leituras do sensor de Metano no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)	30
Gráfico I.5 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa	31
Gráfico I.6 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa	31
Gráfico I.7 – Registo de Leituras do sensor de CO no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)	32
Gráfico I.8 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa	33
Gráfico I.9 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa	33
Gráfico I.10 – Registo de Leituras do sensor de H ₂ S no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)	34
Gráfico I.11 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H ₂ S no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa	35
Gráfico I.12 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H ₂ S no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa	35

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tabela I.3 – Mapa de registo do segundo dia de medições da parte superior da caixa de visita.....	36
Gráfico I.13 – Registo de Leituras do sensor de O ₂ no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em %)	37
Gráfico I.14 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	38
Gráfico I.15 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	38
Gráfico I.16 – Registo de Leituras do sensor de Metano no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm).....	39
Gráfico I.17 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	40
Gráfico I.18 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa	40
Gráfico I.19 – Registo de Leituras do sensor de CO no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm).....	41
Gráfico I.20 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	42
Gráfico I.21 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	42
Gráfico I.22 – Registo de Leituras do sensor de H ² S no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm).....	43
Gráfico I.23 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H ² S no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	44
Gráfico I.24 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H ² S no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa	44
Gráfico I.25 – Registo de Leituras do sensor de O ₂ no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em %)	45
Gráfico I.27 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa	47

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Gráfico I.28 – Registo de Leituras do sensor de Metano no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm).....	48
Gráfico I.29 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	49
Gráfico I.30 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa	49
Gráfico I.31 – Registo de Leituras do sensor de CO no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm).....	50
Gráfico I.32 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	51
Gráfico I.33 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa	51
Gráfico I.34 – Registo de Leituras do sensor de H ² S no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm).....	52
Gráfico I.35 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H ² S no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	53
Gráfico I.36 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H ² S no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	53
Gráfico I.37 – Registo de Leituras do sensor de O ₂ no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em %).....	54
Gráfico I.38 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	55
Gráfico I.39 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	56
Gráfico I.40 – Registo de Leituras do sensor de Metano no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	57
Gráfico I.41 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	58
Gráfico I.42 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	58

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Gráfico I.43 – Registo de Leituras do sensor de CO no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)	59
Gráfico I.44 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	60
Gráfico I.45 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	60
Gráfico I.46 – Registo de Leituras do sensor de H ² S no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm).....	61
Gráfico I.47 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H ² S no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	62
Gráfico I.48 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H ² S no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa.....	62
Gráfico I.49 – Registo de Leituras do sensor de O ₂ no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em %)	63
Gráfico I.50 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa	64
Gráfico I.51 – Registo de Leituras do sensor de Metano no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm).....	65
Gráfico I.52 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa	66
Gráfico I.53 – Registo de Leituras do sensor de CO no global dos dias, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm).....	67
Gráfico I.54 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa	68
Gráfico I.55 – Registo de Leituras do sensor de H ² S no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm).....	69
Gráfico I.56 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H ² S no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa.....	70
Gráfico I.57 – Registo de Leituras do sensor de O ₂ no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %).....	73

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Gráfico I.58 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	74
Gráfico I.59 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	74
Gráfico I.60 – Registo de Leituras do sensor de Metano no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm).....	75
Gráfico I.61 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	76
Gráfico I.62 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm).....	77
Gráfico I.63 – Registo de Leituras do sensor de CO no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	78
Gráfico I.64 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	79
Gráfico I.65 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	79
Gráfico I.66 – Registo de Leituras do sensor de H ² S no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm).....	80
Gráfico I.67 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H ² S no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	81
Gráfico I.68 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H ² S no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	81
Gráfico I.69 – Registo de Leituras do sensor de O ₂ no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %).....	83
Gráfico I.70 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	84
Gráfico I.71 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	84

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Gráfico I.72 – Registo de Leituras do sensor de Metano no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	85
Gráfico I.73 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa	86
Gráfico I.74 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	86
Gráfico I.75– Registo de Leituras do sensor de CO no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	87
Gráfico I.76 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	88
Gráfico I.77 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	88
Gráfico I.78 – Registo de Leituras do sensor de H ² S no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	89
Gráfico I.79 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H ² S no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	90
Gráfico I.80 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H ² S no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	90
Gráfico I.81 – Registo de Leituras do sensor de O ₂ no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %).....	91
Gráfico I.82 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	92
Gráfico I.83 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	93
Gráfico I.84 – Registo de Leituras do sensor de Metano no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	94
Gráfico I.85 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	95
Gráfico I.86 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	95

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Gráfico I.87 – Registo de Leituras do sensor de CO no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	96
Gráfico I.88 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa	97
Gráfico I.89 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	97
Gráfico I.90 – Registo de Leituras do sensor de H ² S no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	98
Gráfico I.91 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H ² S no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa	99
Gráfico I.92 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H ² S no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	99
Gráfico I.93 – Registo de Leituras do sensor de O ₂ no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %)	101
Gráfico I.94 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa	102
Gráfico I.95 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa	102
Gráfico I.96 – Registo de Leituras do sensor de Metano no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa(Valores apresentados em ppm).....	103
Gráfico I.97 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa	104
Gráfico I.98 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa	104
Gráfico I.99 – Registo de Leituras do sensor de CO no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	105
Gráfico I.100 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa	106
Gráfico I.101 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	106

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Gráfico I.102 – Registo de Leituras do sensor de H ² S no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	107
Gráfico I.103 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H ² S no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa	108
Gráfico I.104 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H ² S no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa	108
Gráfico I.105 – Registo de Leituras do sensor de O ₂ no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %).....	110
Gráfico I.106 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa	111
Gráfico I.107 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	111
Gráfico I.108 – Registo de Leituras do sensor de Metano no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	112
Gráfico I.109 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa	113
Gráfico I.110 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	113
Gráfico I.111 – Registo de Leituras do sensor de CO no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	114
Gráfico I.112 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa	115
Gráfico I.113 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	115
Gráfico I.114 – Registo de Leituras do sensor de H ² S no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	116
Gráfico I.115 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H ² S no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa	117
Gráfico I.116 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H ₂ S no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa.....	117

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Gráfico I.117 – Registo de Leituras do sensor de O ₂ no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %)	118
Gráfico I.118 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa	119
Gráfico I.119 – Registo de Leituras do sensor de Metano no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	120
Gráfico I.120 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa	121
Gráfico I.121 – Registo de Leituras do sensor de CO no global dos dias, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	122
Gráfico I.122 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa	123
Gráfico I.123 – Registo de Leituras do sensor de H ² S no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	124
Gráfico I.124 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H ² S no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa	125
Gráfico I.125 – Registo de Leituras do sensor de O ₂ no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %)	126
Gráfico I.126 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O ₂ no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa	127
Gráfico I.127 – Registo de Leituras do sensor de Metano no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	128
Gráfico I.128 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa	129
Gráfico I.129 – Registo de Leituras do sensor de CO no global dos dias, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	130
Gráfico I.130 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa	131
Gráfico I.131 – Registo de Leituras do sensor de H ² S no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)	132

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Gráfico I.132 – Registo das percentagens resumo referente aos tempos das Leituras do sensor de H ² S, da parte inferior da caixa	133
Gráfico I.133 – Registo do caudal médio de água residual.....	134
Gráfico I.134 – Variação do caudal no último dia de análise (Q(m ³ /H)	135
Gráfico I.135 – Valor médio do gás sulfídrico, coincidente com o período de registo do caudal (valor em ppm).....	136
Gráfico I.136 – Valor do gás sulfídrico, durante o caudal constante no período da manhã (valor em ppm)	137
Gráfico I.137 – Valor do gás sulfídrico, durante o caudal constante no período da tarde (valor em ppm)	138
Gráfico I.138 – Valor do gás sulfídrico, durante o caudal variável no período da manhã (valor em ppm)	139
Gráfico I.139 – Valor do gás sulfídrico, durante o caudal variável no período da tarde (valor em ppm)	140

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

1. INTRODUÇÃO

No presente anexo, encontra-se o resultado das medições efetuados no terreno.

2. MATERIAL UTILIZADO NAS MEDIÇÕES:

Os equipamentos utilizados nas presentes medições, são multi-gás, ou seja, são capazes de detetar vários gases ao mesmo tempo, que são:

O₂ – Oxigénio, que têm uma escala de leitura de 0 a 30%;

H²S – Gás Sulfídrico que têm uma escala de leitura de 0 a 100 ppm;

LEL (CH₄) – Metano que têm uma escala de leitura de 0 a 100%

CO – Monóxido de Carbono que têm uma escala de leitura de 0 a 999 ppm.

Para a realização das medições no terreno, foram utilizados os seguintes equipamentos:

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

- Bateria de 12 V – 1 unidade;



Imagem I.1 – Bateria de 12 V.

- Conversor de 12V – para 24 V – 1 unidade;



Imagem I.2 – Conversor de 12 V para 24 V.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

- Relógio elétrico – 1 unidade;



Imagem I.3 – Relógio elétrico.

- Extensão – 1 unidade;



Imagem I.4 – Extensão.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

- Carregador de detetor de gases – 2unidade;



Imagem I.5 – Carregador de detetor de gases

- Detetor de Gases e Vapores – 2unidade;



Imagem I.6 – Detetor de Gases e Vapores.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

- Tubo sonda – 2unidade;



Imagem I.7 – Tubo de Sonda.

- Filtro de partículas – 1unidade;



Imagem I.8 – Filtro de Partículas.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

- Sonda flutuante – 1 unidade;



Imagem I.9 – Sonda flutuante.

- Quadro – 1 unidade;



Imagem I.10 – Quadro para a realização dos ensaios.

3. REALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES:

A bateria dos equipamentos que foram usados neste estudo, têm uma autonomia de funcionamento aproximadamente de 10 horas, (funcionamento em circunstâncias normais).

Para poder aumentar a duração das medições, foi utilizado uma fonte de energia exterior com uma bateria de 12 V (Imagem I.2).

Como o interior de uma caixa de visita da rede de águas residuais é uma atmosfera potencialmente explosiva, e de acordo com a legislação atualmente em vigor, os equipamentos que se encontram no seu interior devem ter proteção ATEX.

Os equipamentos utilizados neste estudo, para efetuar as medições foram colocados dentro de um quadro enterrado ao lado da caixa de visitas. As medições foram realizadas durante 120 horas.



Imagem I.11 – Quadro com todos os seus equipamentos no seu interior.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais



Imagem I.12 – Caixa fechada antes do aterro das terras.



Imagem I.13 – Imagem do local da medição.

Considerei a necessidade de realizar as medições, em dois pontos distintos, fundamentalmente devido às diferentes densidades dos gases e vapores.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

O primeiro ponto, encontra-se localizado a uma distância de 0,50 metros da laje superior da caixa.

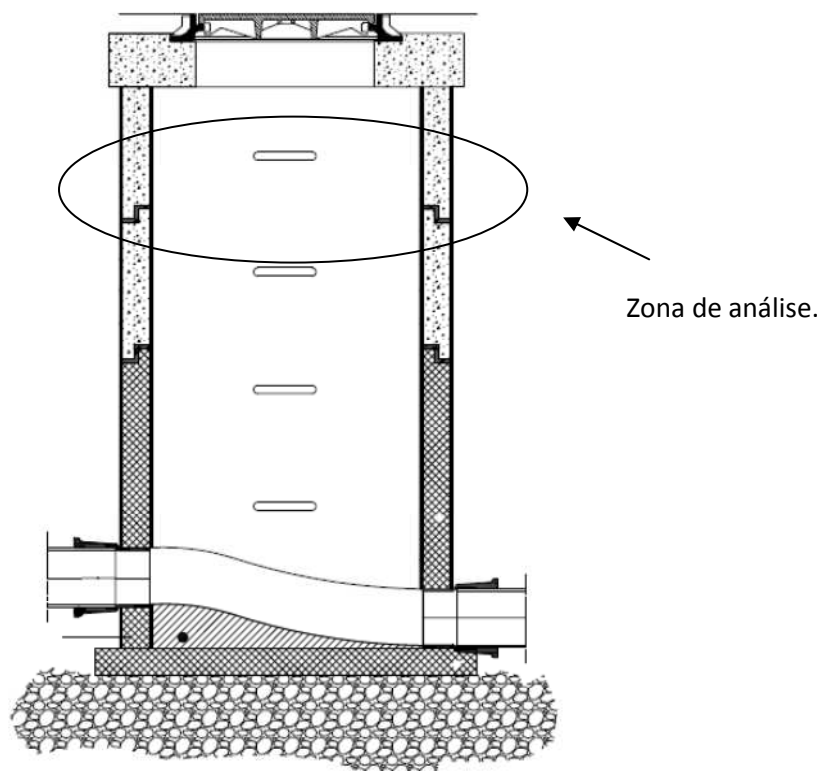


Imagem I.14 – Localização da zona da caixa de visita que foi analisada (medições superiores).

O segundo ponto, encontra-se localizado a uma distância de 0,50 metros do fundo da caixa de visita.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

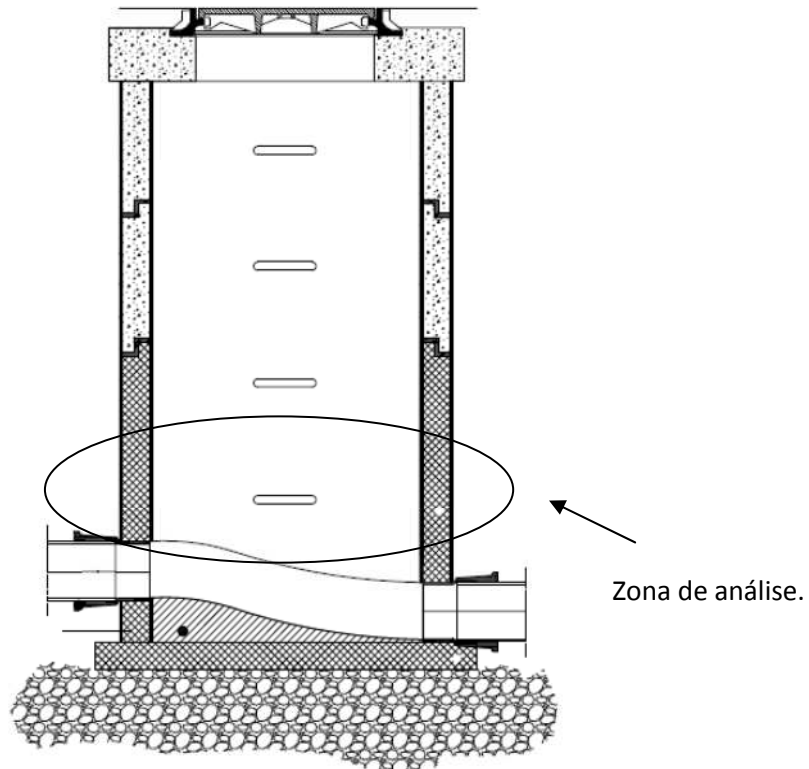


Imagem I.15 – Localização da zona da caixa de visita que foi analisada (medições inferiores).

Em seguida será apresentar os gráficos resumos das medições realizadas.

4. RESULTADO DAS MEDIÇÕES NA PARTE SUPERIOR DA CAIXA DE VISITA:



Imagem I.16 – Localização da sonda na parte superior da caixa de visita.

Para a realização das medições, foi selecionado o equipamento da BW, com o número de série: SE107 – 007724.

Os dados recolhidos, foram agrupados na tabela abaixo:

Dia	Hora de Início das medições	Hora de Final das medições	Tempo de medição
28/09/2012	8:51	20:20	11 Horas e 29 Minutos
4/10/2012	08:06	09:43	1 Hora e 36 Minutos
9/10/2012	15:53	23:59	08 Horas e 06 Minutos
10/10/2012	00:00	16:36	16 Horas e 36 Minutos

Tabela I.1 – Mapa das horas de medição da parte superior da caixa.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

As medições foram realizadas durante quatro dias, num total de 2.267 minutos.

O equipamento de medição, foi programado para realizar o registo da atmosfera a cada dois segundos.

O equipamento apresentou um total de 68.010 registos.

Para uma melhor compreensão e análise agrupei os registos da seguinte forma:

- Por dia de medição;
- Valor máximo registado;
- Valor Mínimo registado;
- Valor Médio registado;
- Tempo Total (minutos);
- Tempo de Registo no valor máximo (minutos);
- Tempo de Registo no valor mínimo (minutos);
- Percentagem do Tempo de Registo no valor máximo;
- Percentagem do Tempo de Registo no valor mínimo;
- Percentagem do Tempo de Registo entre os valores mínimos e máximos;

4.1. RESULTADO DAS MEDIÇÕES NO PRIMEIRO DIA:

No presente dia, as medições tiveram as seguintes características:

Dia	Hora de Início das medições	Hora de Final das medições	Tempo de medição registadas (minutos)	N. Total de Registos
28/09/2012	8:51	20:20	692	20753

Tabela I.2 – Mapa de registo do primeiro dia de medições da parte superior da caixa de visita.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

4.1.1. LEITURAS DO SENSOR DE O2:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de O2.

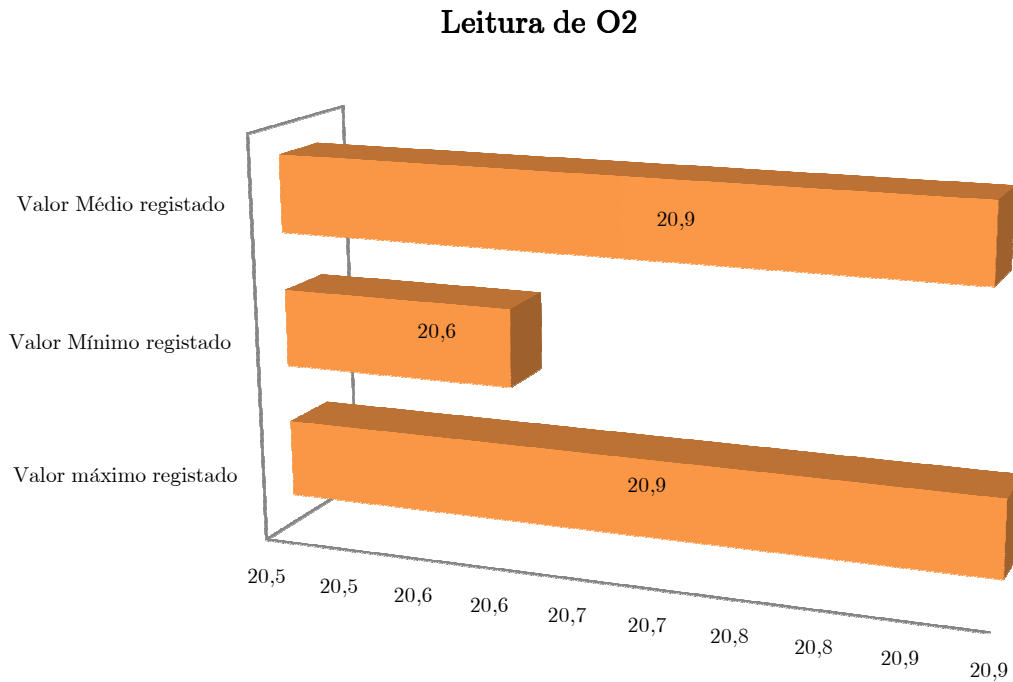


Gráfico I.1 – Registo de Leituras do sensor de O2 no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em %)

As leituras registadas, variam entre os valores de 20,9 e os 20,6 de Oxigénio no Ar.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de O2.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de O2

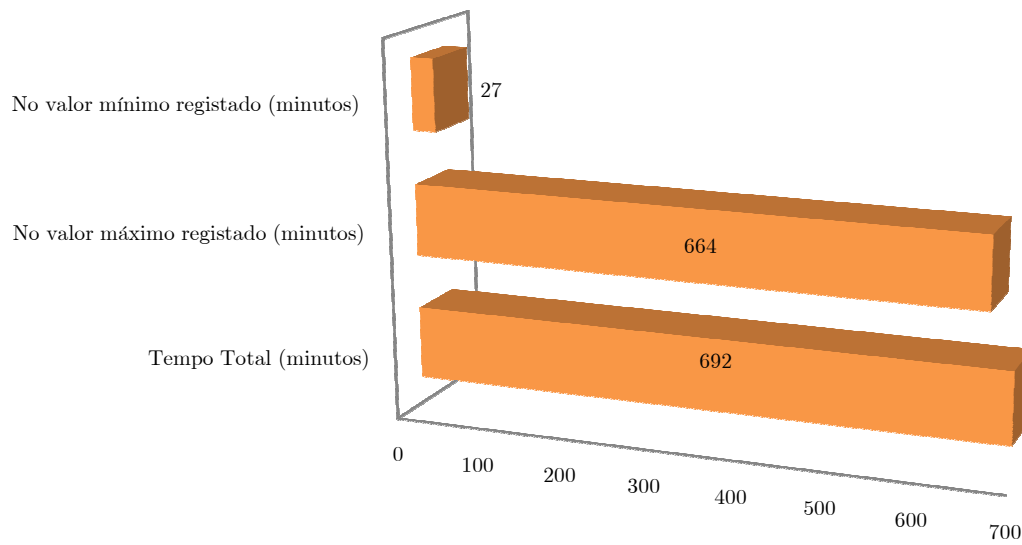


Gráfico I.2 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O2 no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de O2

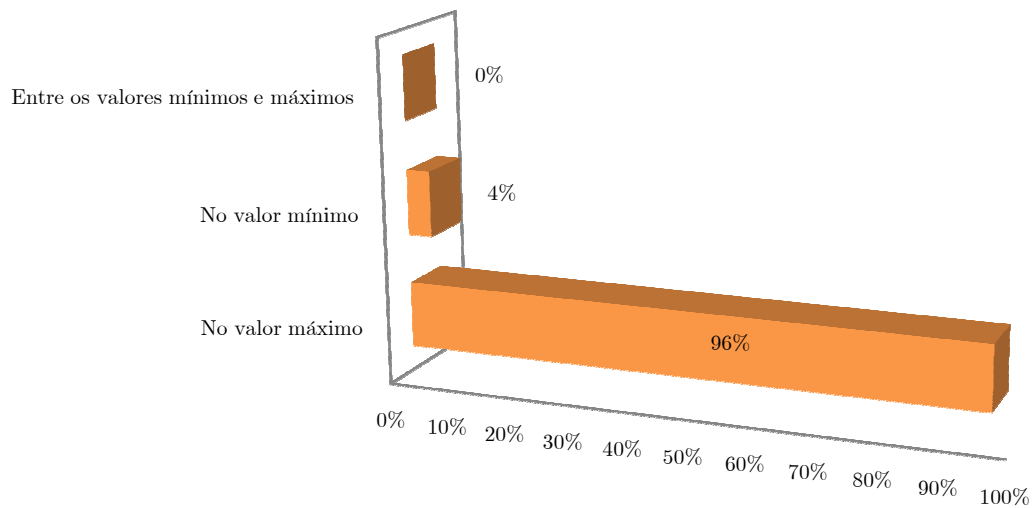


Gráfico I.3 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O2 no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Com a análise dos dois gráficos, chego à conclusão, que 96% do tempo de medição, o valor de Oxigênio dentro da caixa de visita, na parte superior encontra-se dentro dos valores normais (20,9).

No presente dia, o Oxigênio na parte superior da caixa de visita encontra-se respirável, sem perigos para a vida humana.

4.1.2. LEITURAS DO SENSOR DE METANO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de Metano.

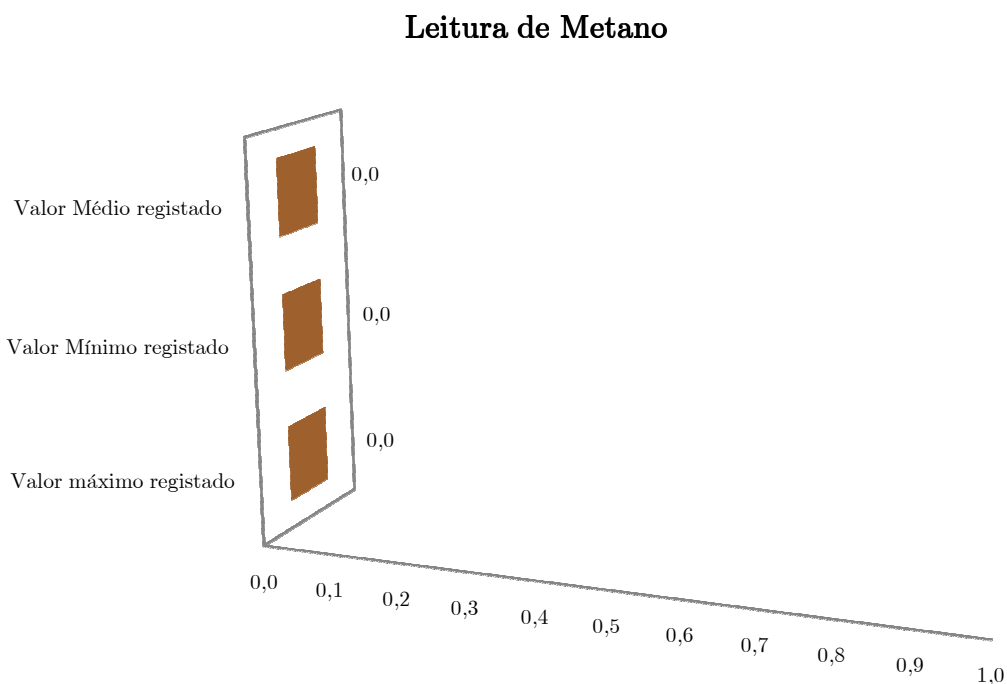


Gráfico I.4 – Registo de Leituras do sensor de Metano no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas quais quer leituras.

Em seguida, apresento os gráficos resumo, referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de Metano

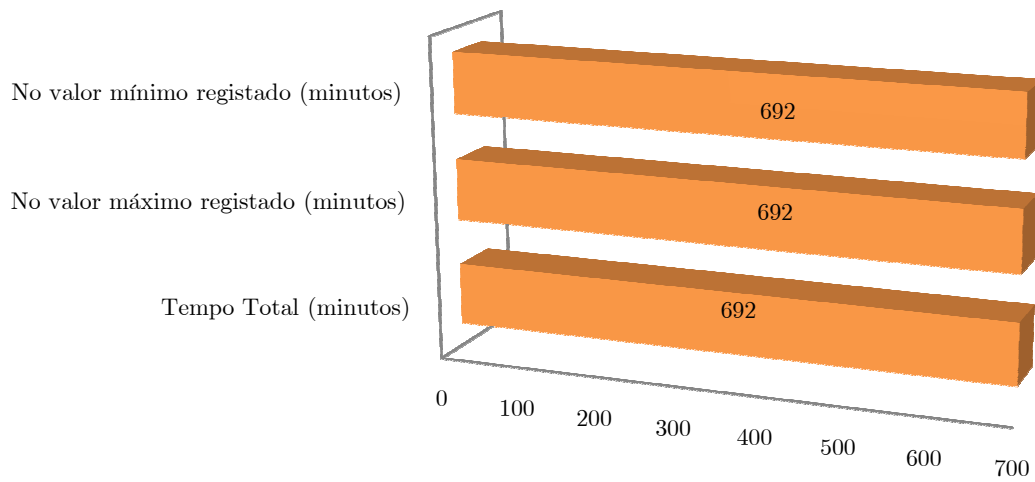


Gráfico I.5 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de Metano

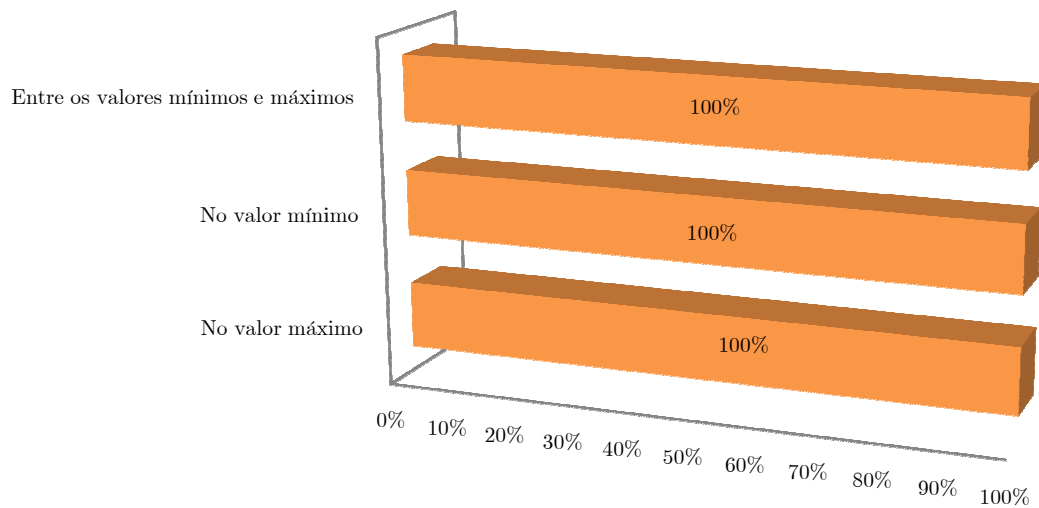


Gráfico I.6 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valor de Metano.

4.1.3. LEITURAS DO SENSOR DE CO:

Em seguida apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de CO.

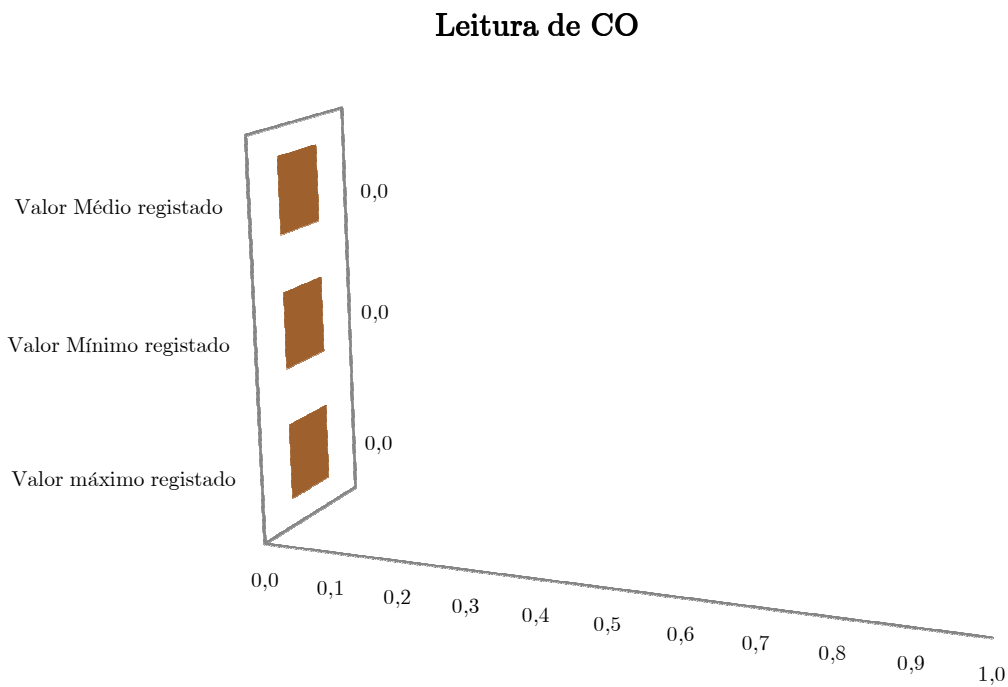


Gráfico I.7 – Registo de Leituras do sensor de CO no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de CO

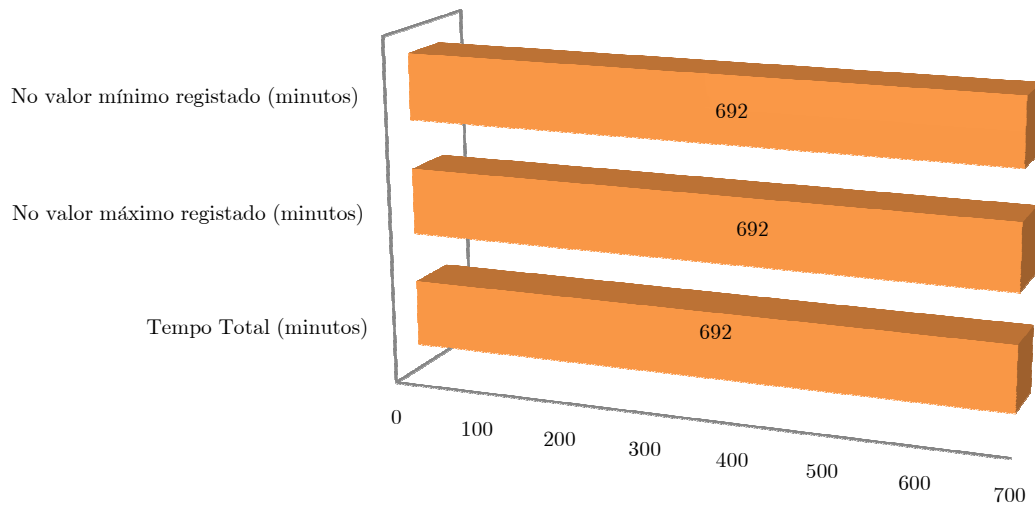


Gráfico I.8 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de CO

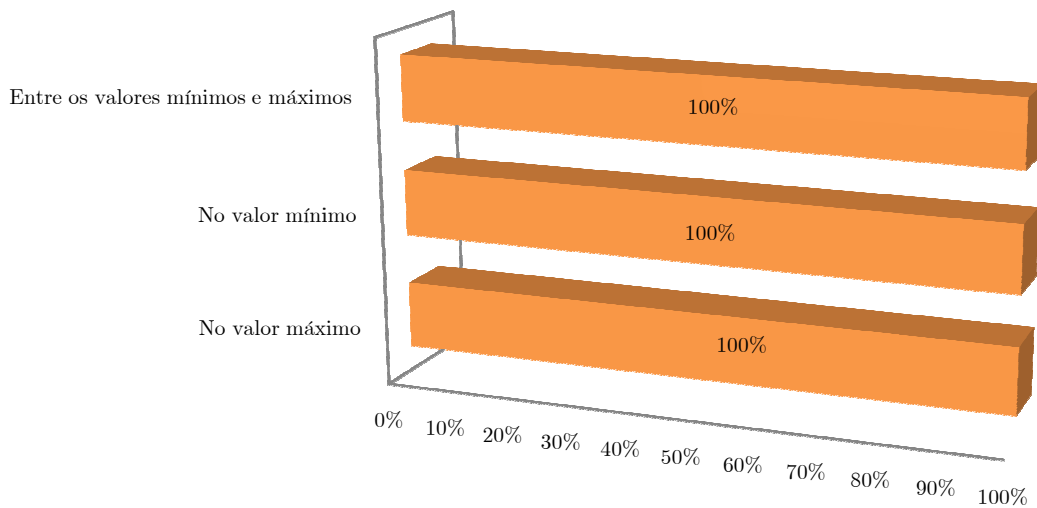


Gráfico I.9 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valor de CO.

4.1.4. LEITURAS DO SENSOR DE H²S:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de H²S.

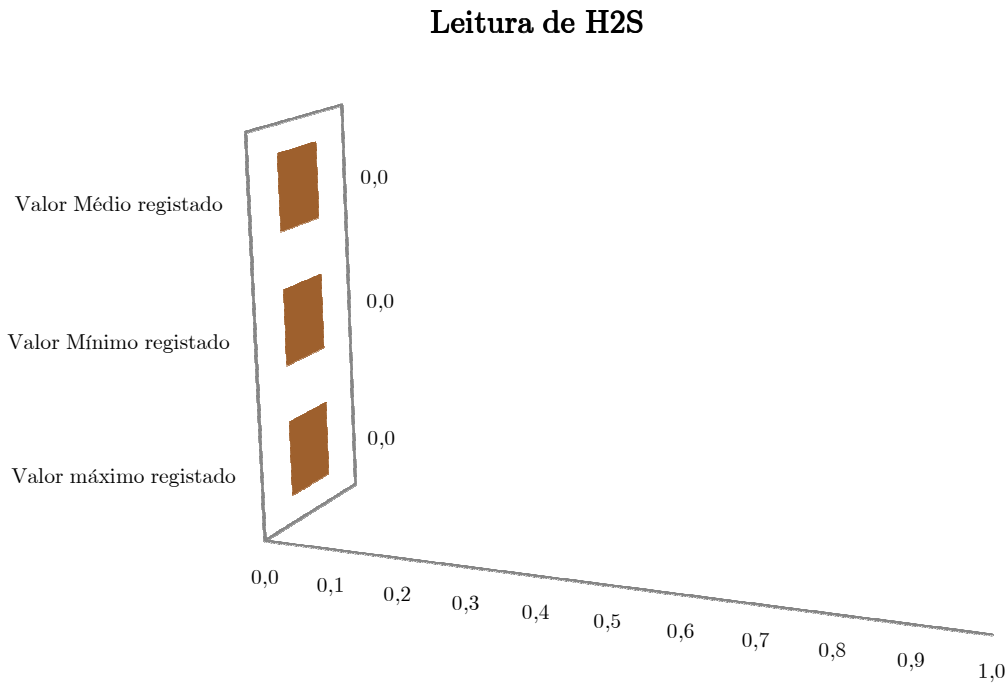


Gráfico I.10 – Registo de Leituras do sensor de H²S no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registados valores.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de H²S.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de H2S

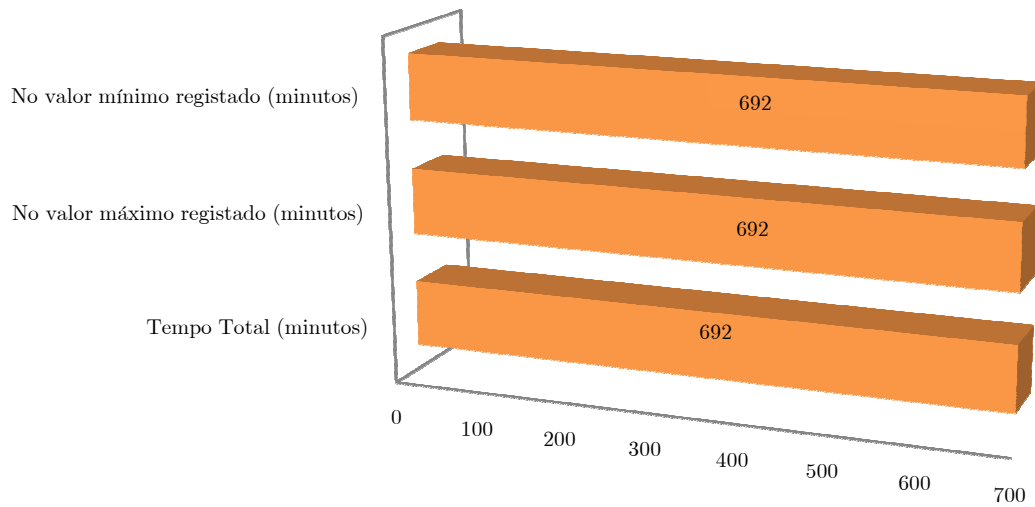


Gráfico I.11 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H²S no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de H2S

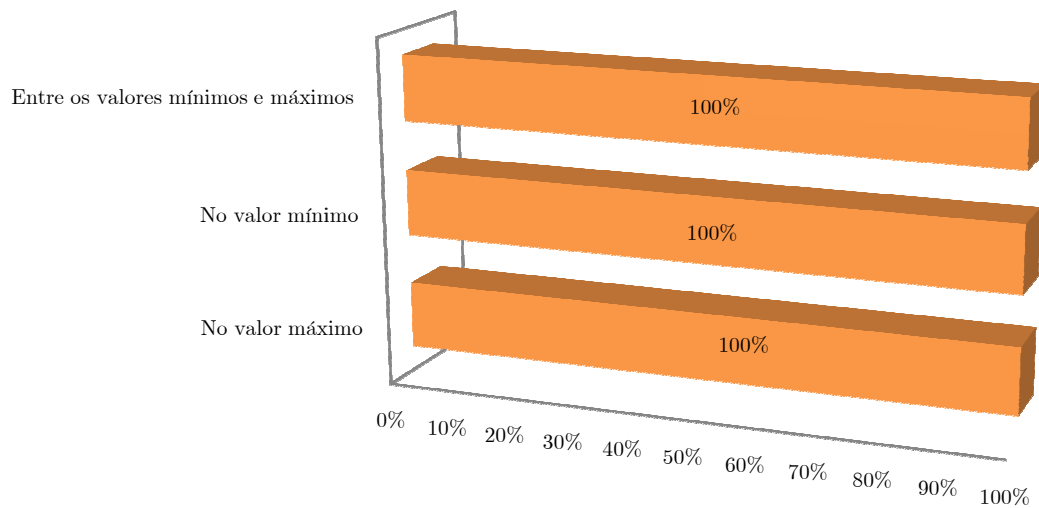


Gráfico I.12 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H²S no primeiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valor de H²S.

No presente dia, na parte superior da caixa de visita o Ar apresentava valores sem perigo para a vida humana.

4.2. RESULTADO DAS MEDIÇÕES NO SEGUNDO DIA:

No presente dia, as medições tiveram as seguintes características:

Dia	Hora de Início das medições	Hora de Final das medições	Tempo de medição registadas (minutos)	N. Total de Registos
04/10/2012	8:06	09:43	97	2.897

Tabela I.3 – Mapa de registo do segundo dia de medições da parte superior da caixa de visita.

4.2.1. LEITURAS DO SENSOR DE O₂:

Em seguida apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de O₂.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Leitura de O₂

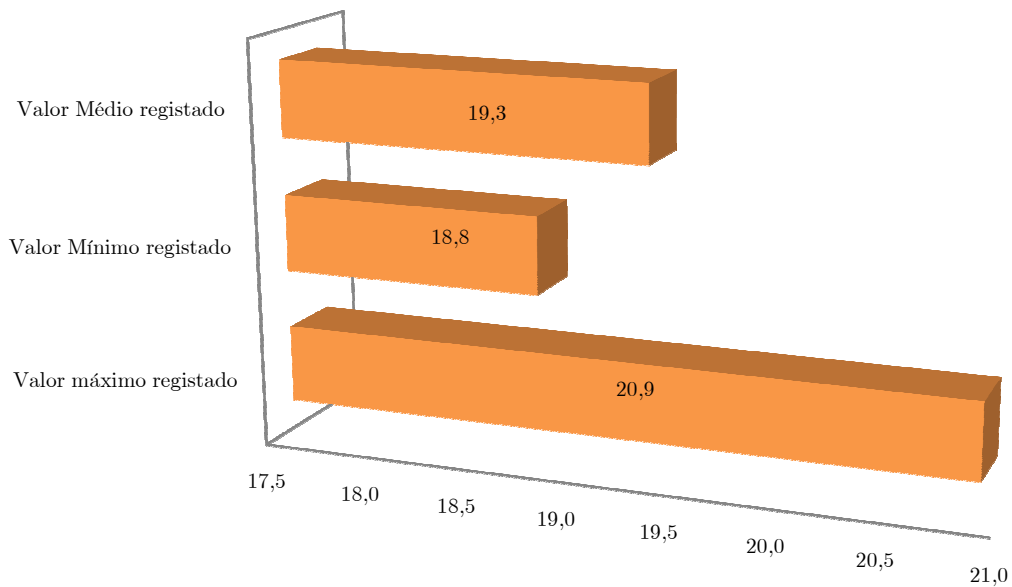


Gráfico I.13 – Registo de Leituras do sensor de O₂ no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em %)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, as leituras registadas, variam entre os valores de 18,8 e os 20,9 de Oxigénio no Ar, tendo como valor médio 19,3.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de O₂.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de O2

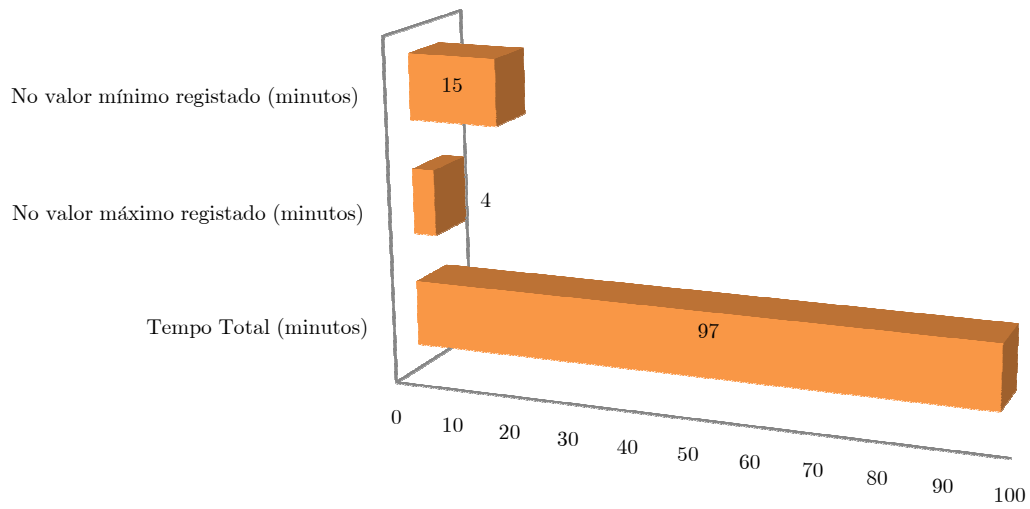


Gráfico I.14 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O2 no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de O2

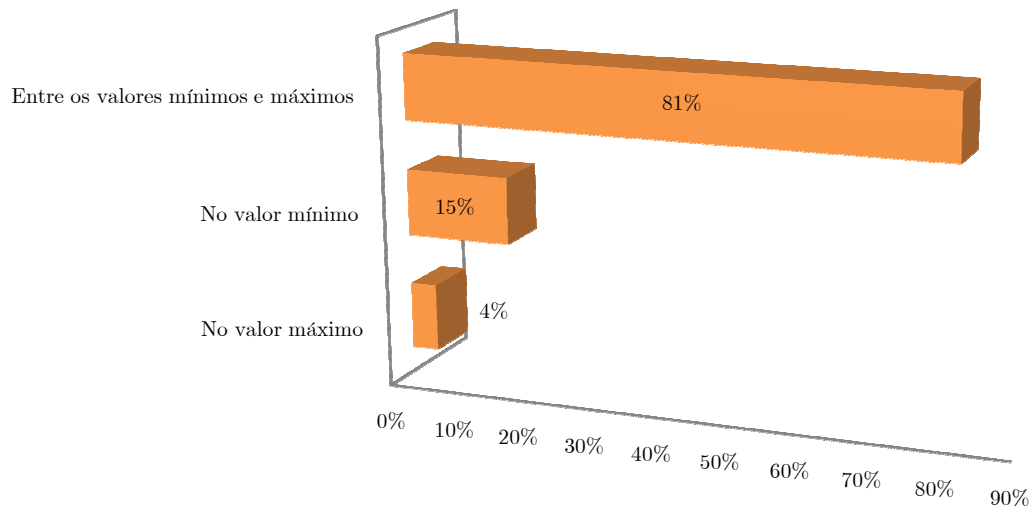


Gráfico I.15 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O2 no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, posso chegar à conclusão, que 81% do tempo de medição, o valor de Oxigênio dentro da caixa de visita, na parte superior encontra-se no valor de 19,3.

No presente dia, o Oxigênio na parte superior da caixa de visita, apresentou valores com risco para a vida humana.

4.2.2. LEITURAS DO SENSOR DE METANO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de Metano.

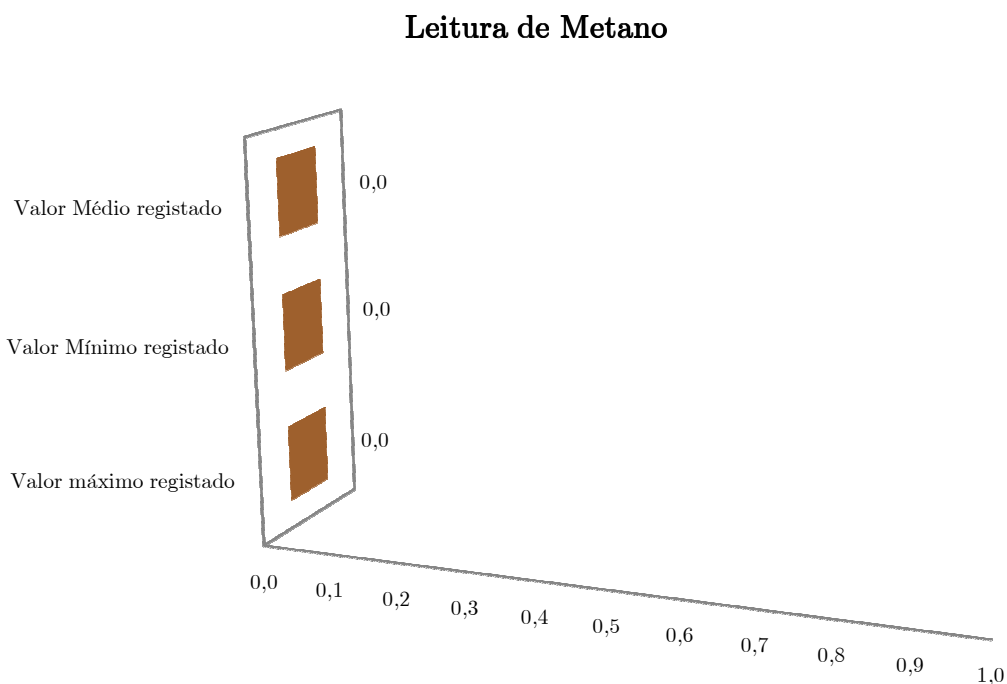


Gráfico I.16 – Registo de Leituras do sensor de Metano no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de Metano

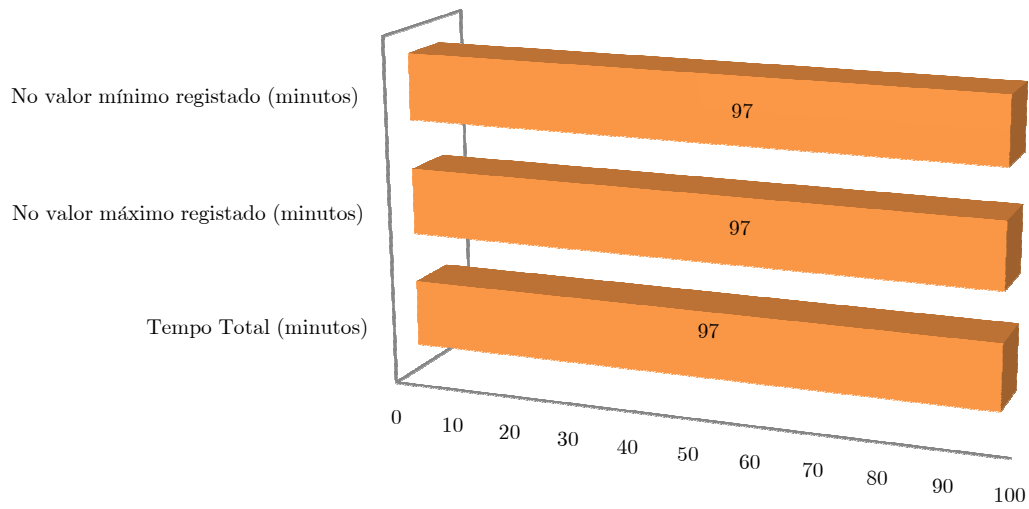


Gráfico I.17 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de Metano

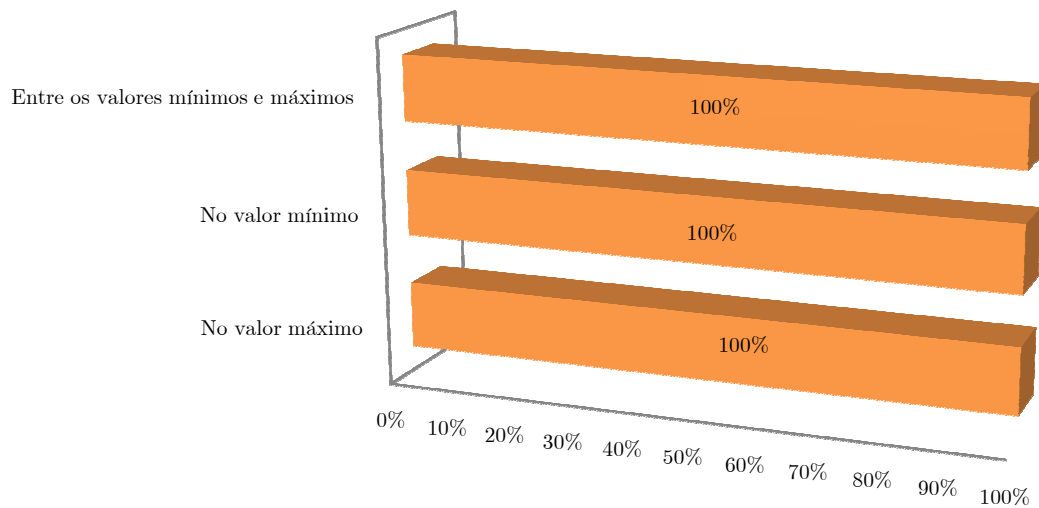


Gráfico I.18 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valor de Metano.

4.2.3. LEITURAS DO SENSOR DE CO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de CO.

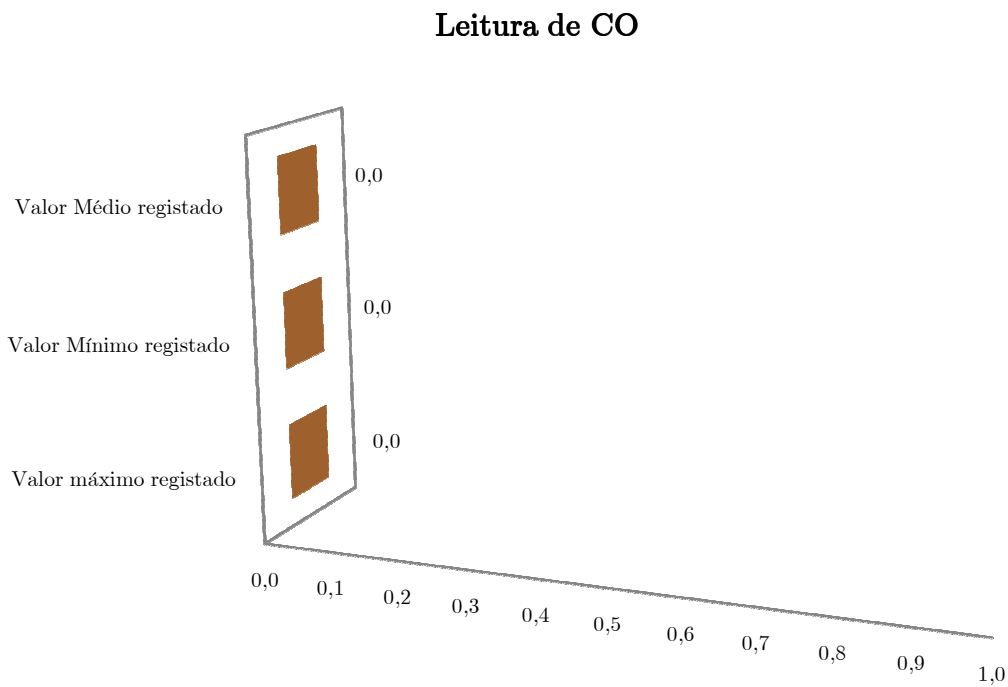


Gráfico I.19 – Registo de Leituras do sensor de CO no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de CO

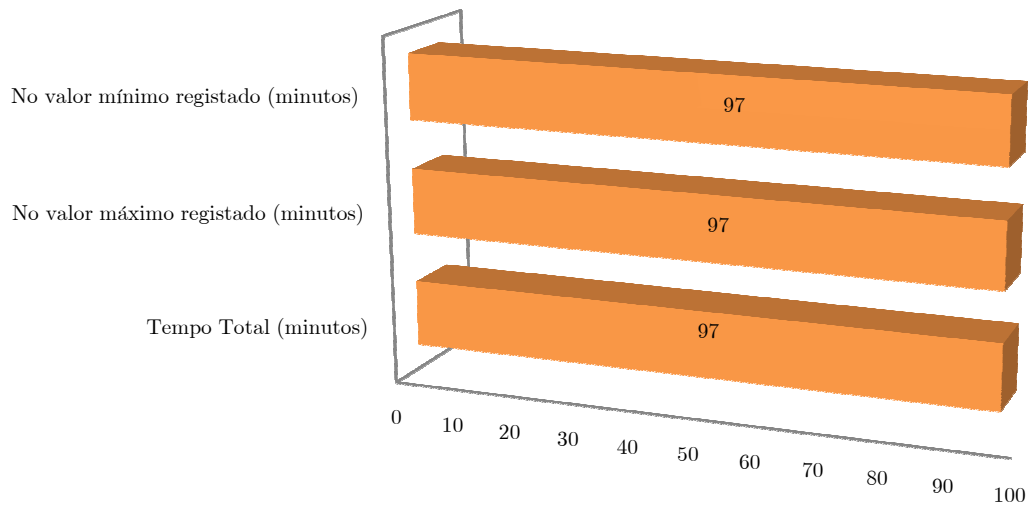


Gráfico I.20 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de CO

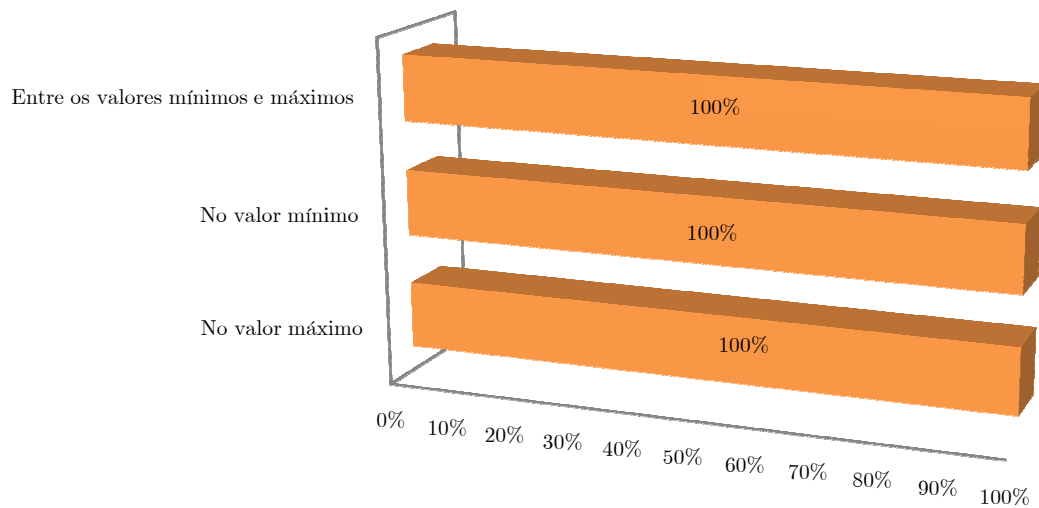


Gráfico I.21 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valor de Metano.

4.2.4. LEITURAS DO SENSOR DE H²S:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de H²S.

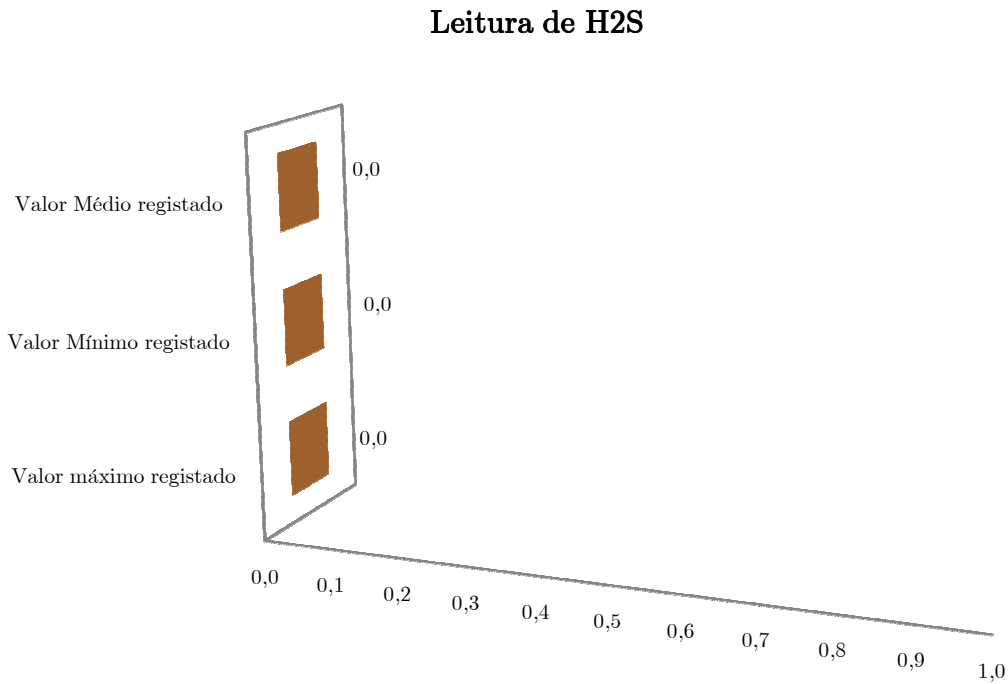


Gráfico I.22 – Registo de Leituras do sensor de H²S no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de H²S.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de H2S

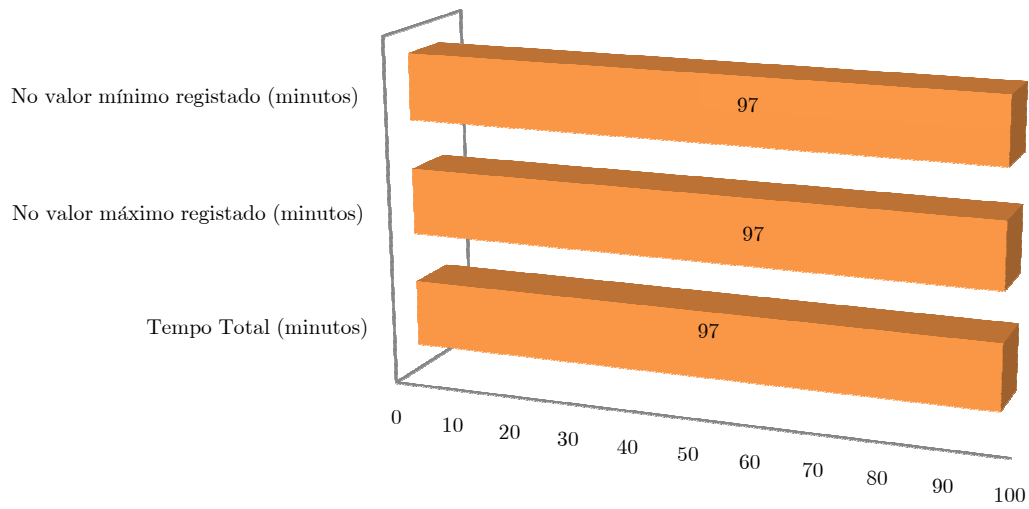


Gráfico I.23 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H²S no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de H2S

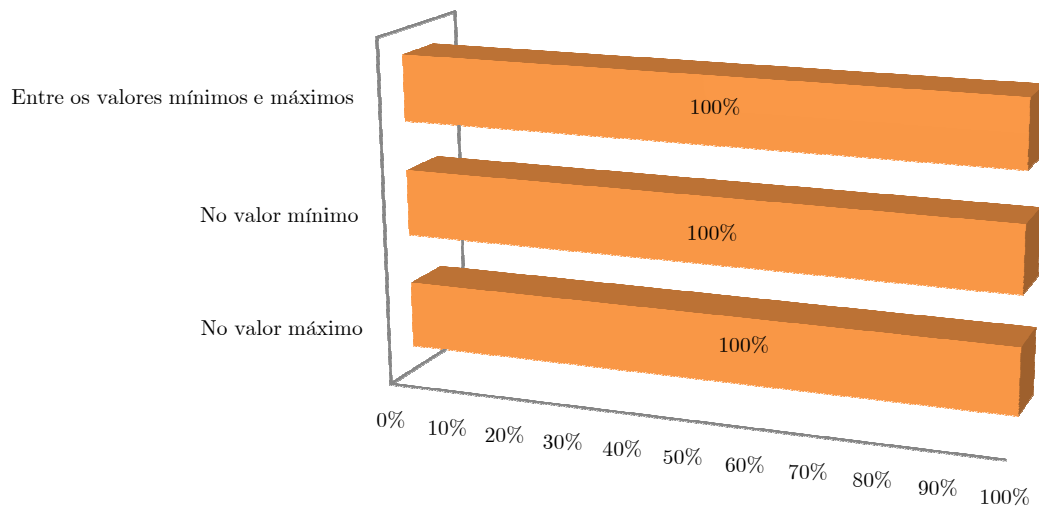


Gráfico I.24 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H²S no segundo dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valores.

4.3. RESULTADO DAS MEDIÇÕES NO TERCEIRO DIA:

No presente dia, as medições tiveram as seguintes características:

Dia	Hora de Início das medições	Hora de Final das medições	Tempo de medição registadas (minutos)	N. Total de Registos
09/10/2012	15:53	23:59	487	14.595

Tabela I.4 – Mapa de registo do primeiro dia de medições da parte superior da caixa de visita.

4.3.1. LEITURAS DO SENSOR DE O2:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de O2.

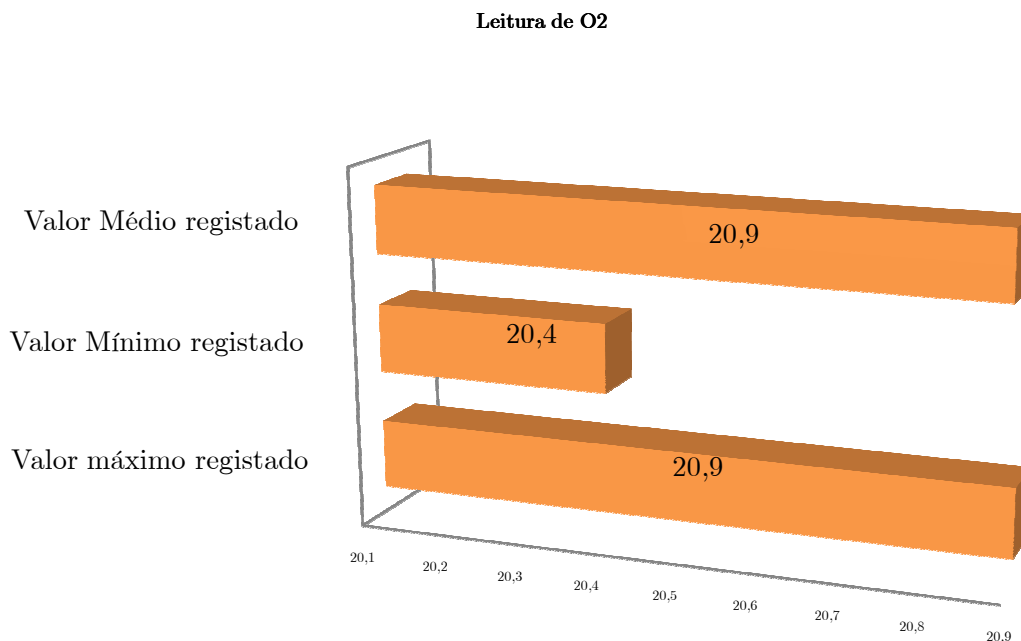


Gráfico I.25 – Registo de Leituras do sensor de O2 no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em %)

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Como podemos verificar no gráfico apresentado, as leituras registadas, variam entre os valores de 20,9 e os 20,4 de Oxigénio no Ar.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de O2.

Tempo de Leituras de O2

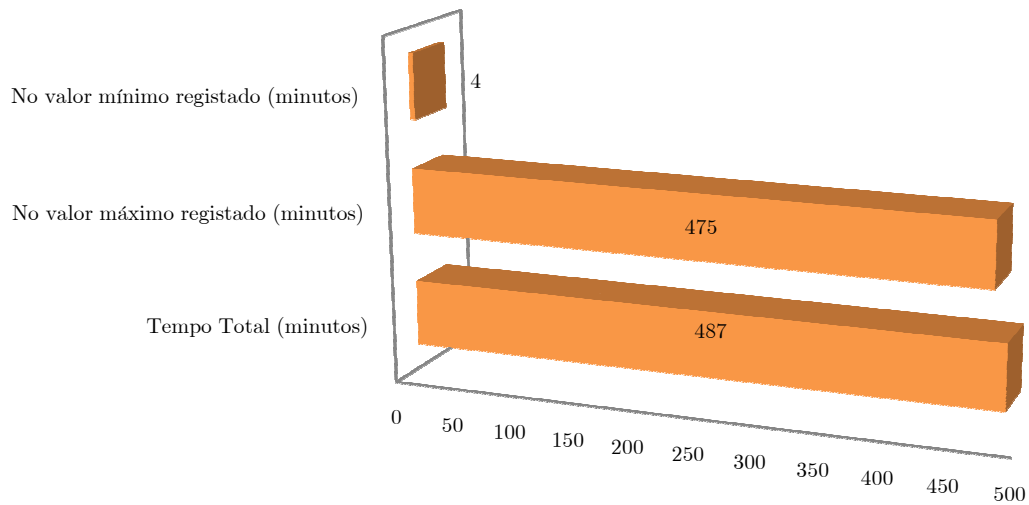


Gráfico I.26 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O2 no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Percentagem nas Leituras de O₂

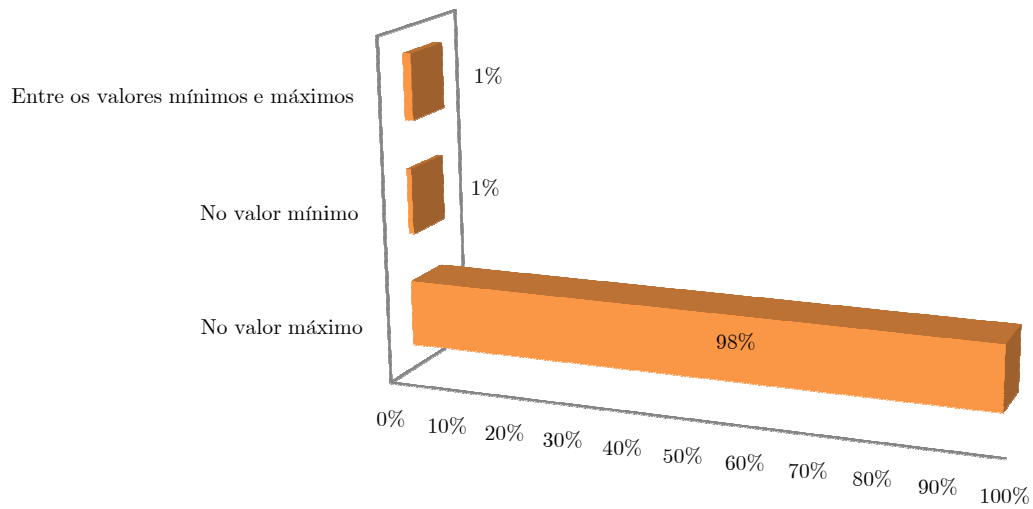


Gráfico I.27 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O₂ no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Após análise dos dois gráficos, posso chegar à conclusão, que 98% do tempo de medição, o valor de Oxigênio dentro da caixa de visita, na parte superior encontra-se dentro dos valores normais (20,9).

No presente dia, o Oxigênio na parte superior da caixa de visita encontra-se respirável e sem risco para a vida humana.

4.3.2. LEITURAS DO SENSOR DE METANO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

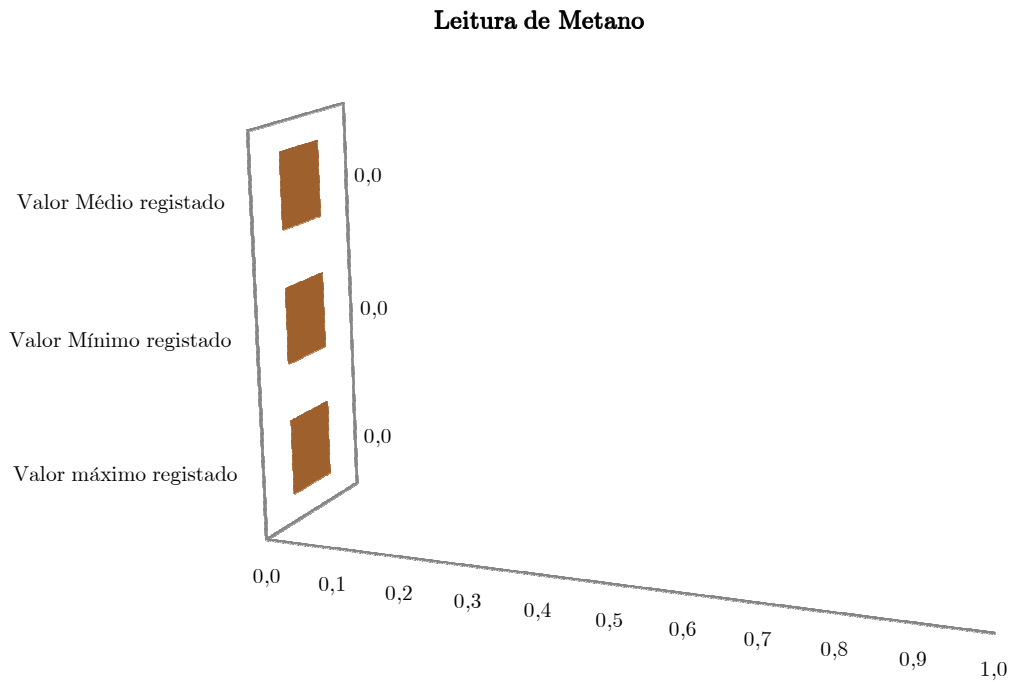


Gráfico I.28 – Registo de Leituras do sensor de Metano no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de Metano

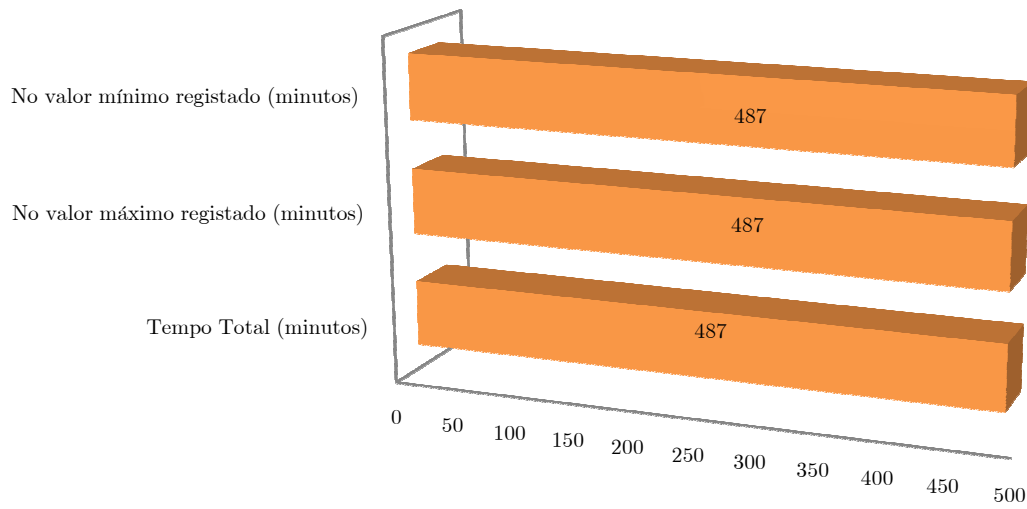


Gráfico I.29 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de Metano

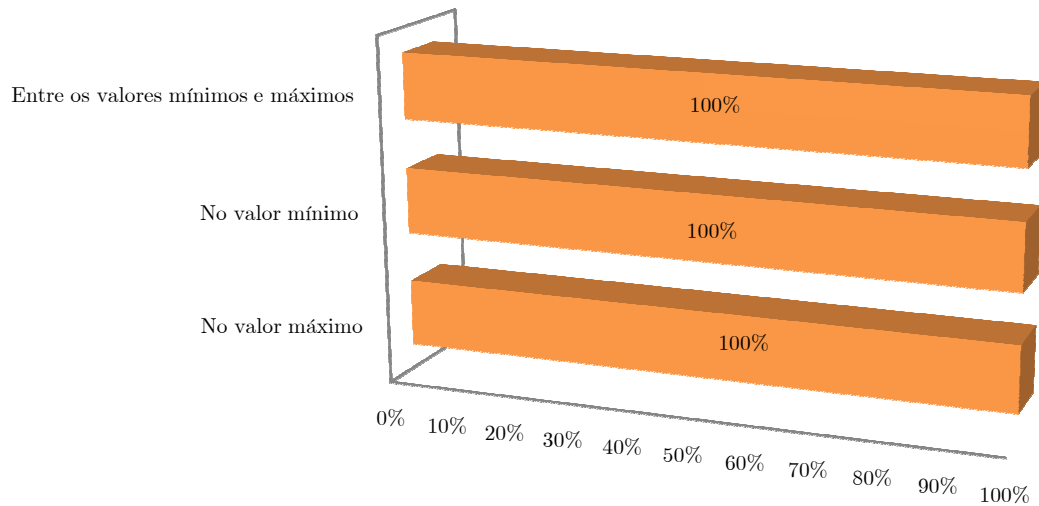


Gráfico I.30 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valores.

4.3.3. LEITURAS DO SENSOR DE CO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de CO.

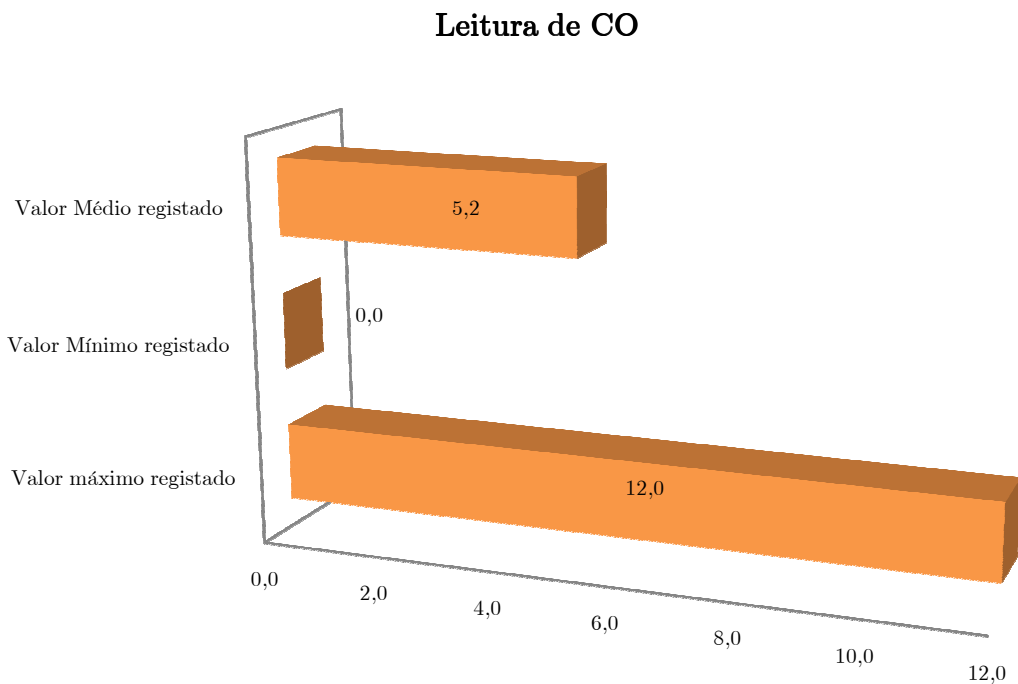


Gráfico I.31 – Registo de Leituras do sensor de CO no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, as leituras registadas, variam entre os valores de 0,0 e os 12 PPM de CO.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de CO

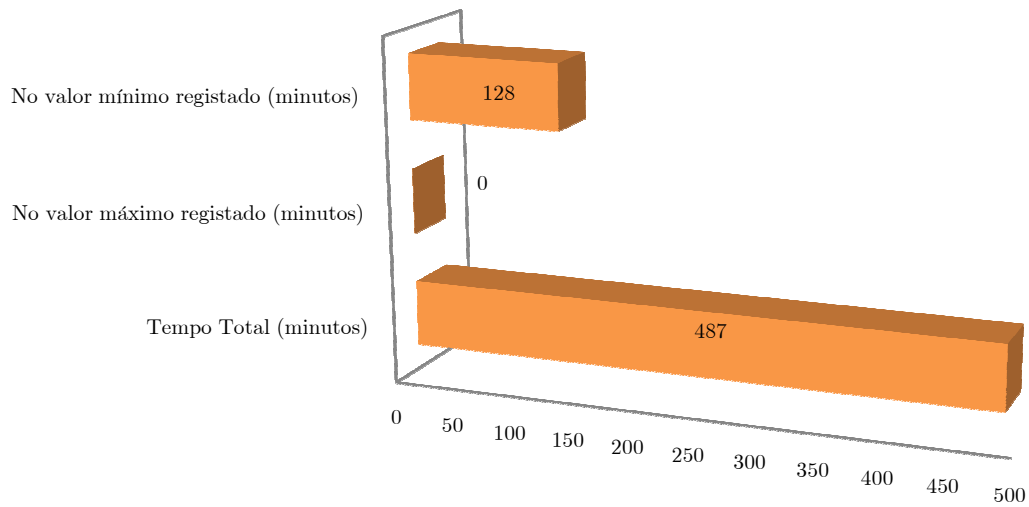


Gráfico I.32 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de CO

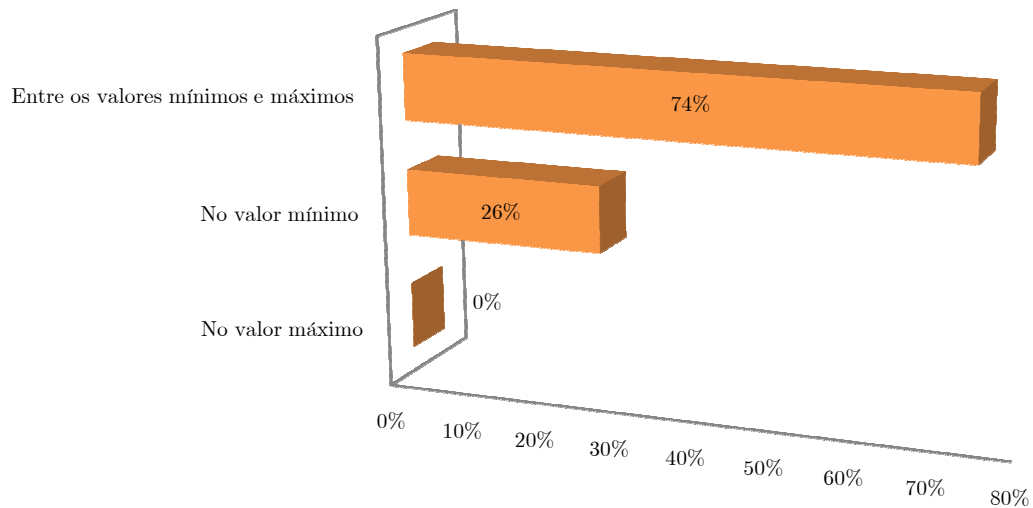


Gráfico I.33 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante 74 % do tempo de medição, apresentava valores acima dos 0 ppm.

O valor máximo registado foi de 12 ppm, este valor situa-se abaixo do valor limite permitido para exposição.

4.3.4. LEITURAS DO SENSOR DE H²S:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de H²S.

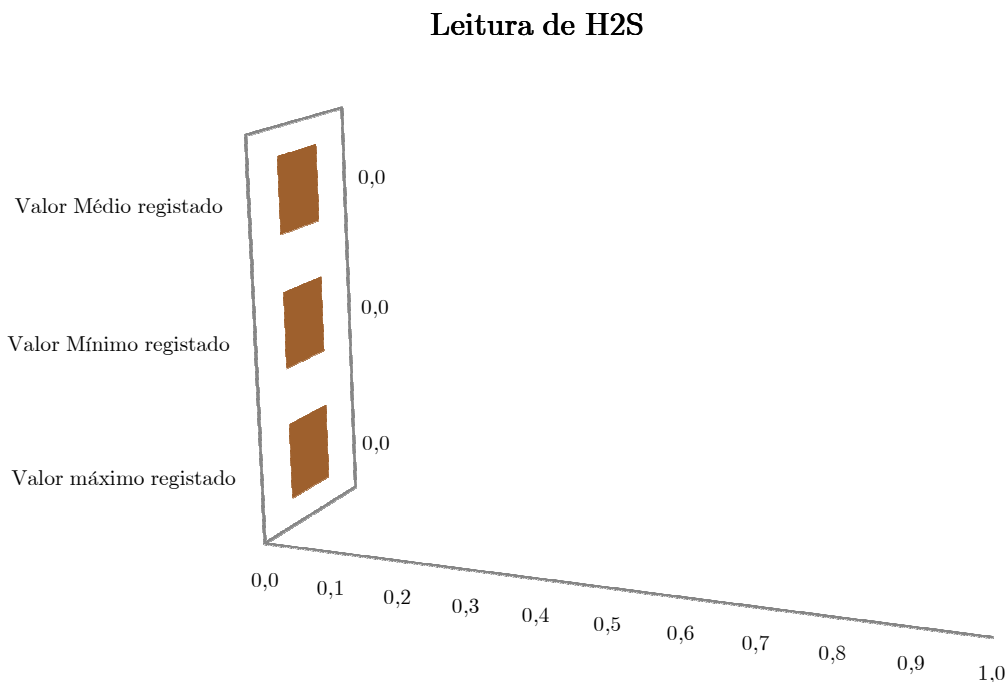


Gráfico I.34 – Registo de Leituras do sensor de H²S no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de H²S.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de H₂S

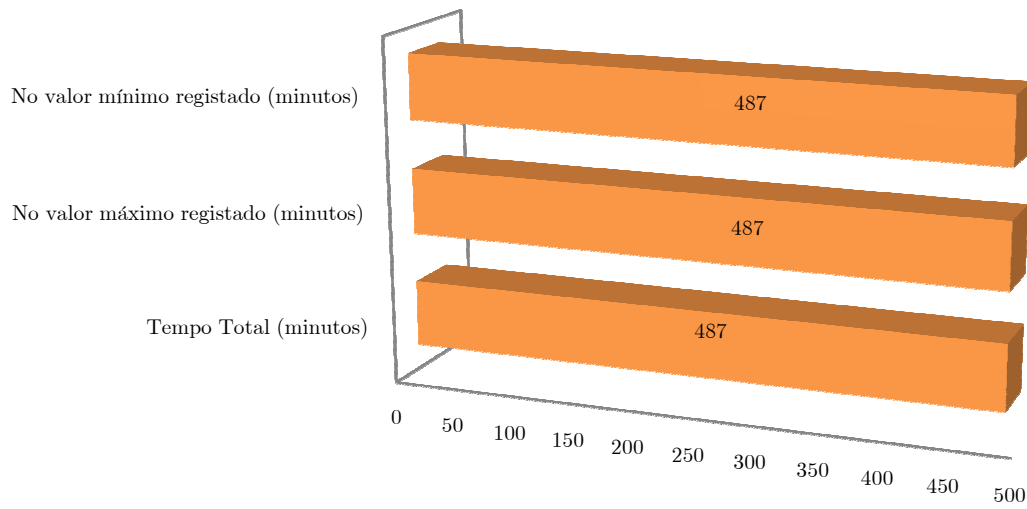


Gráfico I.35 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H₂S no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de H₂S

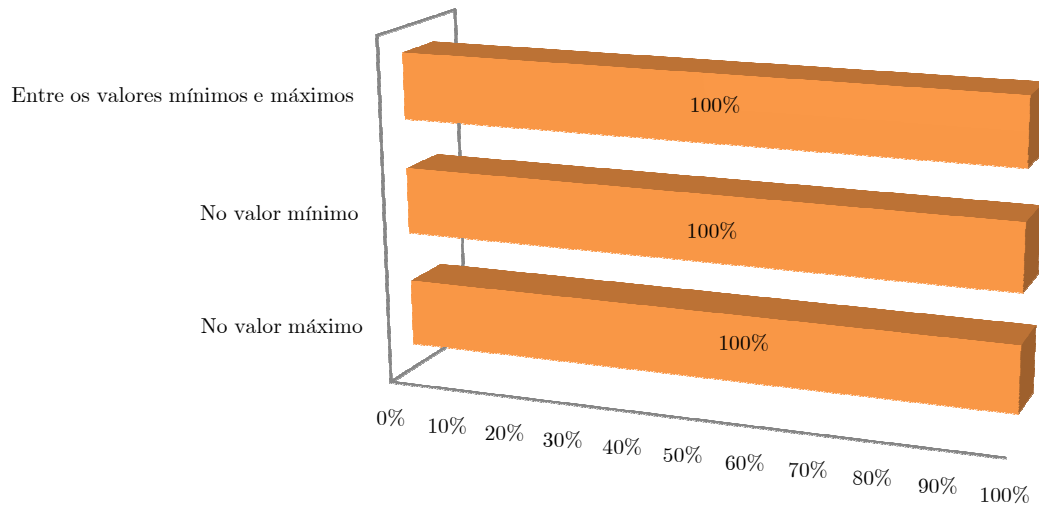


Gráfico I.36 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H₂S no terceiro dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valores.

4.4. RESULTADO DAS MEDIÇÕES NO QUARTO DIA:

No presente dia, as medições tiveram as seguintes características:

Dia	Hora de Início das medições	Hora de Final das medições	Tempo de medição registadas (minutos)	N. Total de Registos
10/10/2012	00:00	16:36	997	29.895

Tabela I.5 – Mapa de registo do primeiro dia de medições da parte superior da caixa de visita.

4.4.1. LEITURAS DO SENSOR DE O2:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de O2.

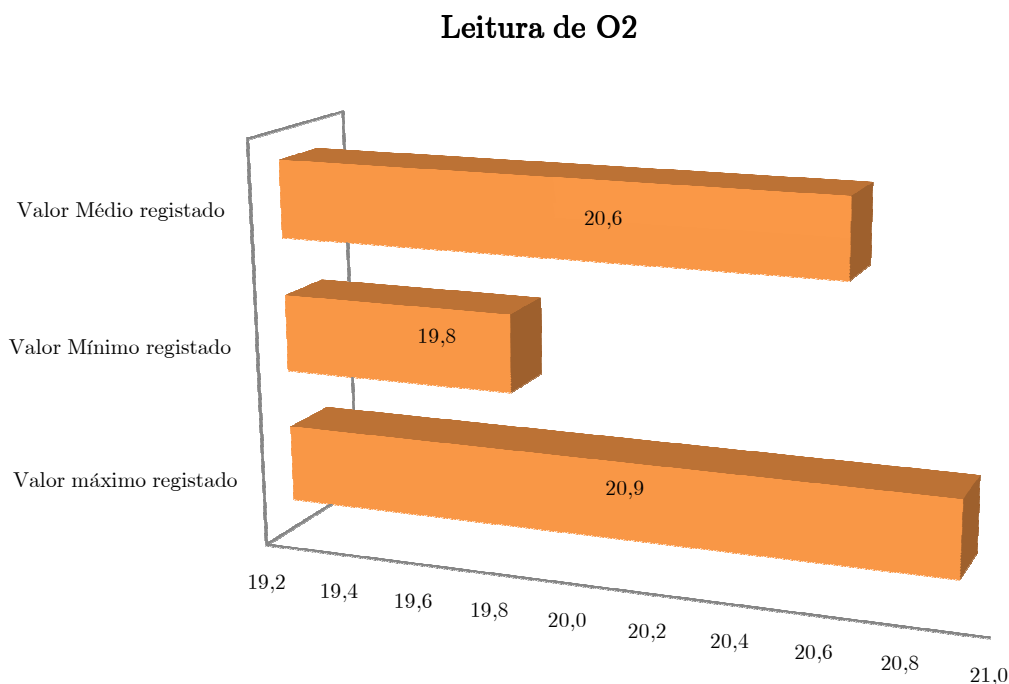


Gráfico I.37 – Registo de Leituras do sensor de O2 no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em %)

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Como podemos verificar no gráfico apresentado, as leituras registadas, variam entre os valores de 20,9 e os 19,8 de Oxigénio no Ar.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de O2.

Tempo de Leituras de O2

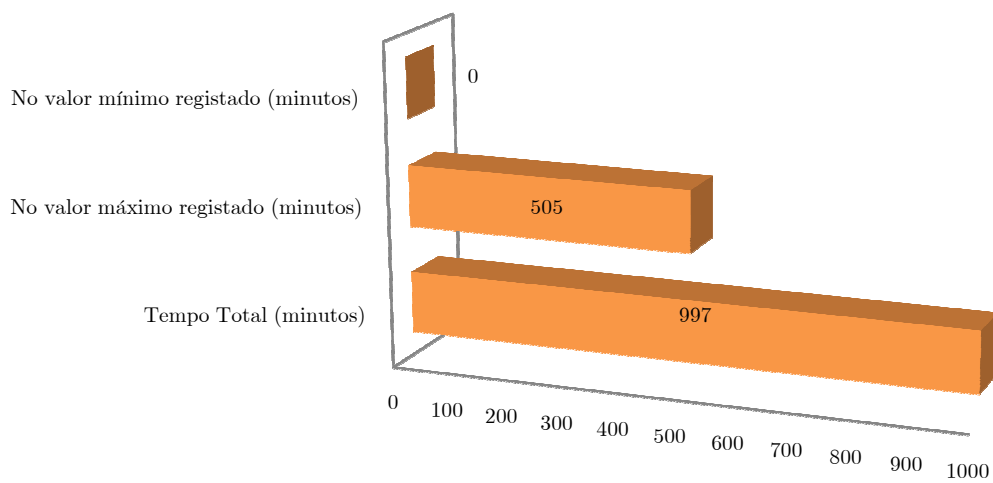


Gráfico I.38 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O2 no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Percentagem nas Leituras de O₂

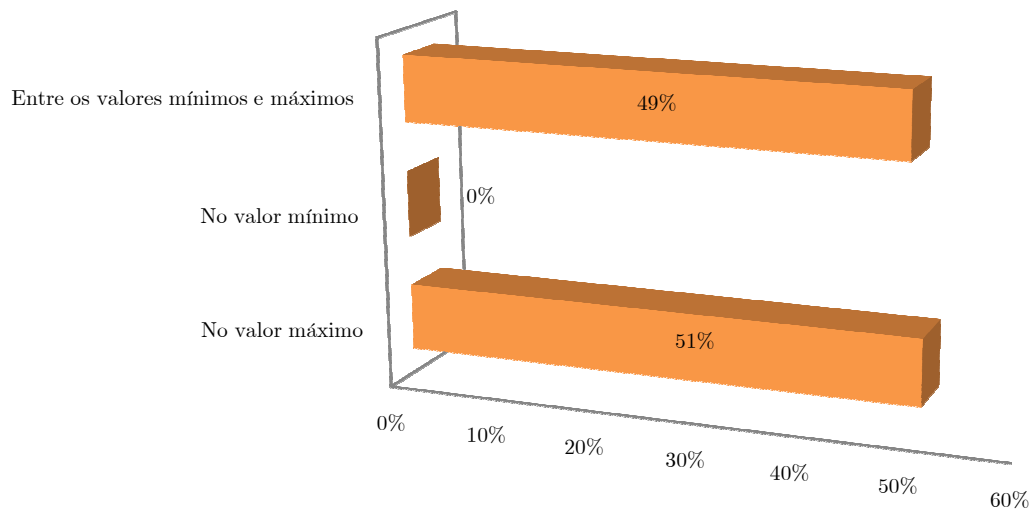


Gráfico I.39 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O₂ no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa

Após análise dos dois gráficos, posso chegar à conclusão, que 51% do tempo de medição, o valor de Oxigênio dentro da caixa de visita, na parte superior encontra-se dentro dos valores normais (20,9).

4.4.2. LEITURAS DO SENSOR DE METANO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Leitura de Metano

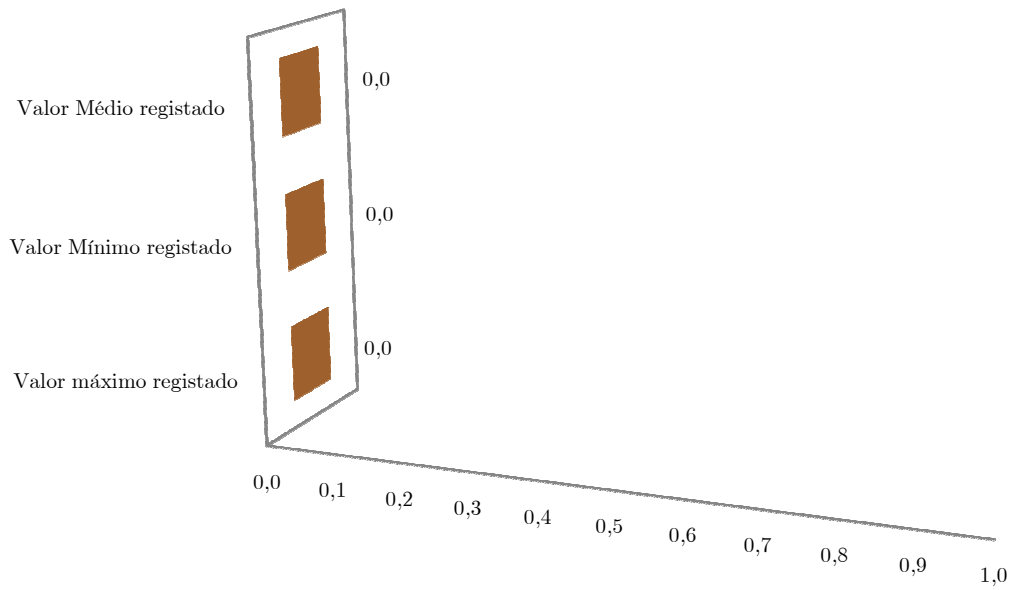


Gráfico I.40 – Registo de Leituras do sensor de Metano no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de Metano

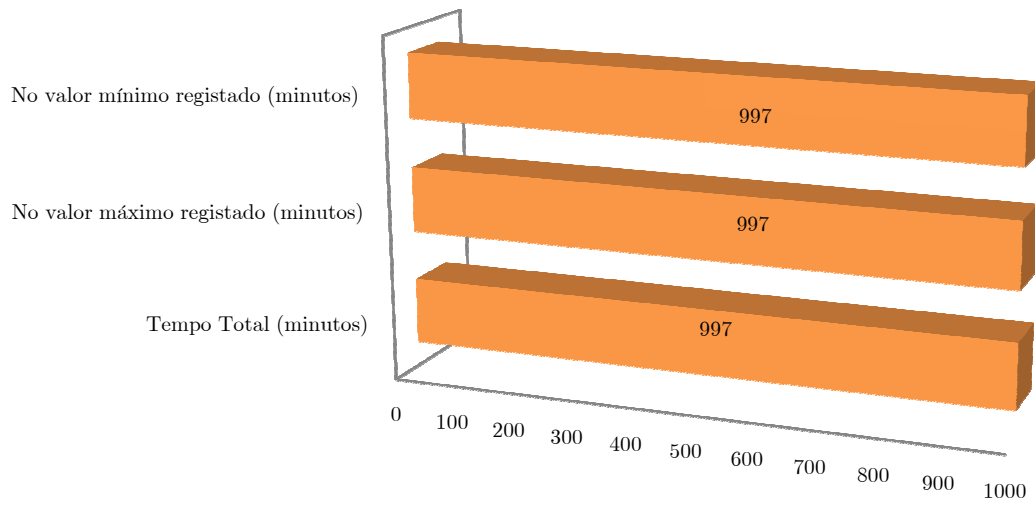


Gráfico I.41 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de Metano

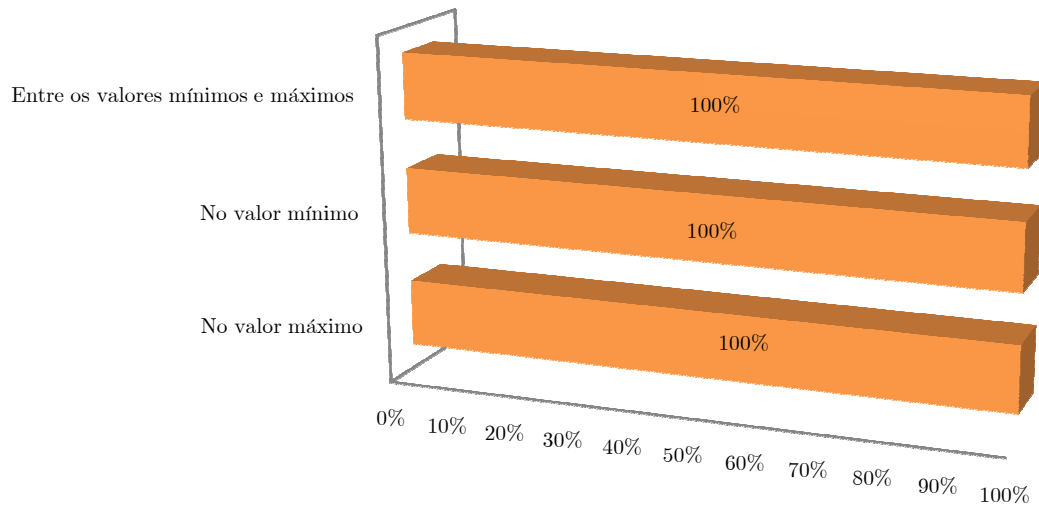


Gráfico I.42 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valores.

4.4.3. LEITURAS DO SENSOR DE CO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de CO.

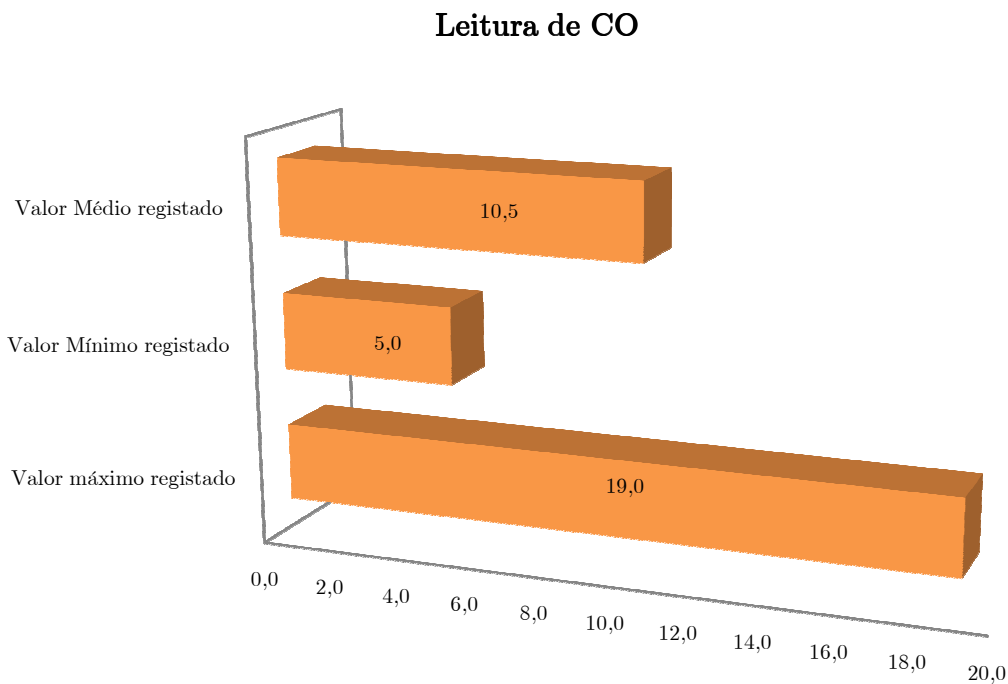


Gráfico I.43 – Registo de Leituras do sensor de CO no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, as leituras registadas, variam entre os valores de 0,0 e os 19 ppm de CO. Sendo o valor médio de 10,5 ppm.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de CO

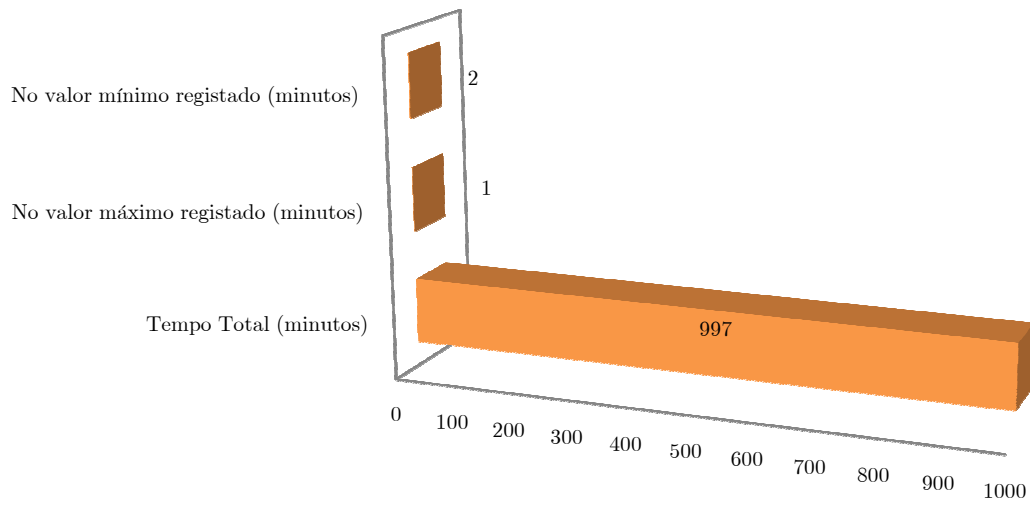


Gráfico I.44 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de CO

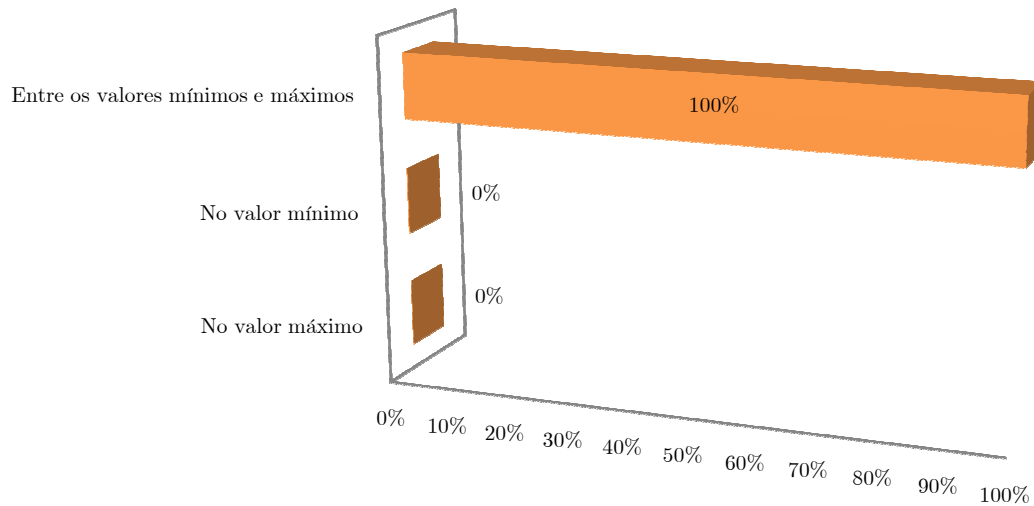


Gráfico I.45 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que apesar de existirem valores diferentes de zero, os mesmos foram registados num curto espaço de tempo.

4.4.4. LEITURAS DO SENSOR DE H²S:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de H²S.

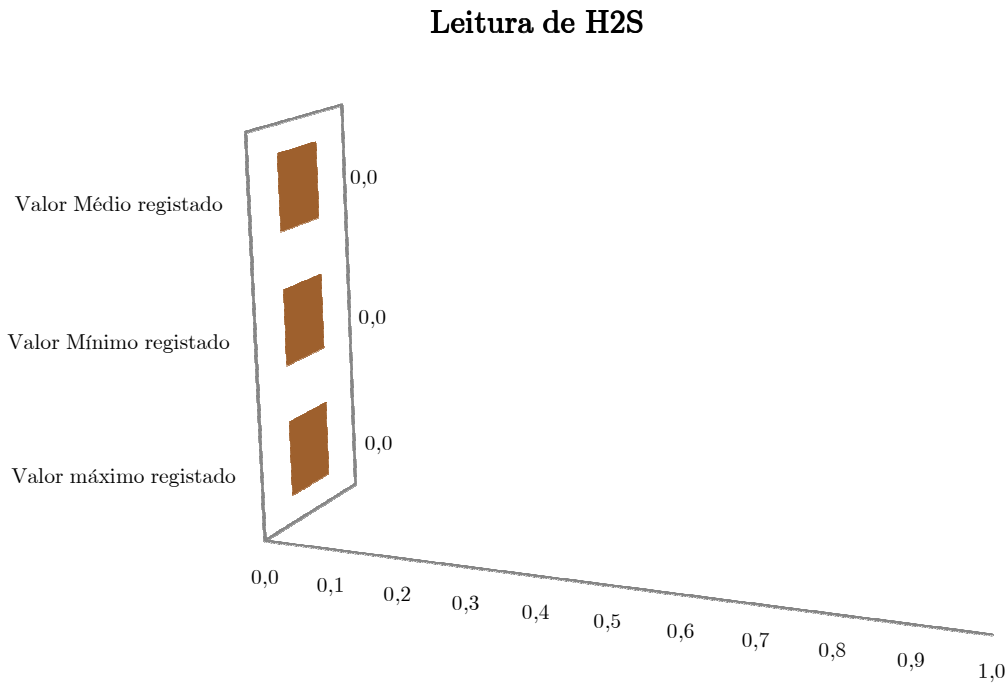


Gráfico I.46 – Registo de Leituras do sensor de H²S no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de H²S.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de H2S

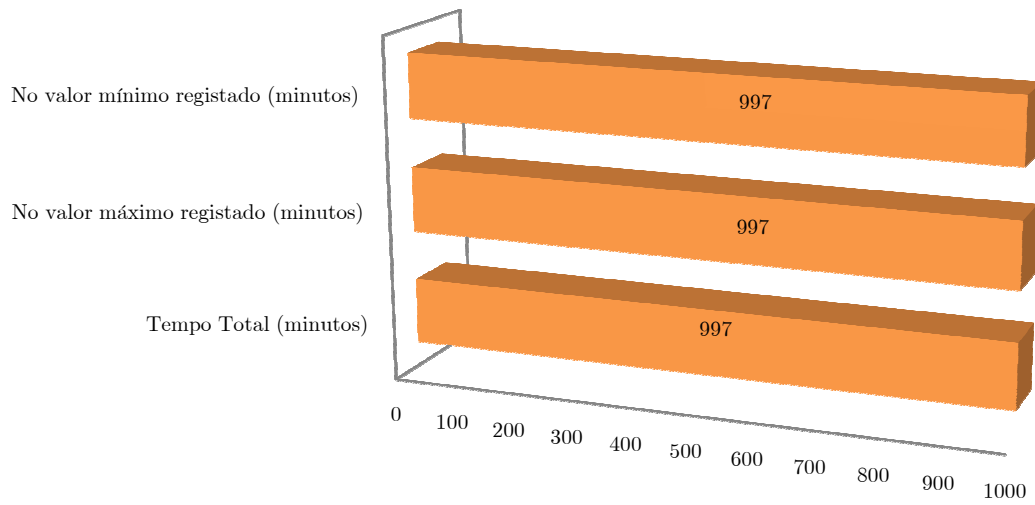


Gráfico I.47 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H²S no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa

Percentagem nas Leituras de H2S

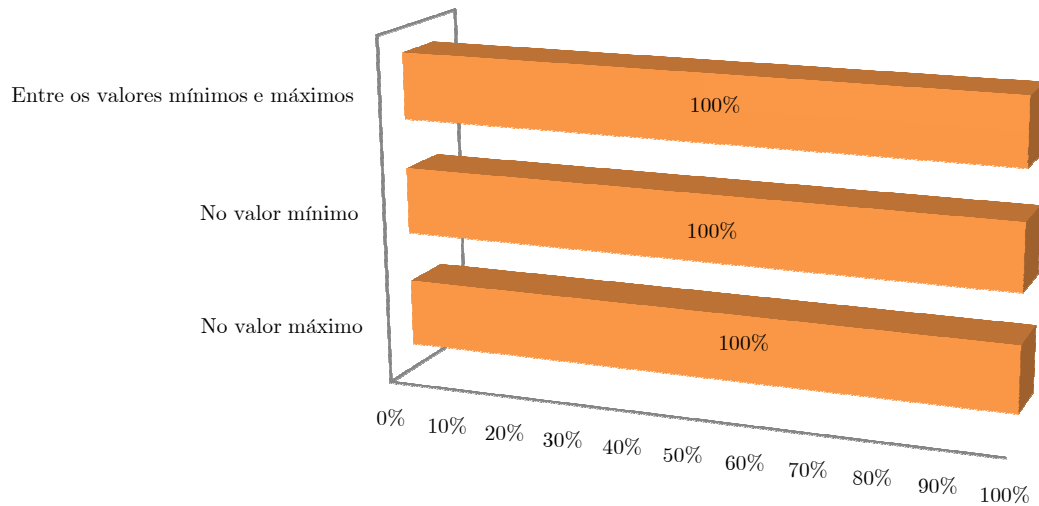


Gráfico I.48 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H²S no quarto dia de medições, referente à parte superior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valores.

4.5. RESULTADOS GLOBAIS DAS MEDIÇÕES:

Em seguida, apresento os resultados globais das medições efetuados na base superior da caixa de visita.

4.5.1. LEITURAS DO SENSOR DE O2:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de O2.

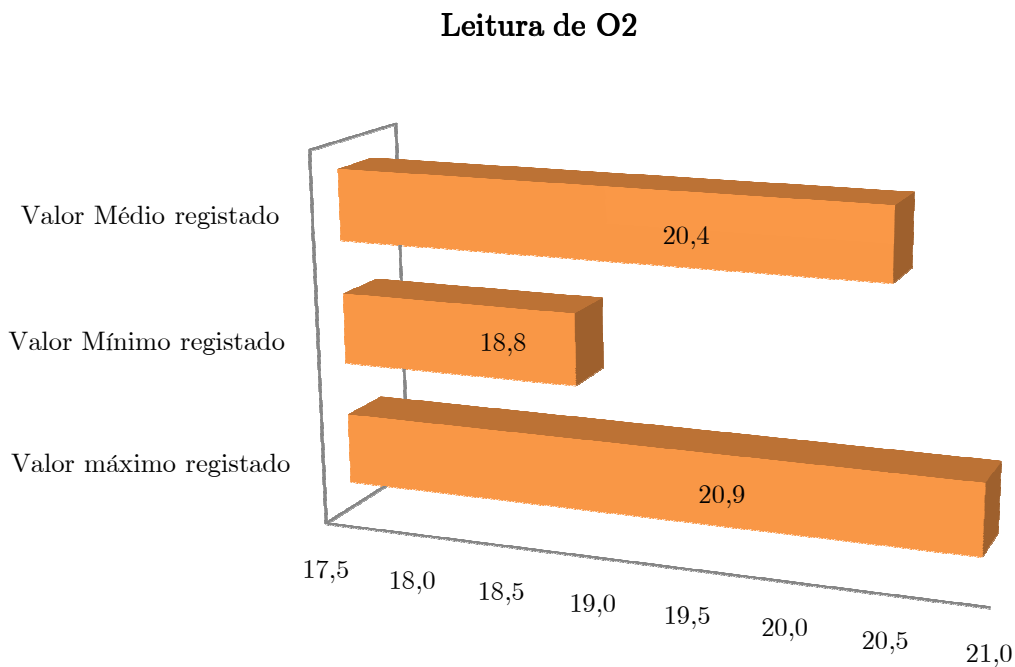


Gráfico I.49 – Registo de Leituras do sensor de O2 no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em %)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, as leituras registadas, variam entre os valores de 20,9 e os 18,8 de Oxigénio no Ar. Sendo o valor médio de 20,4.

Em seguida, apresento o gráfico resumo referente à percentagem das referidas leituras do Sensor de O2.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Percentagem nas Leituras de O₂

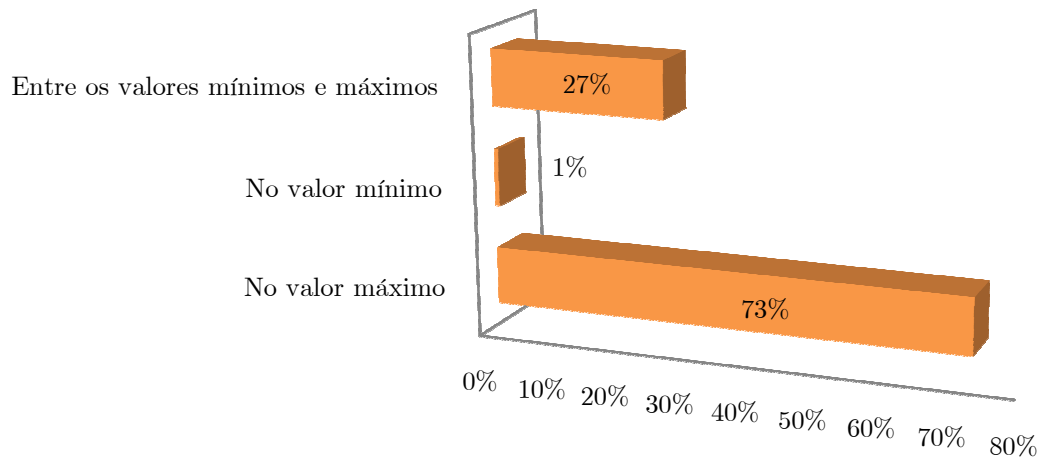


Gráfico I.50 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O₂ no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa

Após análise do gráfico, posso chegar à conclusão, que durante quase a totalidade do tempo (73%), o valor de oxigênio foi o máximo.

O valor mínimo registado, foi um pico de valor.

4.5.2. LEITURAS DO SENSOR DE METANO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

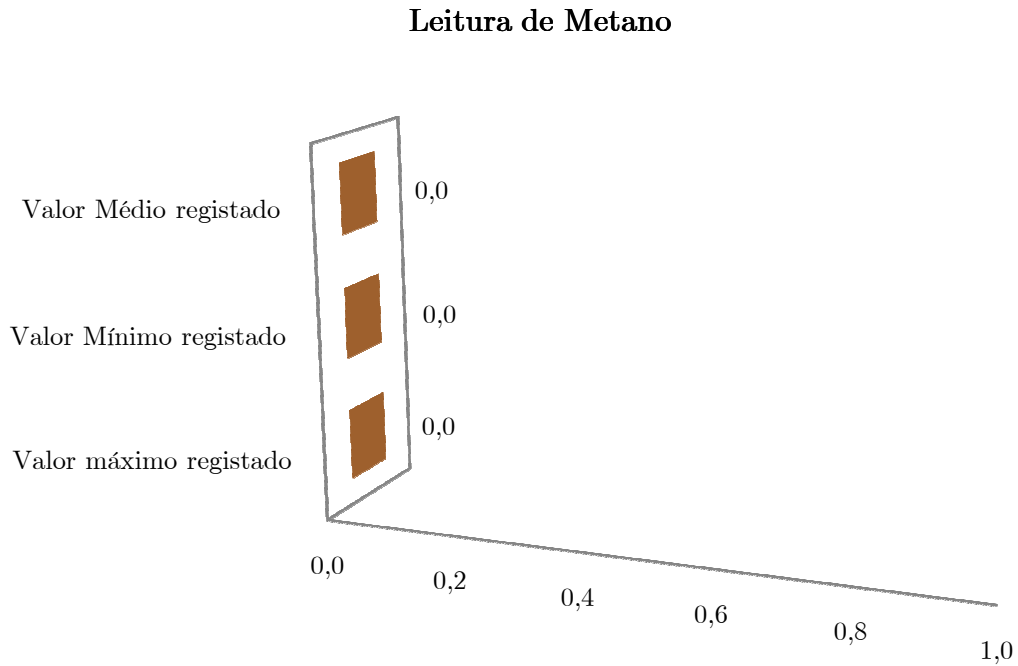


Gráfico I.51 – Registo de Leituras do sensor de Metano no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foi registo de qualquer valor.

Em seguida, apresento o gráfico resumo referente à percentagem das referidas leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Percentagem nas Leituras de Metano

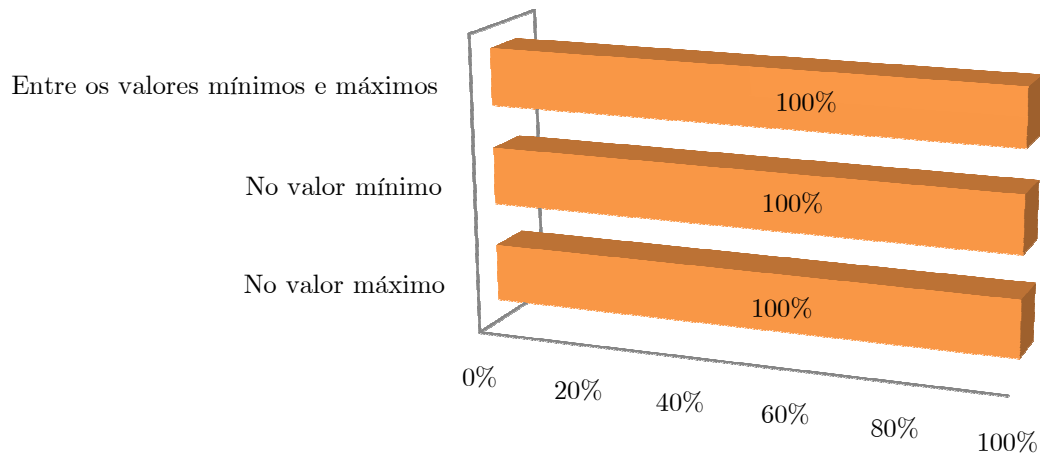


Gráfico I.52 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa

Após análise do gráfico, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo, o valor do gás de metano foi de 0 ppm.

4.5.3. LEITURAS DO SENSOR DE CO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

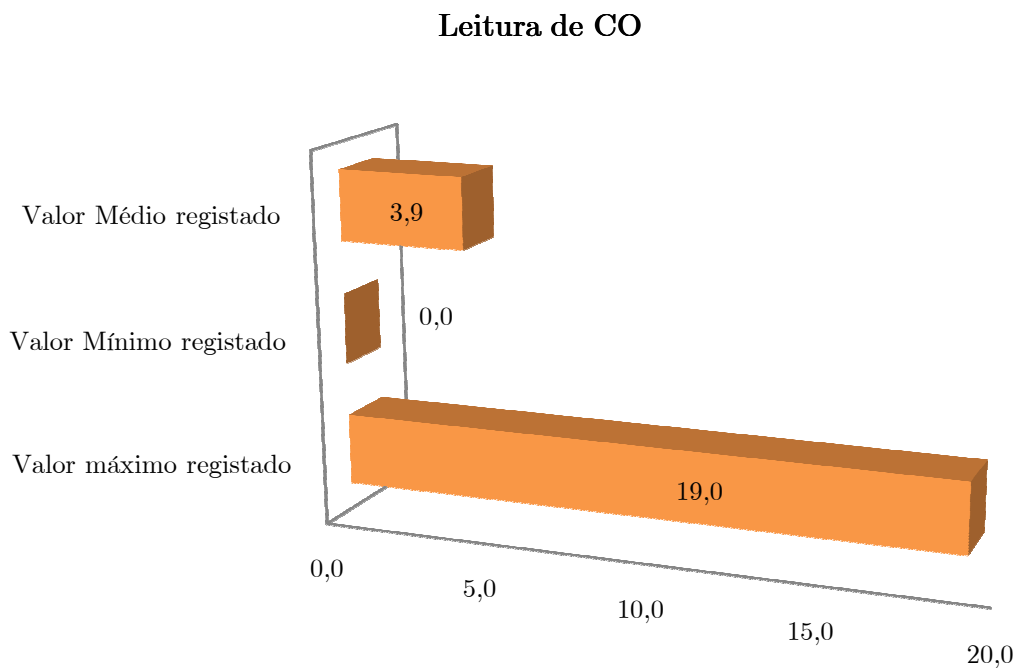


Gráfico I.53 – Registo de Leituras do sensor de CO no global dos dias, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, o valor máximo registado foi de 19 ppm. Valor abaixo do limite legal de exposição.

Em seguida, apresento o gráfico resumo referente à percentagem das referidas leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Percentagem nas Leituras de CO

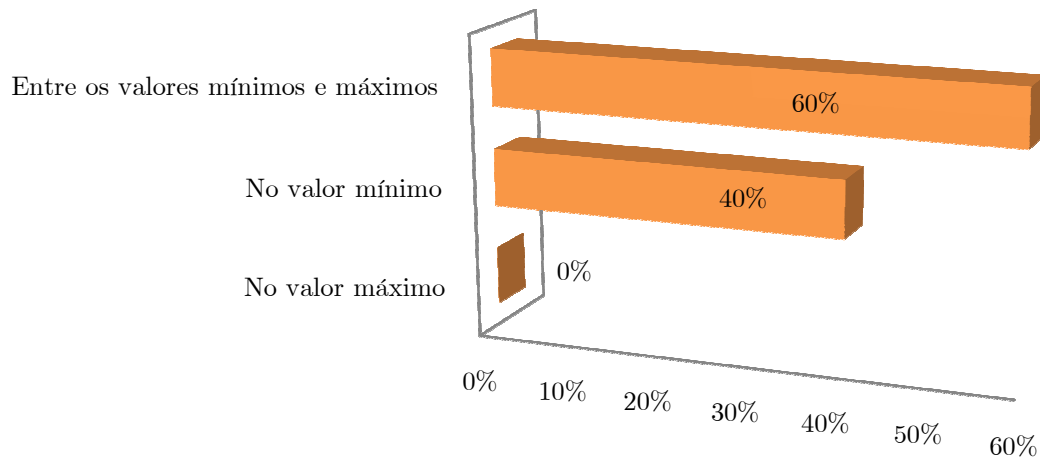


Gráfico I.54 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa

Após análise do gráfico, é possível chegar à conclusão, que durante 40% do tempo, a atmosfera não tinha a presença do gás.

4.5.4. LEITURAS DO SENSOR DE H²S:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de H²S.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Leitura de H₂S

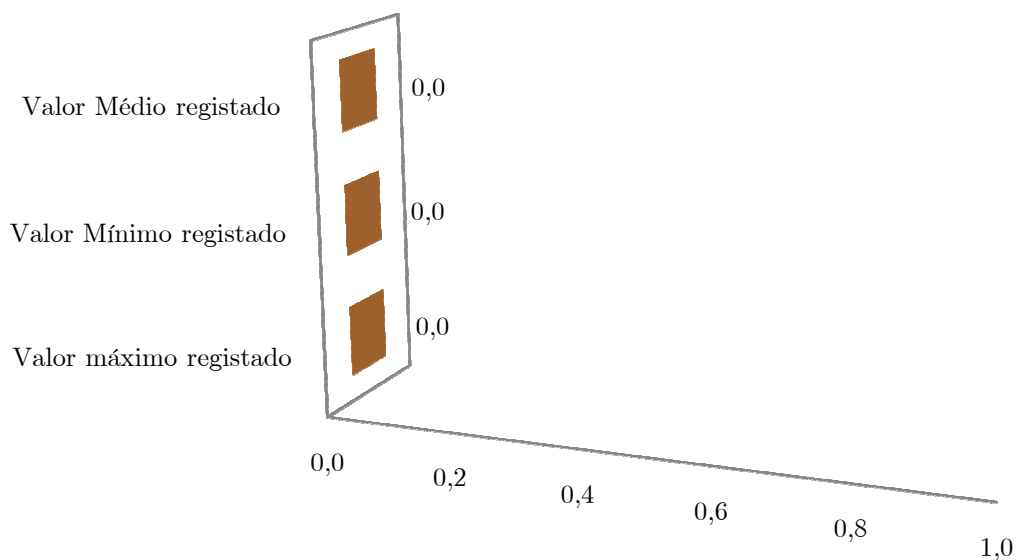


Gráfico I.55 – Registo de Leituras do sensor de H₂S no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não houve qualquer leitura.

Em seguida, apresento o gráfico resumo referente à percentagem das referidas leituras do Sensor de H₂S.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Percentagem nas Leituras de H₂S

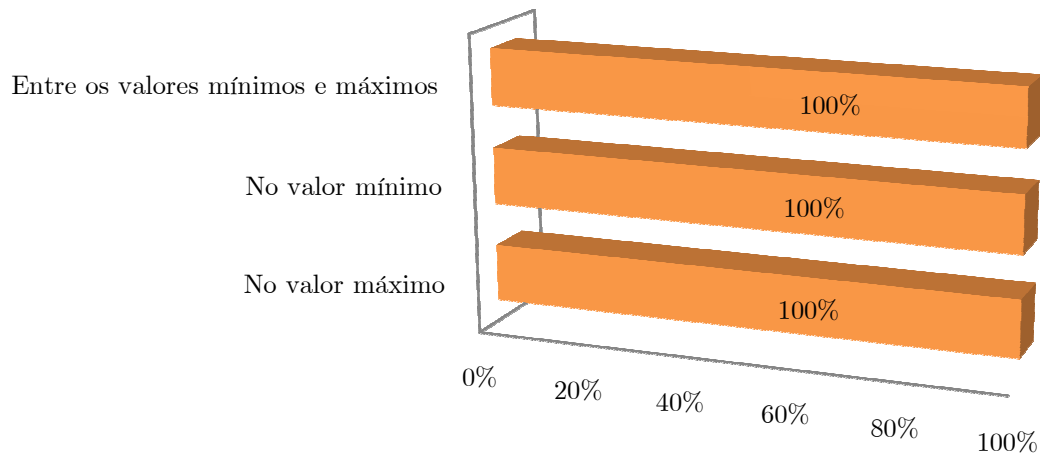


Gráfico I.56 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H₂S no global dos dias de medições, referente à parte superior da caixa

Após análise do gráfico, é possível chegar à conclusão, que na totalidade do tempo, a atmosfera na parte superior da caixa de vista não regista a presença do gás sulfídrico.

5. RESULTADO DAS MEDIÇÕES NA PARTE INFERIOR DA CAIXA DE VISITA:

Para a realização das medições, foi selecionado o equipamento da BW, com o número de série: SE107 – 007798.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

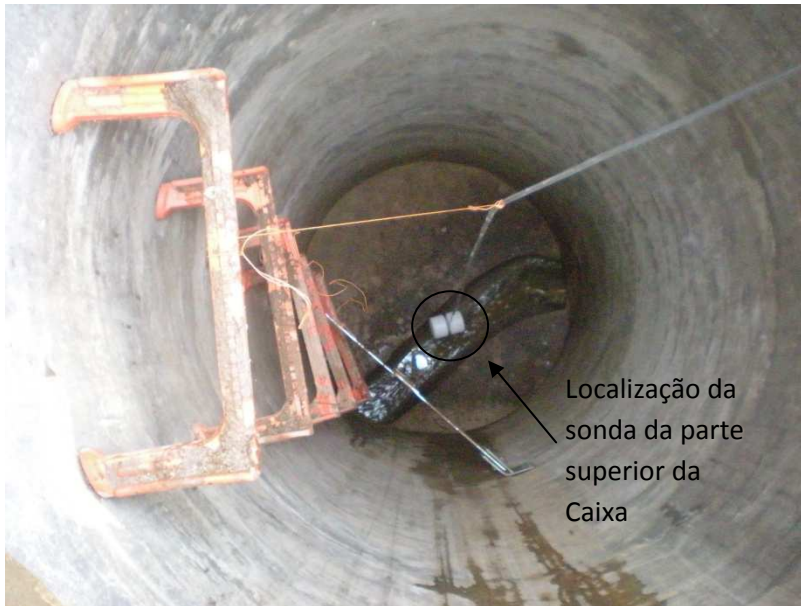


Imagem I.17 – Localização da sonda na parte superior da caixa de visita.

Após a recolha dos dados, foi possível verificar que as medições efetivas foram as seguintes:

Dia	Hora de Início das medições	Hora de Final das medições	Tempo de medição
28/09/2012	8:52	11:26	02 Horas e 34 Minutos
4/10/2012	07:55	23:59	16 Hora e 04 Minutos
5/10/2012	00:00	04:09	04 Hora e 09 Minutos
9/10/2012	15:52	23:59	08 Horas e 07 Minutos
10/10/2012	00:00	16:21	16 Horas e 21 Minutos

Tabela I.6 – Mapa das horas de medição da parte inferior da caixa.

As medições foram realizadas durante cinco dias, num total de 2.825 minutos.

O equipamento de medição, foi programado para realizar o registo da atmosfera em cada 2 segundo, de forma a existir uma plena visão da variação de gases existentes na parte inferior da caixa de visita.

Os equipamentos apresentam um total de 80.389 registos.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Para uma melhor compreensão e análise agrupei os registos da seguinte forma:

- Por dia de medição;
- Valor máximo registado;
- Valor Mínimo registado;
- Valor Médio registado;
- Tempo Total (minutos);
- Tempo de Registo no valor máximo (minutos);
- Tempo de Registo no valor mínimo (minutos);
- Percentagem do Tempo de Registo no valor máximo;
- Percentagem do Tempo de Registo no valor mínimo;
- Percentagem do Tempo de Registo entre os valores mínimos e máximos;

5.1. RESULTADO DAS MEDIÇÕES NO PRIMEIRO DIA:

No presente dia, as medições tiveram as seguintes características:

Dia	Hora de Início das medições	Hora de Final das medições	Tempo de medição registadas (minutos)	N. Total de Registos
28/09/2012	8:52	11:26	154	4.619

Tabela I.7 – Mapa de registo do primeiro dia de medições da parte inferior da caixa de visita.

5.1.1. LEITURAS DO SENSOR DE O2:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de O2.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Leitura de O₂

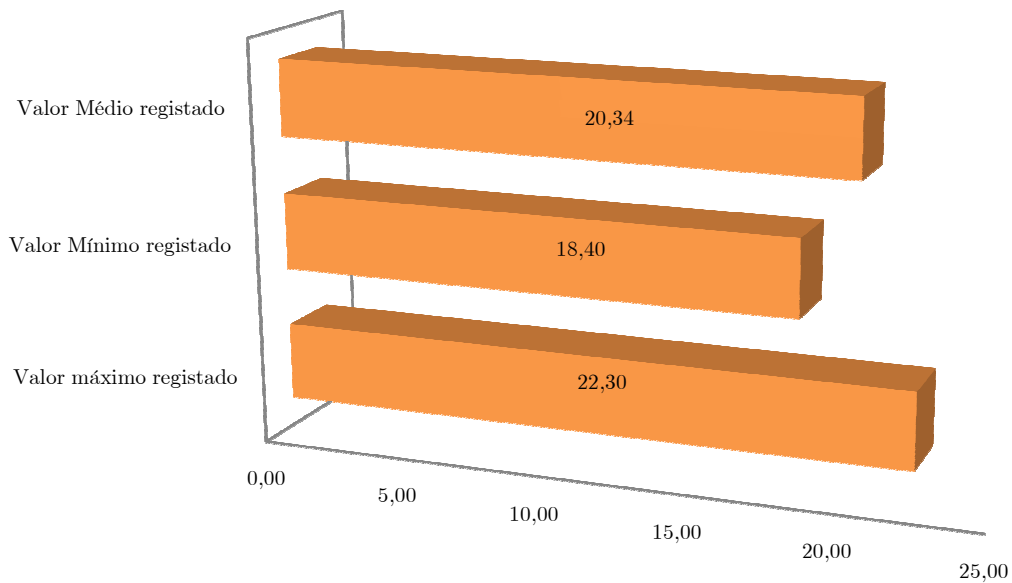


Gráfico I.57 – Registo de Leituras do sensor de O₂ no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, as leituras registadas, variam entre os valores de 22,30 e os 18,4 de Oxigénio no Ar.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de O₂.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de O2

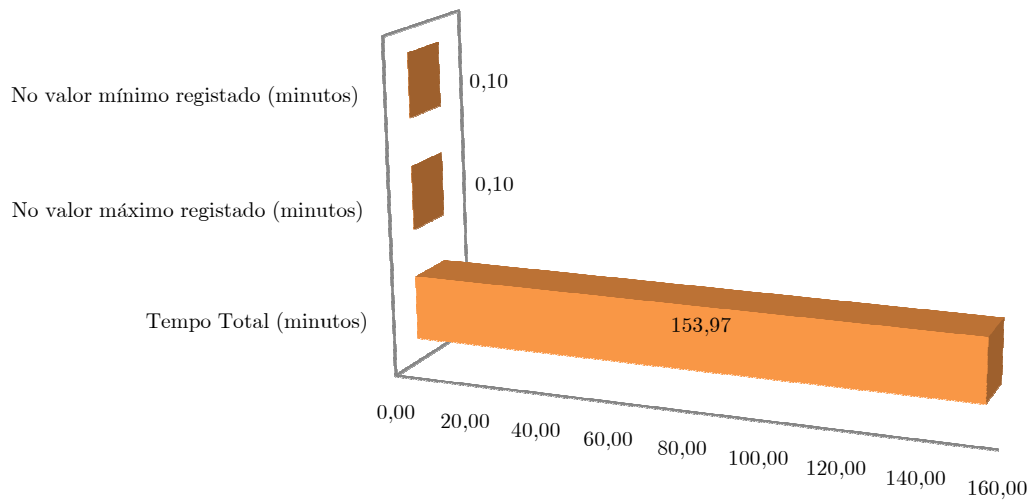


Gráfico I.58 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O2 no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de O2

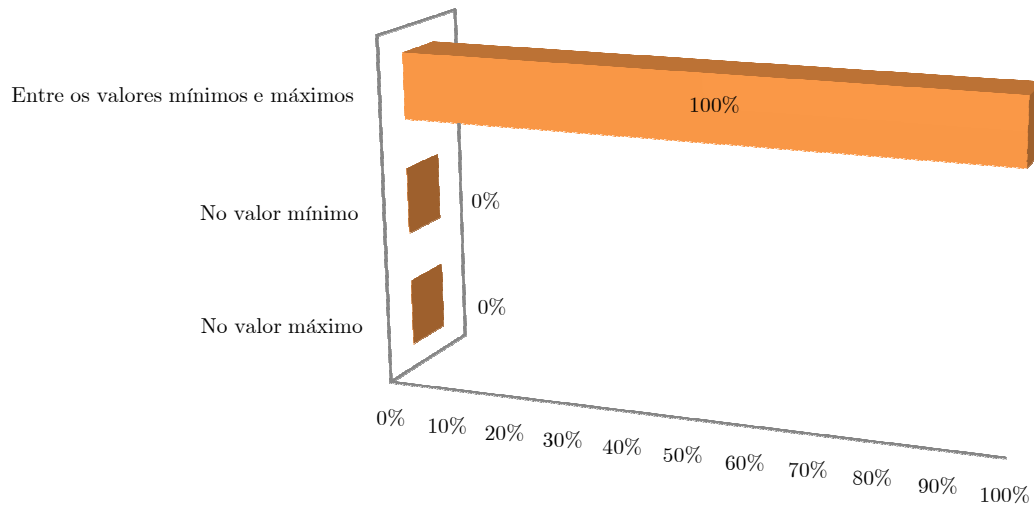


Gráfico I.59 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O2 no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, posso chegar à conclusão, que 100% do tempo de medição, o valor de Oxigênio dentro da caixa de visita, na parte inferior encontra-se dentro dos valores normais (20,9).

A variação do Oxigênio, foi pontual.

5.1.2. LEITURAS DO SENSOR DE METANO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de Metano.

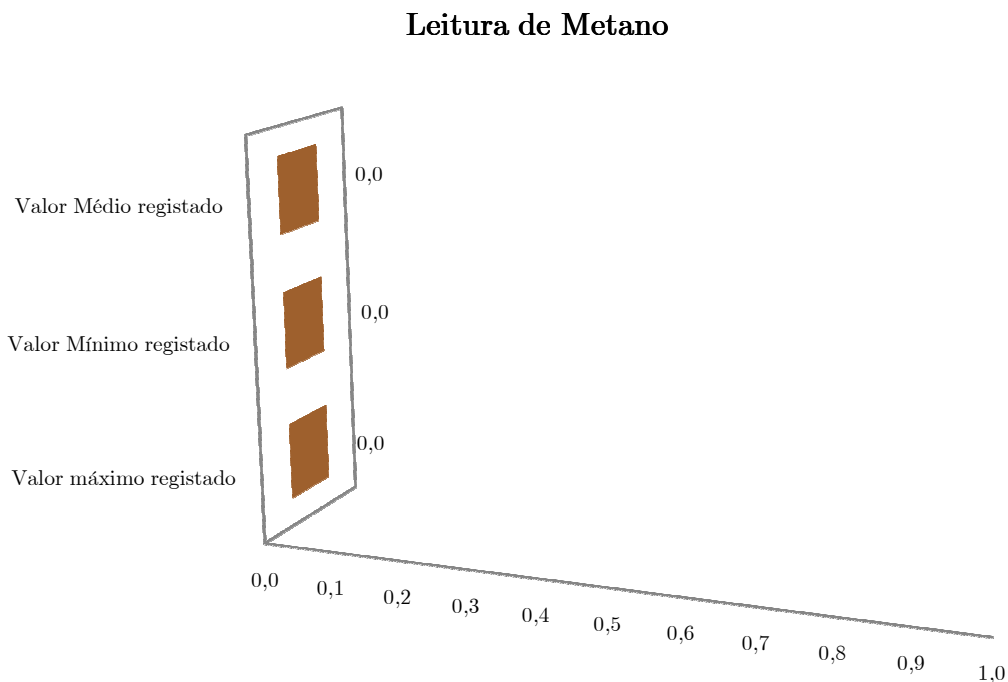


Gráfico I.60 – Registo de Leituras do sensor de Metano no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas quais quer leituras.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de Metano

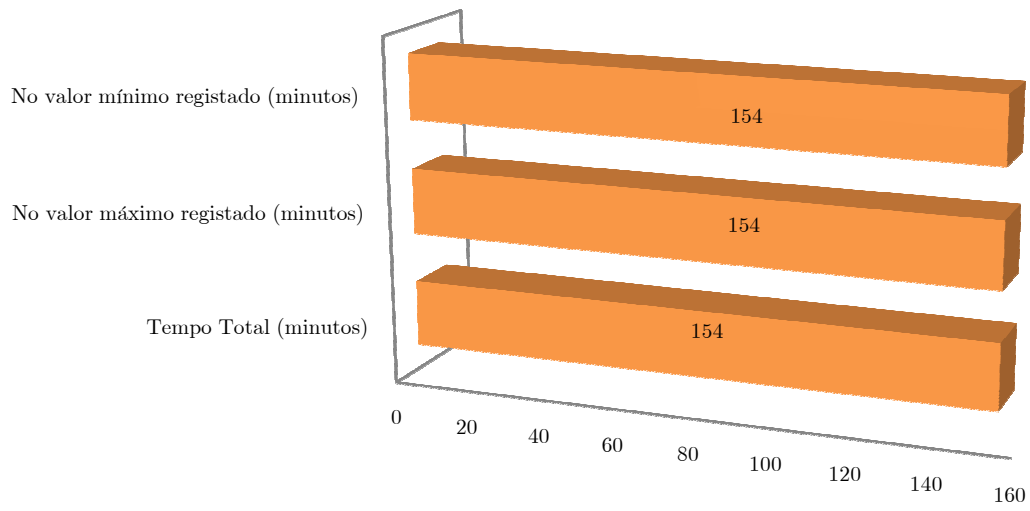


Gráfico I.61 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Percentagem nas Leituras de Metano

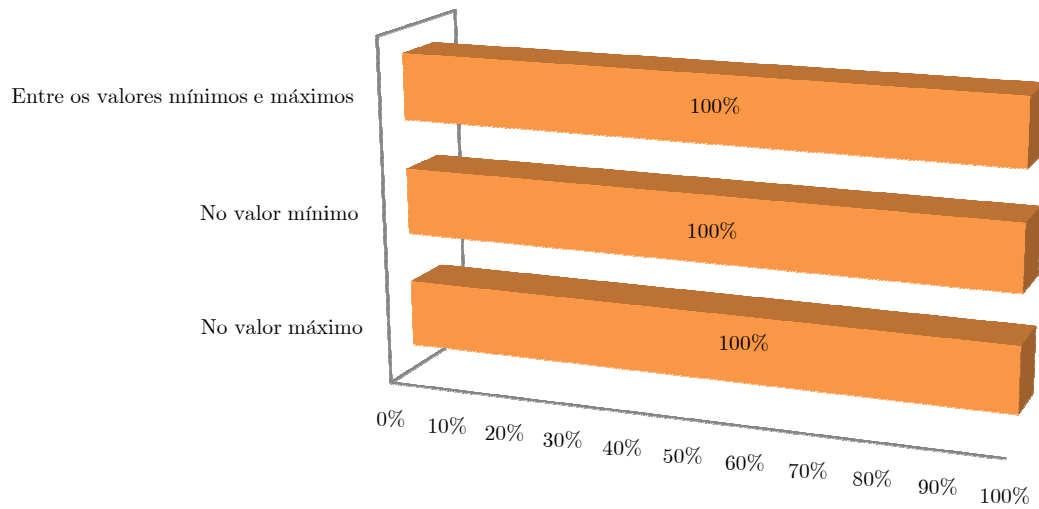


Gráfico I.62 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valor de Metano.

5.1.3. LEITURAS DO SENSOR DE CO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Leitura de CO

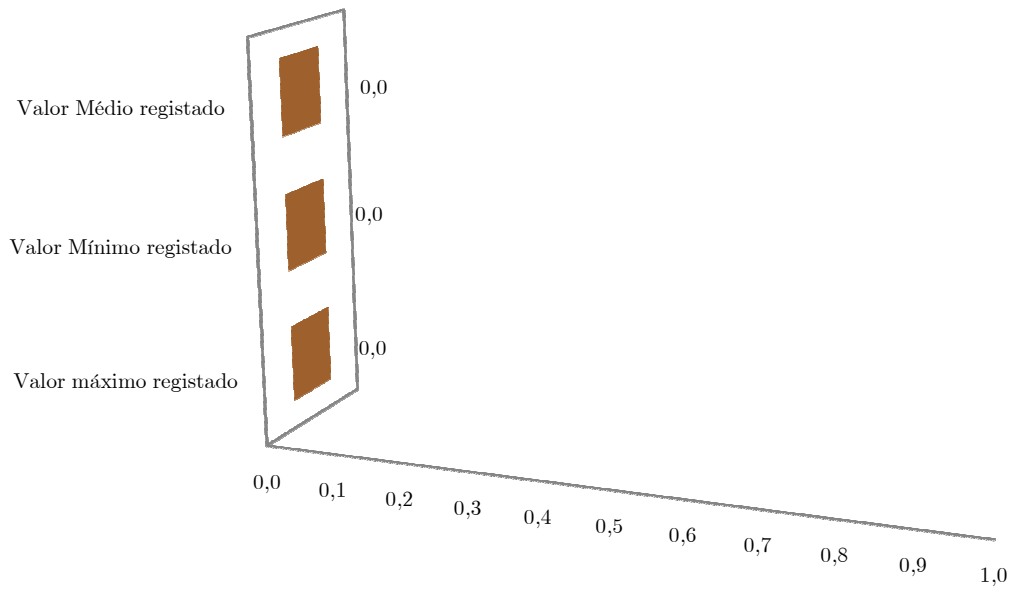


Gráfico I.63 – Registo de Leituras do sensor de CO no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de CO

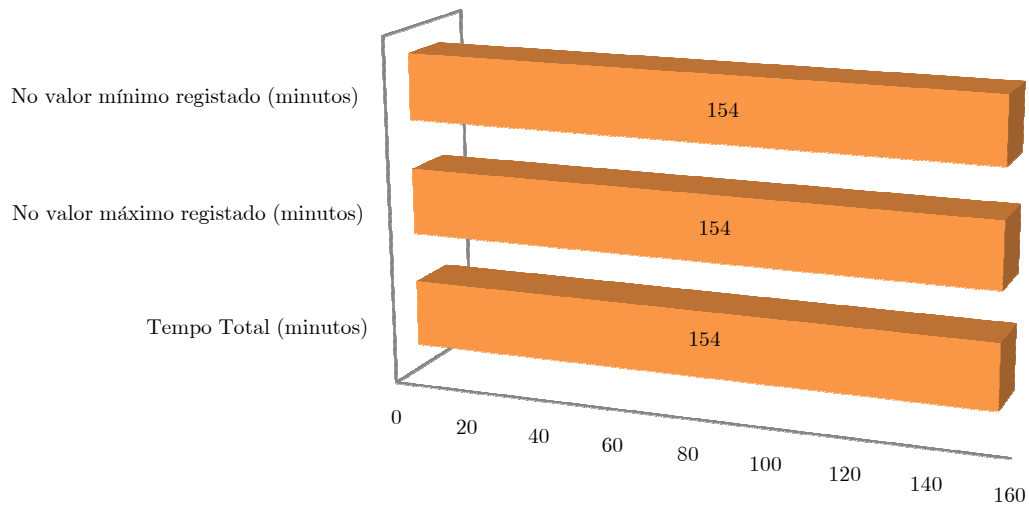


Gráfico I.64 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de CO

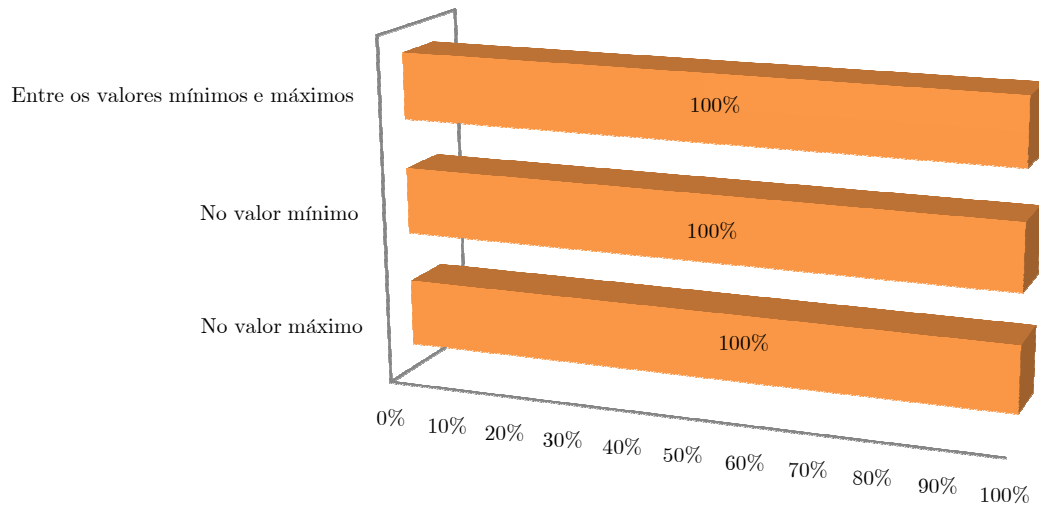


Gráfico I.65 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valor de CO.

5.1.4. LEITURAS DO SENSOR DE H²S:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de H²S.

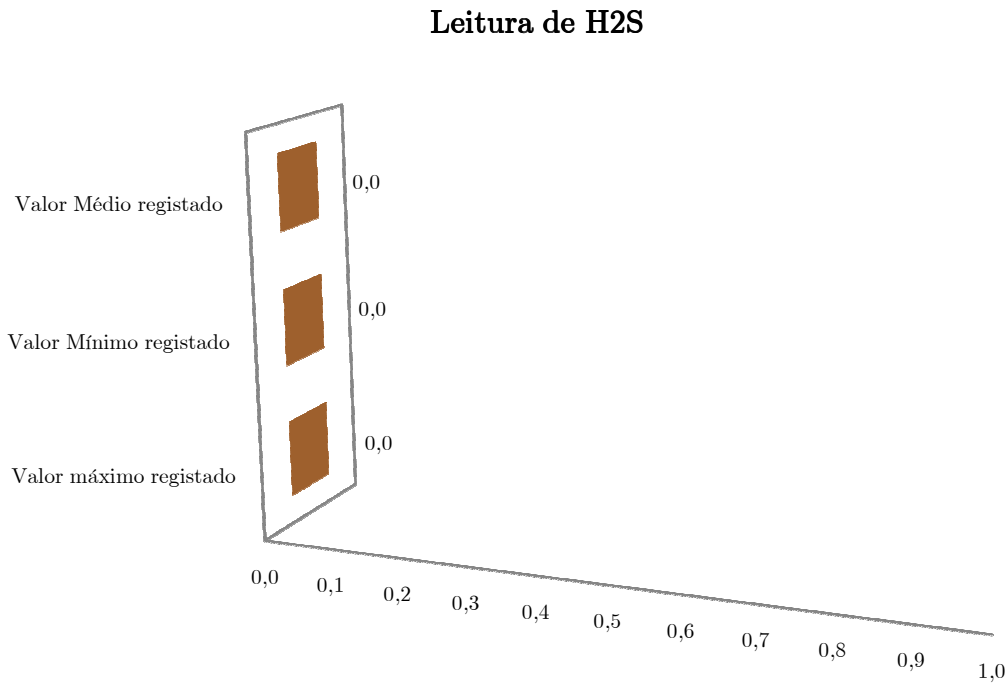


Gráfico I.66 – Registo de Leituras do sensor de H²S no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registados valores.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de H²S.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de H2S

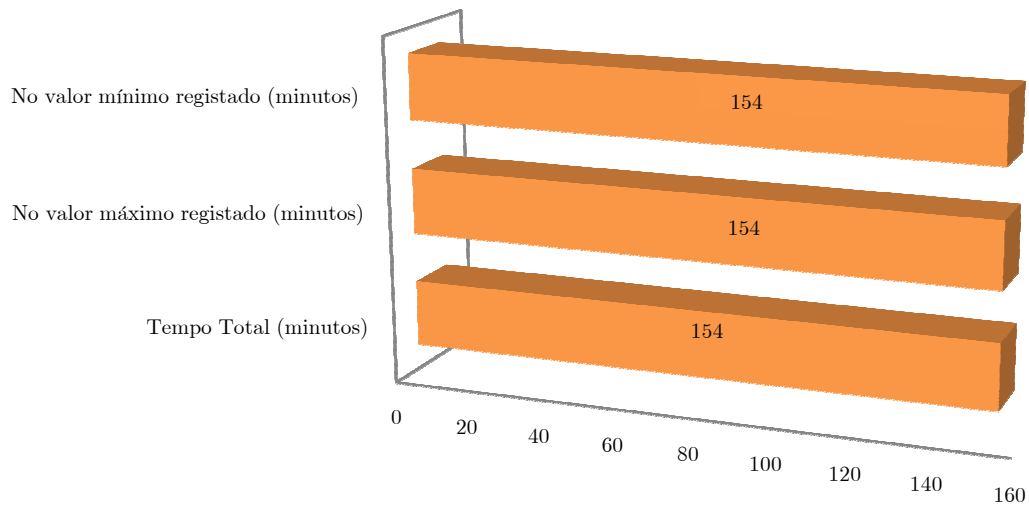


Gráfico I.67 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H²S no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de H2S

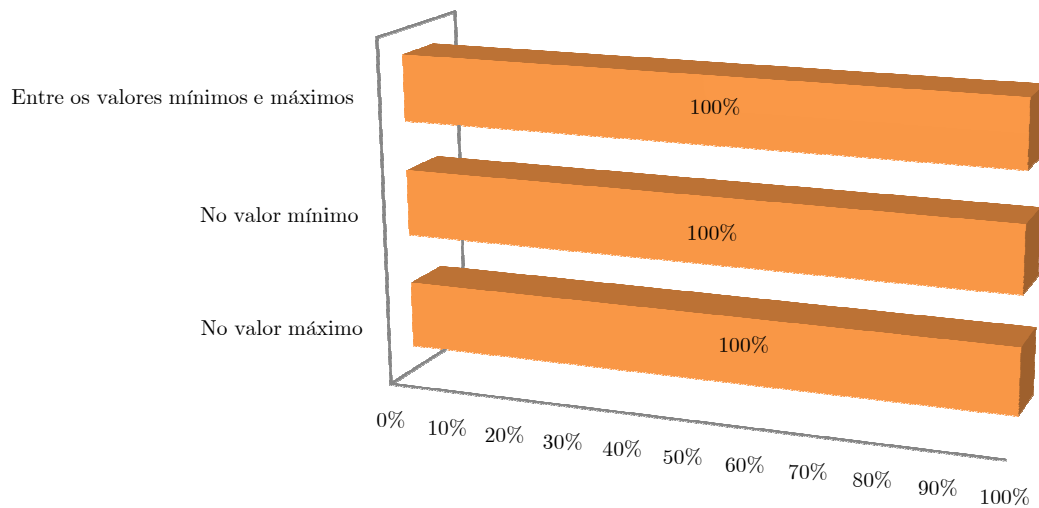


Gráfico I.68 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H²S no primeiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valor de H²S.

No presente dia, na parte inferior da caixa de visita o Ar apresentava valores sem risco para a vida humana.

5.2. RESULTADO DAS MEDIÇÕES NO SEGUNDO DIA:

No presente dia, as medições tiveram as seguintes características:

Dia	Hora de Início das medições	Hora de Final das medições	Tempo de medição registadas (minutos)	N. Total de Registos
04/10/2012	7:52	00:00	957	28.712

Tabela I.8 – Mapa de registo do segundo dia de medições da parte inferior da caixa de visita.

5.2.1. LEITURAS DO SENSOR DE O₂:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de O₂.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Leitura de O₂

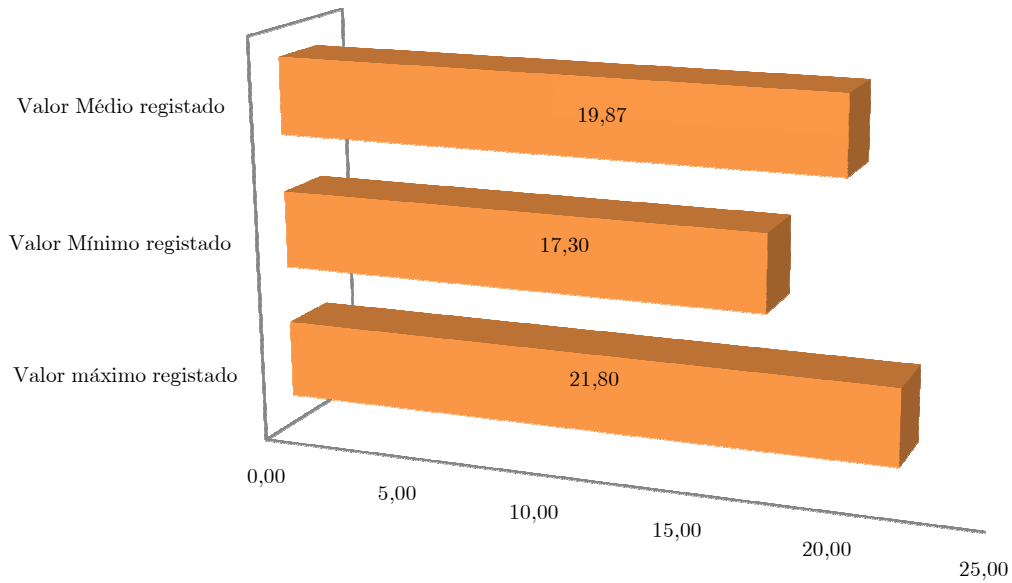


Gráfico I.69 – Registo de Leituras do sensor de O₂ no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, as leituras registadas, variam entre os valores de 21,8 e os 17,3 de Oxigénio no Ar, tendo como valor médio 19,87.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de O₂.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de O2

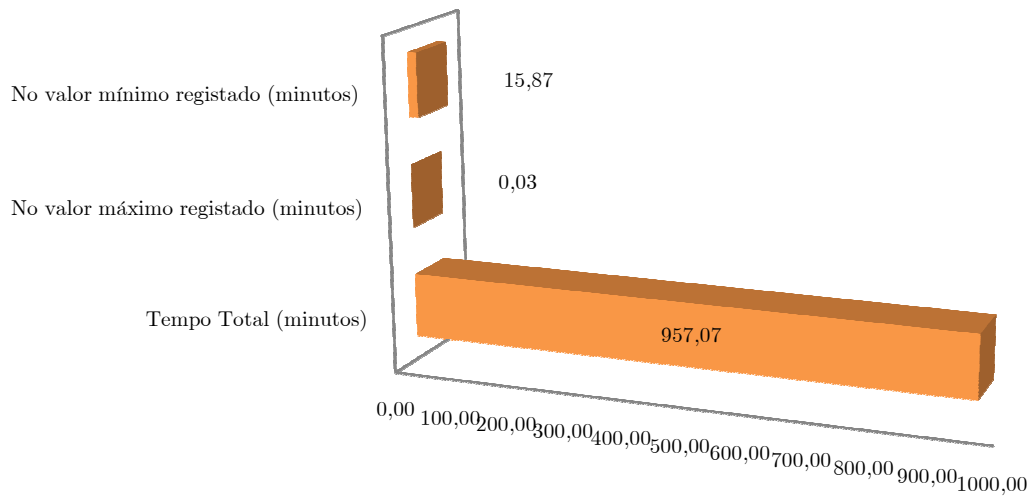


Gráfico I.70 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O2 no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de O2

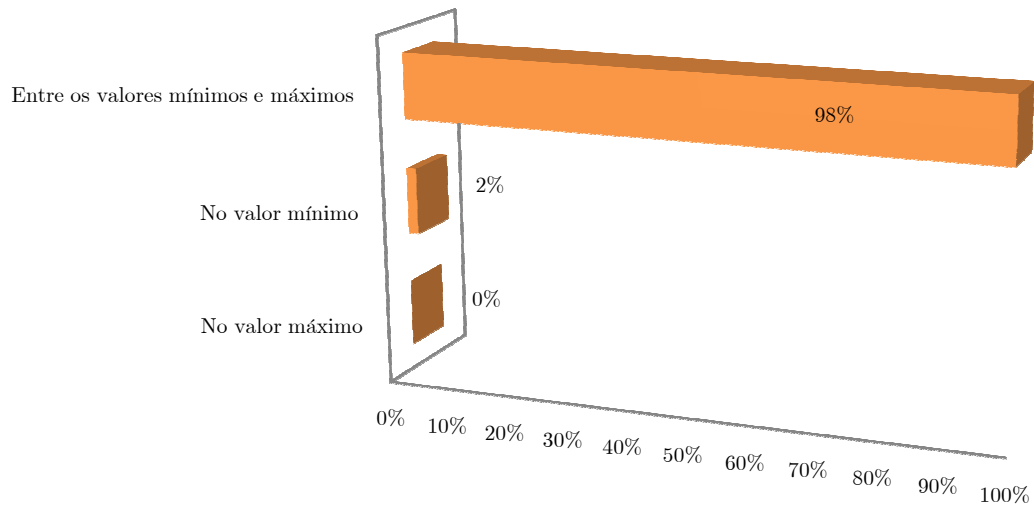


Gráfico I.71 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O2 no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, posso chegar à conclusão, que 98% do tempo de medição, o valor de Oxigênio dentro da caixa de visita, na parte inferior encontra-se no valor médio de 19,87.

No presente dia, o Oxigênio na parte inferior da caixa de visita, apresenta valores com risco de perigo elevado para a vida humana.

5.2.2. LEITURAS DO SENSOR DE METANO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de Metano.

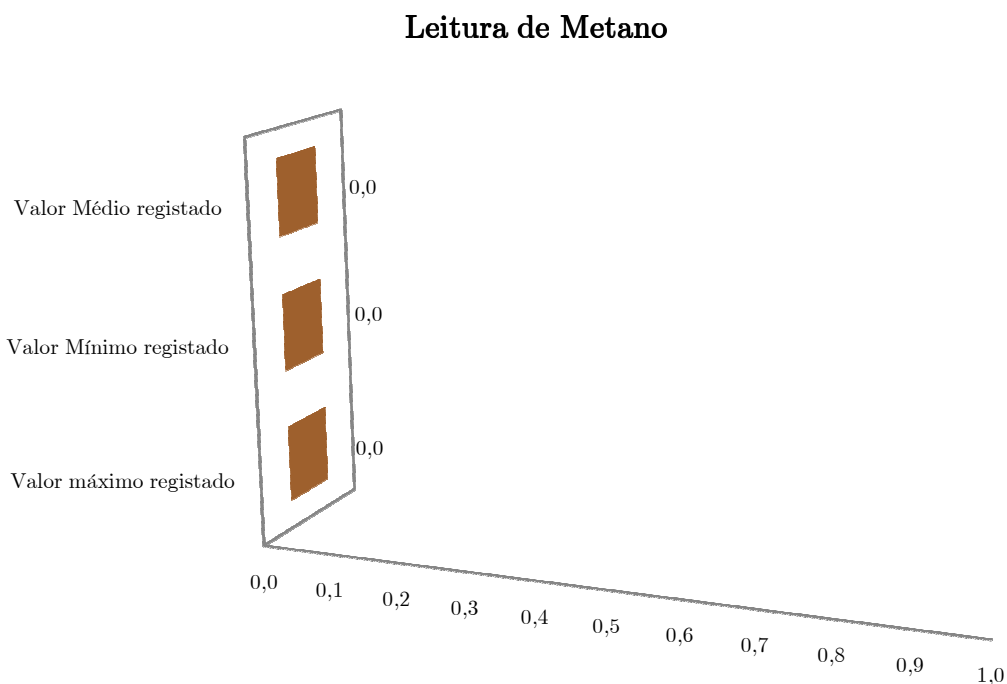


Gráfico I.72 – Registo de Leituras do sensor de Metano no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de Metano

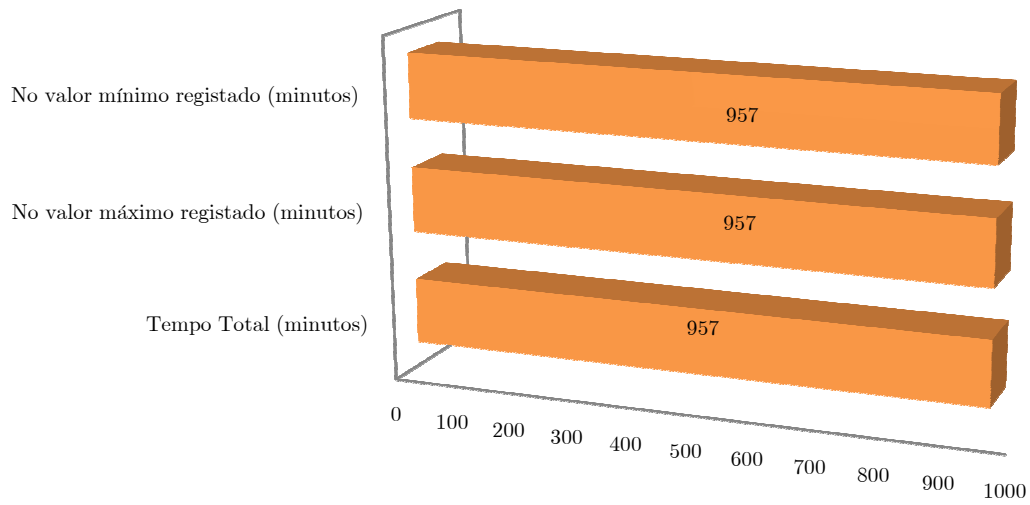


Gráfico I.73 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de Metano

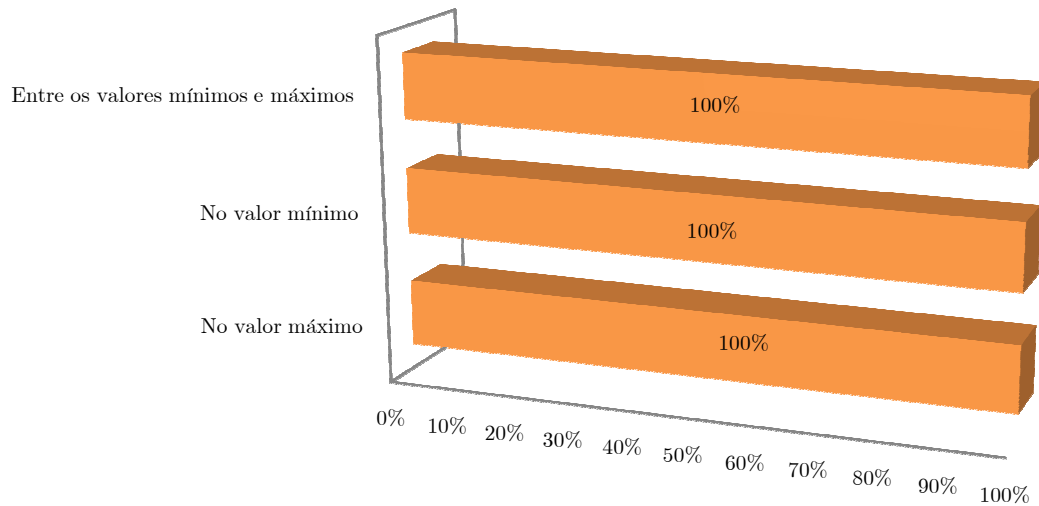


Gráfico I.74 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valor de Metano.

5.2.3. LEITURAS DO SENSOR DE CO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de CO.

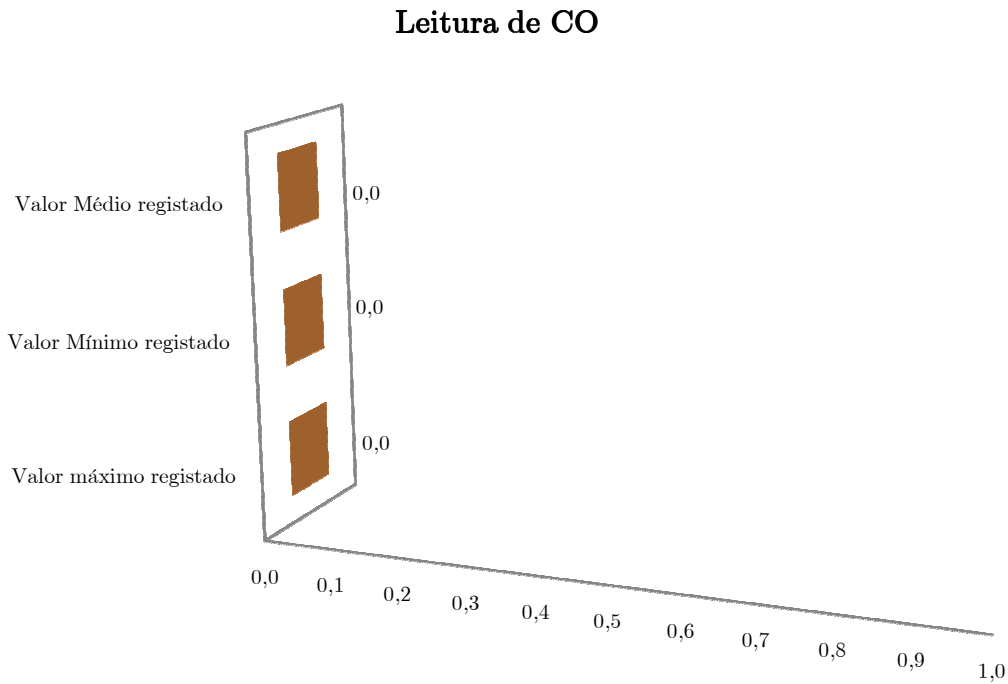


Gráfico I.75– Registo de Leituras do sensor de CO no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de CO

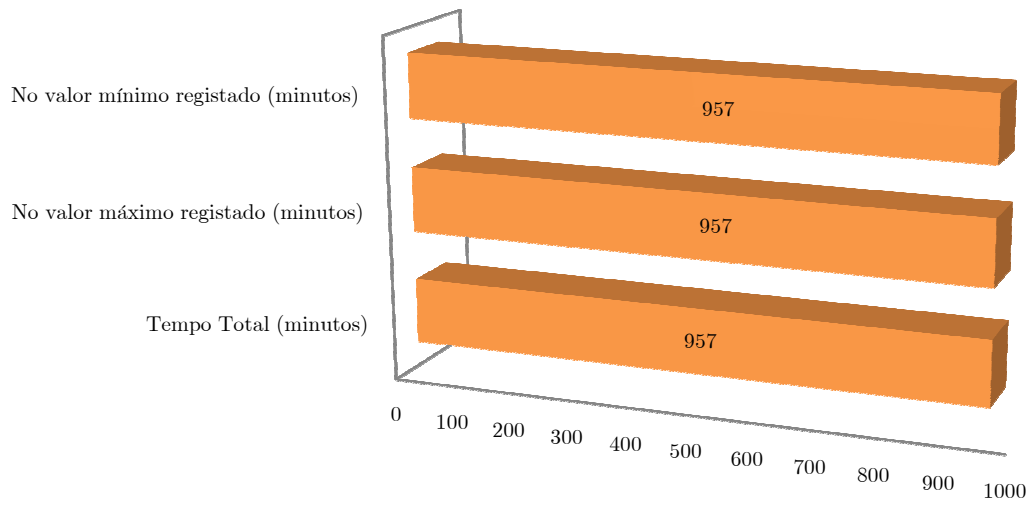


Gráfico I.76 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de CO

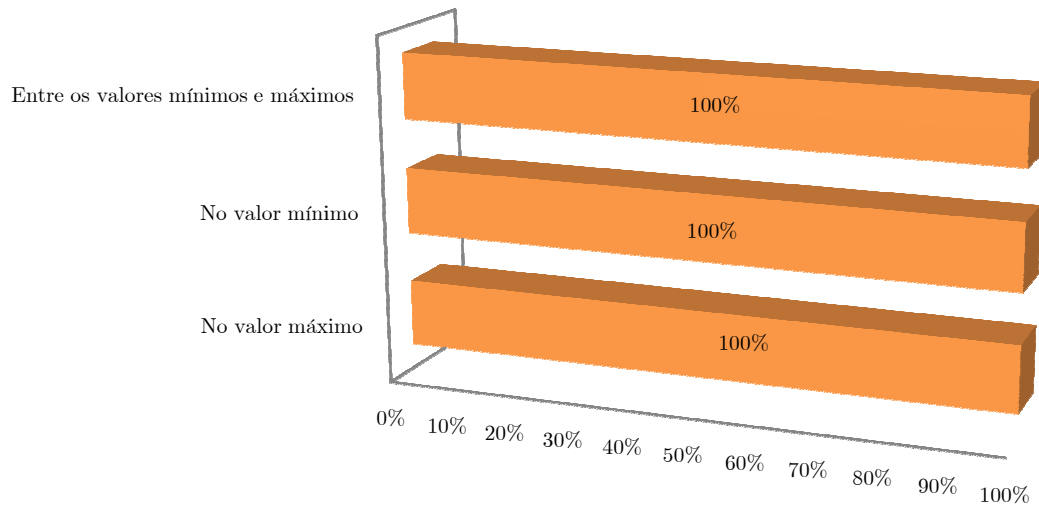


Gráfico I.77 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valor de Metano.

5.2.4. LEITURAS DO SENSOR DE H²S:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de H²S.

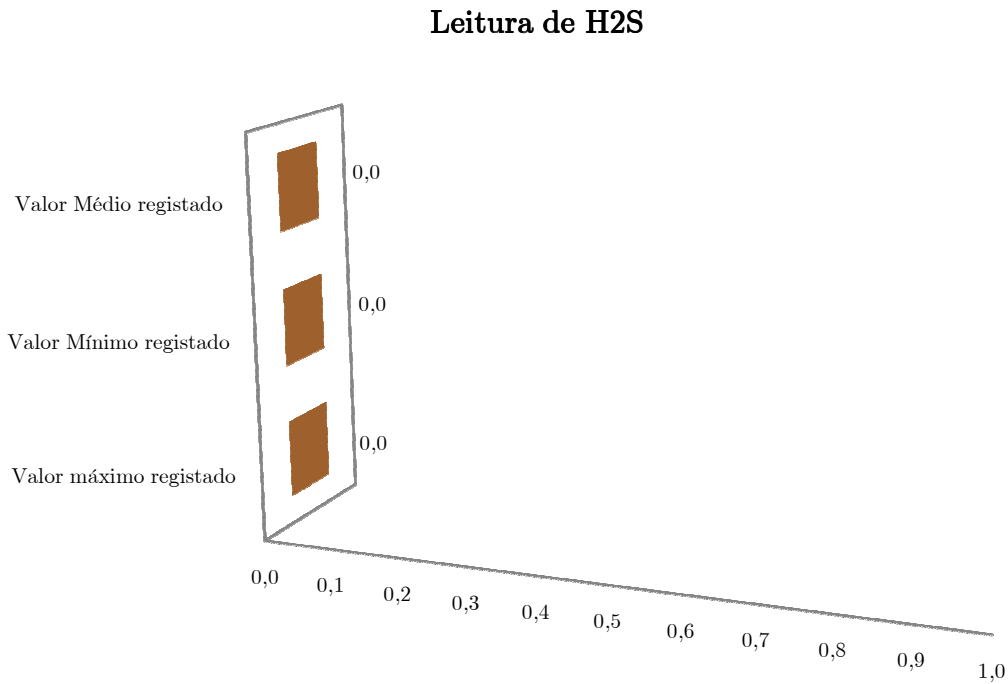


Gráfico I.78 – Registo de Leituras do sensor de H²S no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de H²S.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de H2S

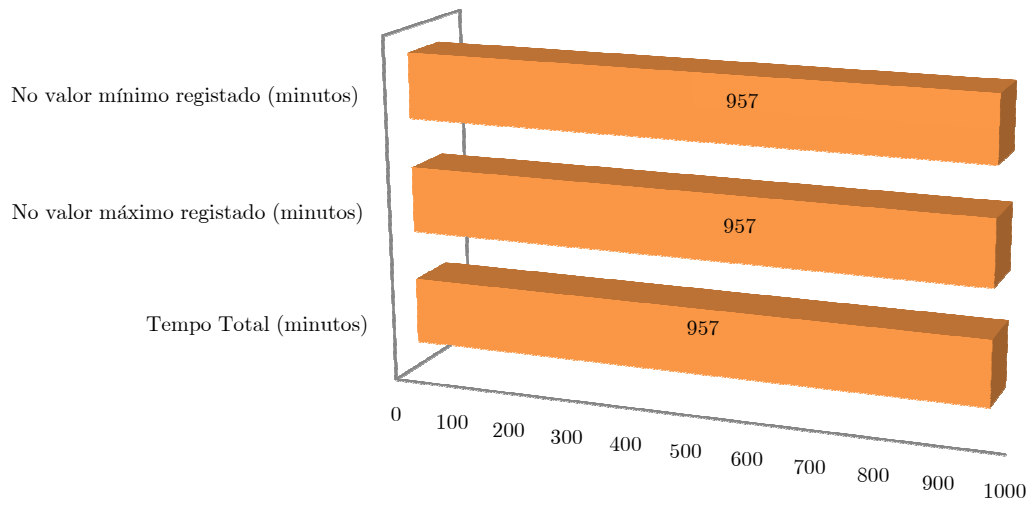


Gráfico I.79 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H²S no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de H2S

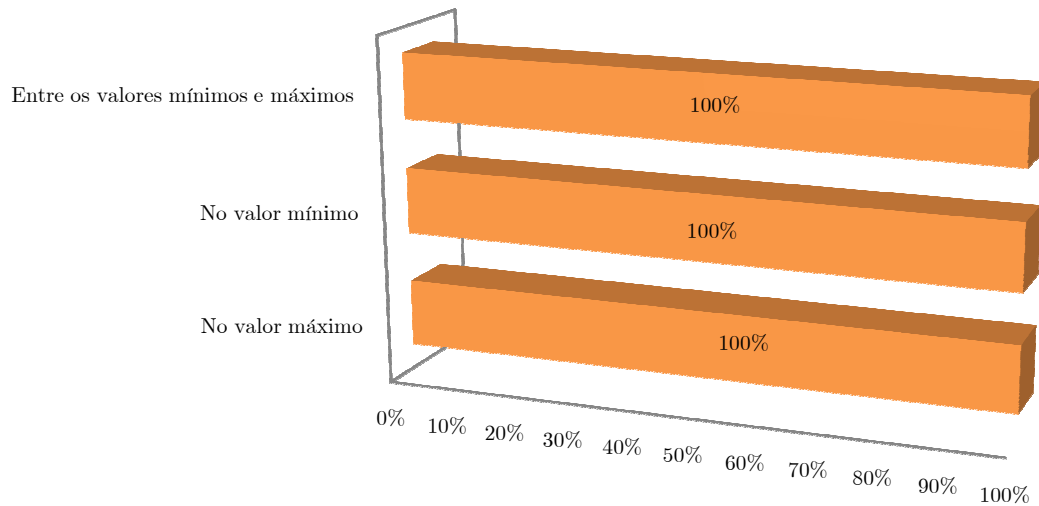


Gráfico I.80 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H²S no segundo dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valores.

5.3. RESULTADO DAS MEDIÇÕES NO TERCEIRO DIA:

No presente dia, as medições tiveram as seguintes características:

Dia	Hora de Início das medições	Hora de Final das medições	Tempo de medição registadas (minutos)	N. Total de Registos
05/10/2012	00:00	04:59	249	7.471

Tabela I.9 – Mapa de registo do terceiro dia de medições da parte inferior da caixa de visita.

5.3.1. LEITURAS DO SENSOR DE O₂:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de O₂.

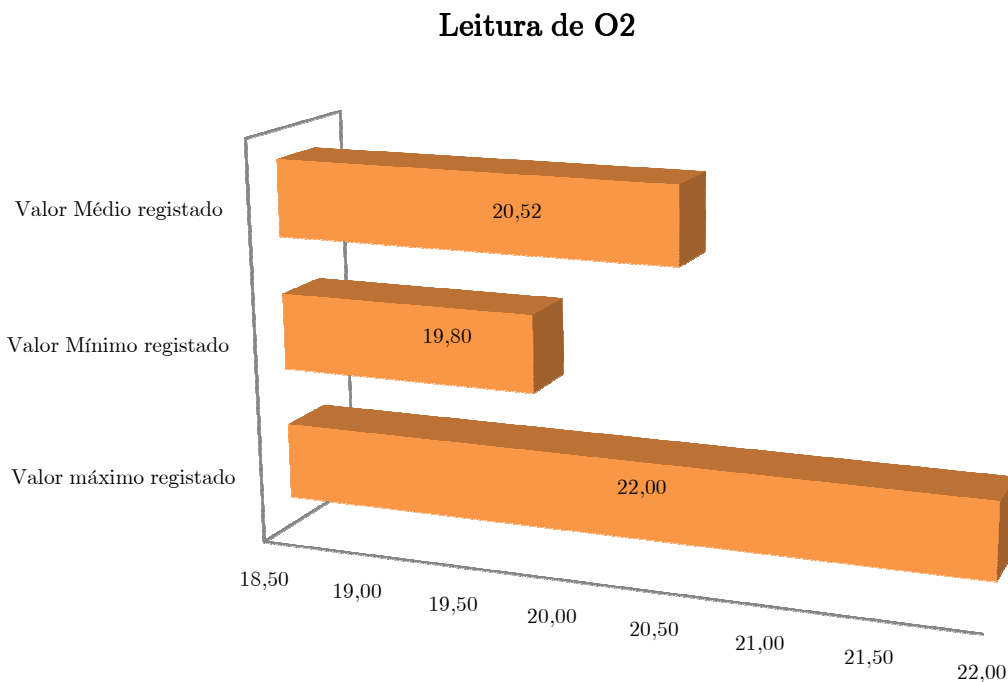


Gráfico I.81 – Registo de Leituras do sensor de O₂ no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %)

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Como podemos verificar no gráfico apresentado, as leituras registadas, variam entre os valores de 22,0 e os 19,8 de Oxigénio no Ar.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de O2.

Tempo de Leituras de O2

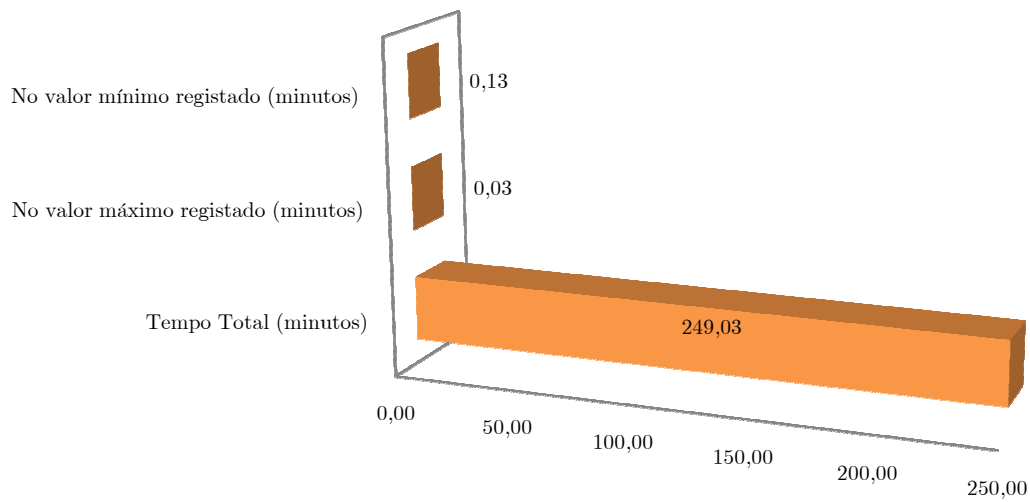


Gráfico I.82 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O2 no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Percentagem nas Leituras de O2

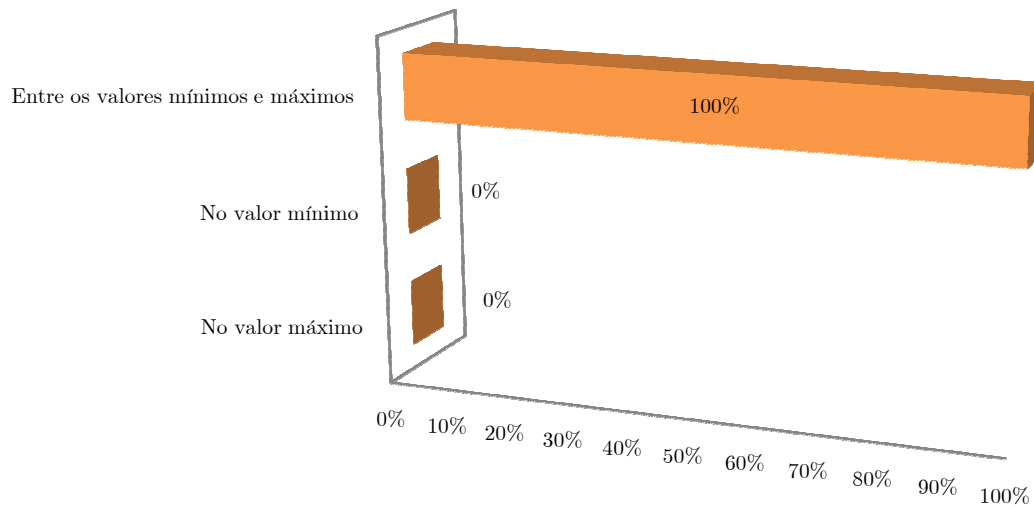


Gráfico I.83 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O2 no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Após análise dos dois gráficos, posso chegar à conclusão, que 100% do tempo de medição, o valor de Oxigênio dentro da caixa de visita, na parte inferior encontra-se dentro dos valores normais (20,9).

O diferencial de valores, foi verificado num curto espaço de tempo.

No presente dia, o Oxigênio na parte inferior da caixa de visita encontra-se respirável e sem risco para a vida humana.

5.3.2. LEITURAS DO SENSOR DE METANO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Leitura de Metano

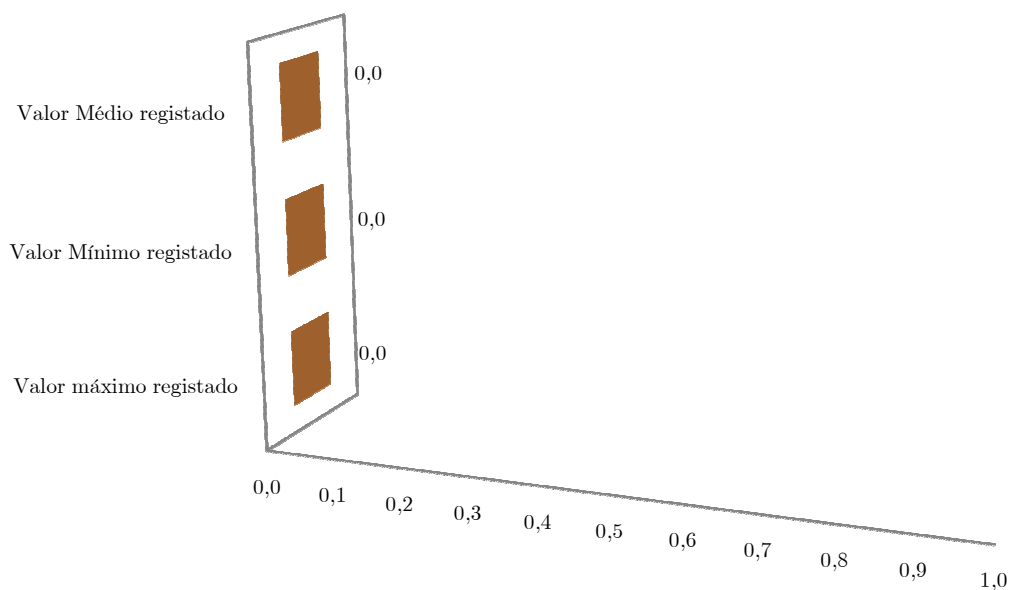


Gráfico I.84 – Registo de Leituras do sensor de Metano no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de Metano

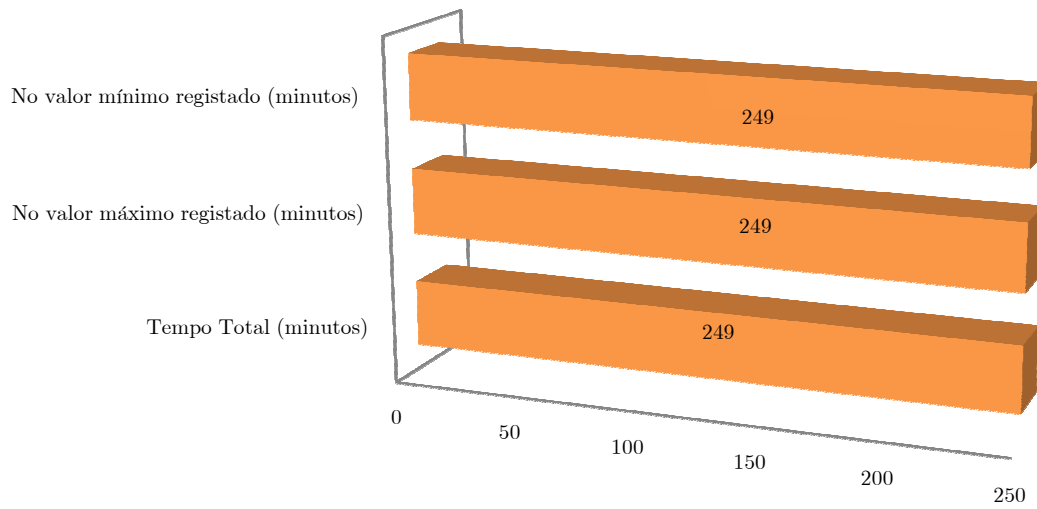


Gráfico I.85 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de Metano

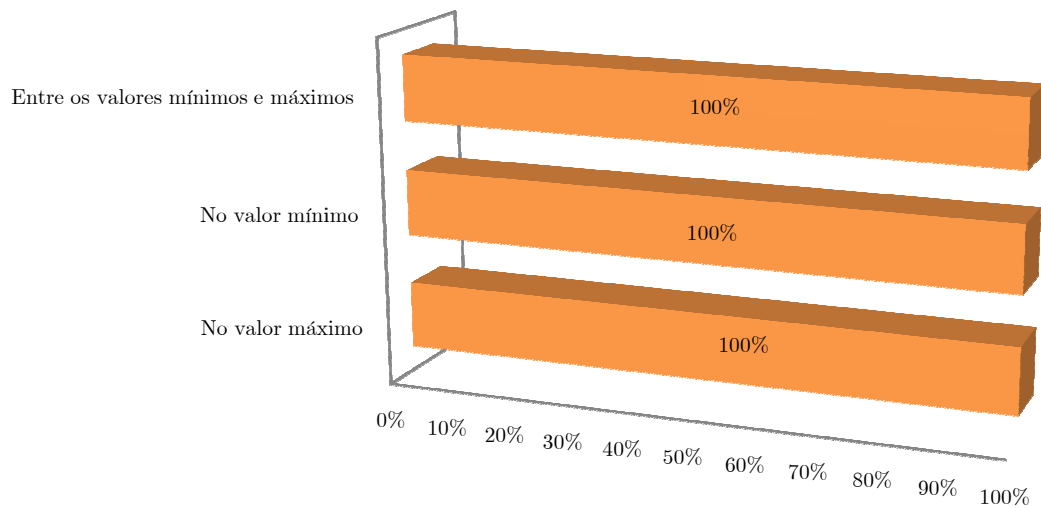


Gráfico I.86 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valores.

5.3.3. LEITURAS DO SENSOR DE CO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de CO.

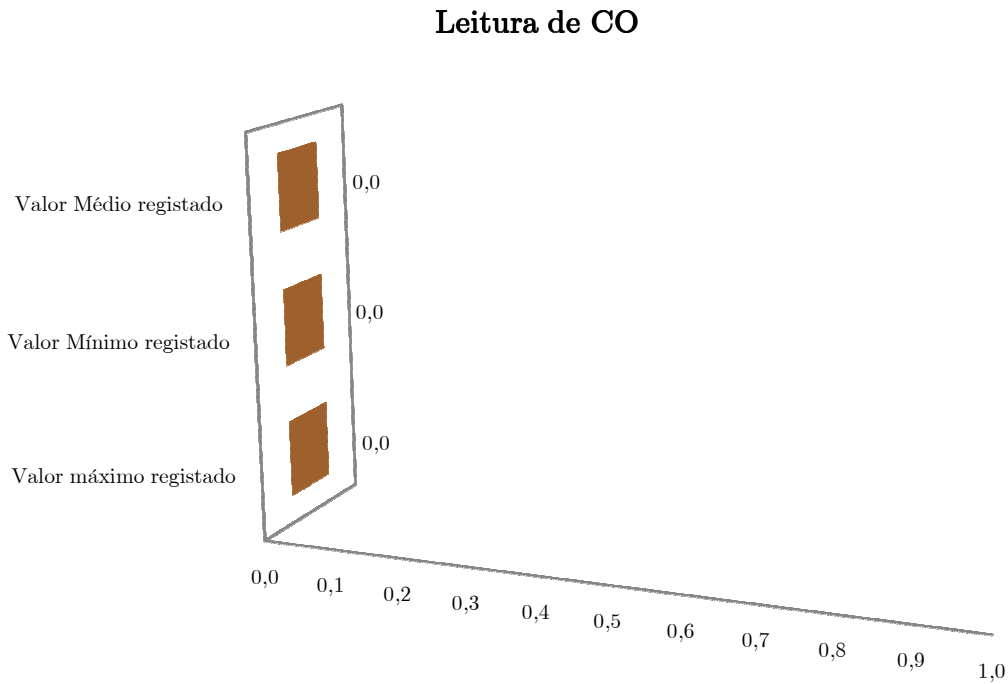


Gráfico I.87 – Registo de Leituras do sensor de CO no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de CO

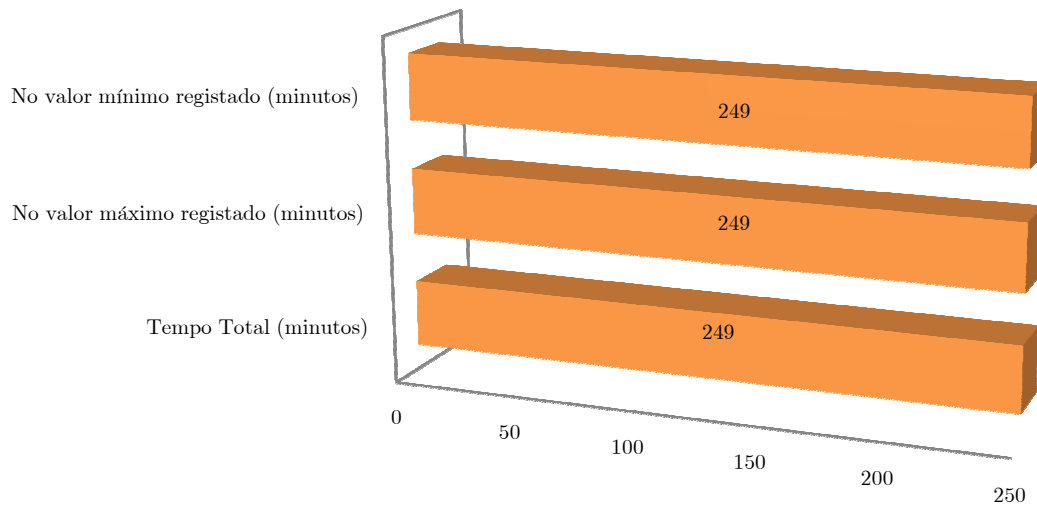


Gráfico I.88 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de CO

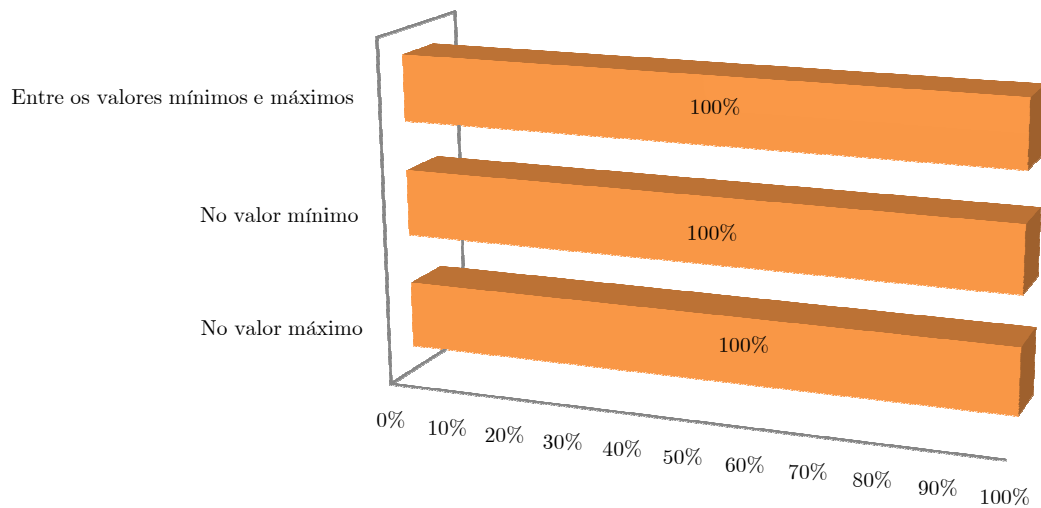


Gráfico I.89 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valores.

5.3.4. LEITURAS DO SENSOR DE H²S:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de H²S.

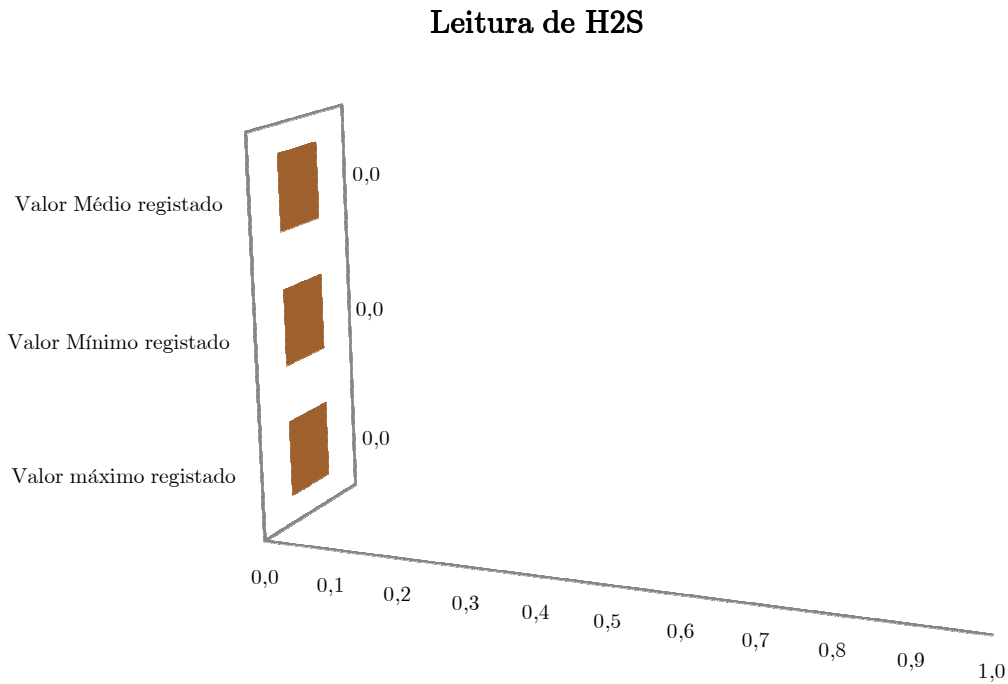


Gráfico I.90 – Registo de Leituras do sensor de H²S no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de H²S.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de H₂S

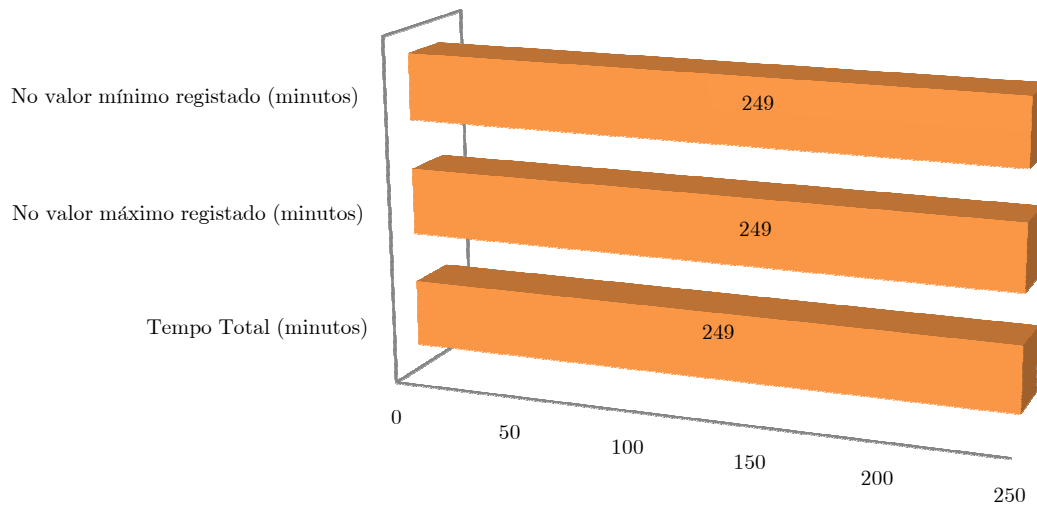


Gráfico I.91 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H₂S no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de H₂S

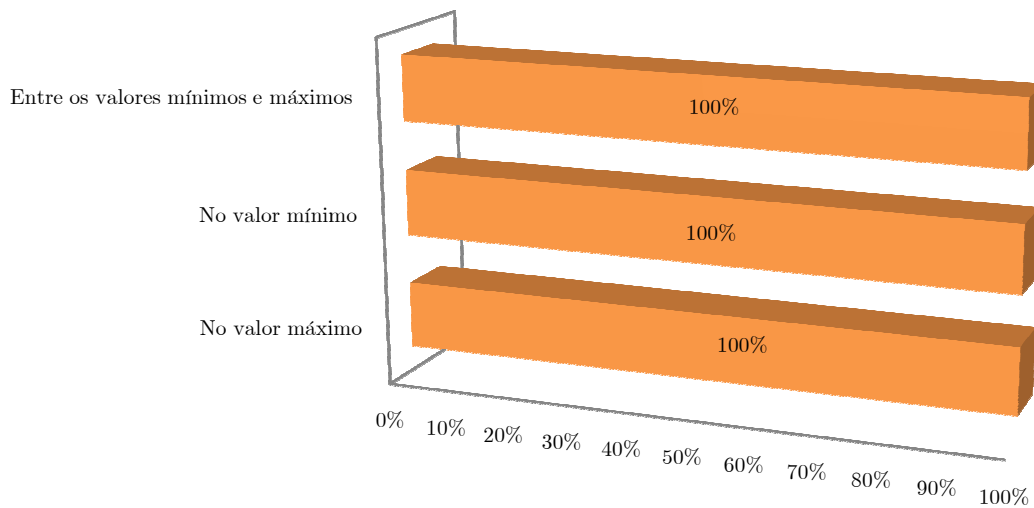


Gráfico I.92 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H₂S no terceiro dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valores.

5.4. RESULTADO DAS MEDIÇÕES NO QUARTO DIA:

No presente dia, as medições tiveram as seguintes características:

Dia	Hora de Início das medições	Hora de Final das medições	Tempo de medição registadas (minutos)	N. Total de Registos
09/10/2012	15:52	23:59	487	14612

Tabela I.10 – Mapa de registo do quarto dia de medições da parte inferior da caixa de visita.

5.4.1. LEITURAS DO SENSOR DE O2:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de O2.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Leitura de O₂

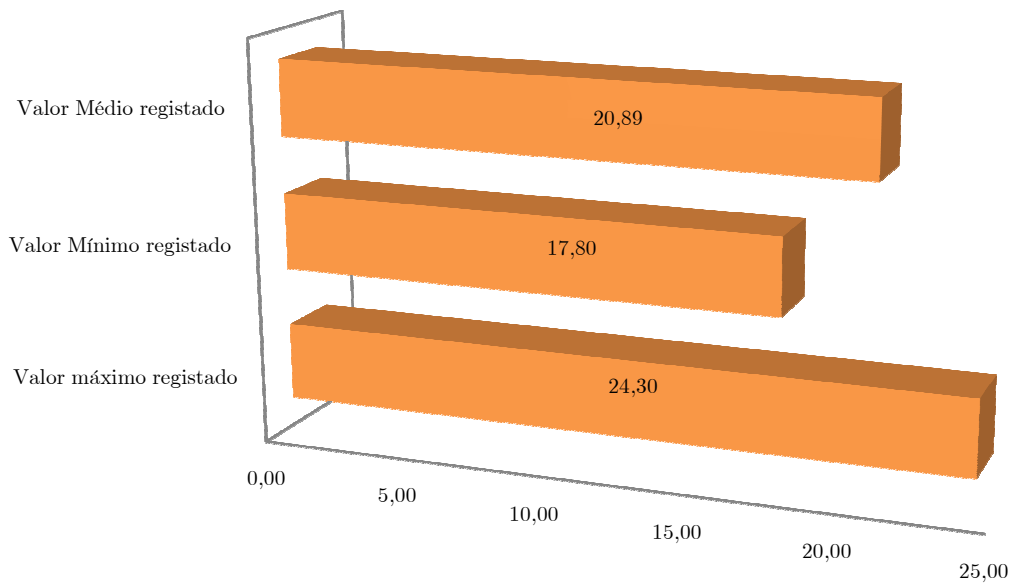


Gráfico I.93 – Registo de Leituras do sensor de O₂ no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, as leituras registadas, variam entre os valores de 24,3 e os 17,8 de Oxigénio no Ar.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de O₂.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de O2

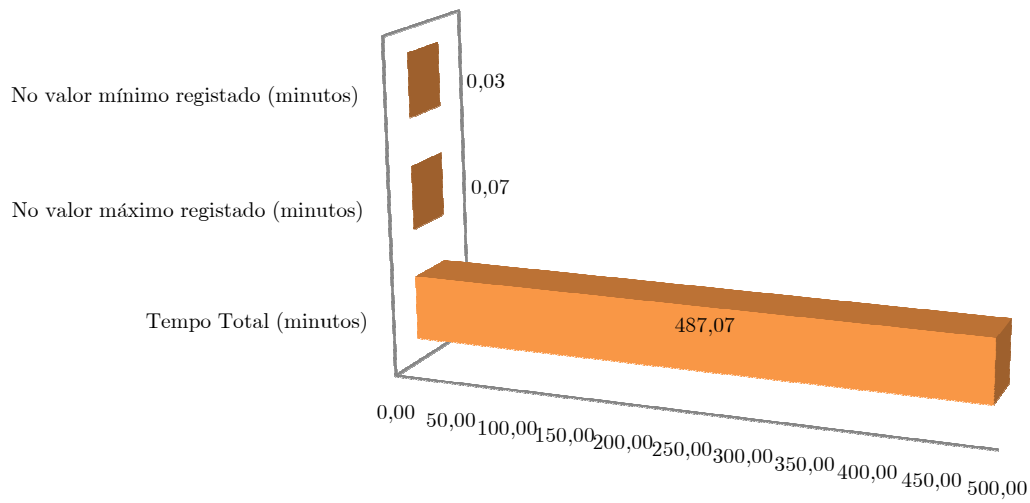


Gráfico I.94 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O2 no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de O2

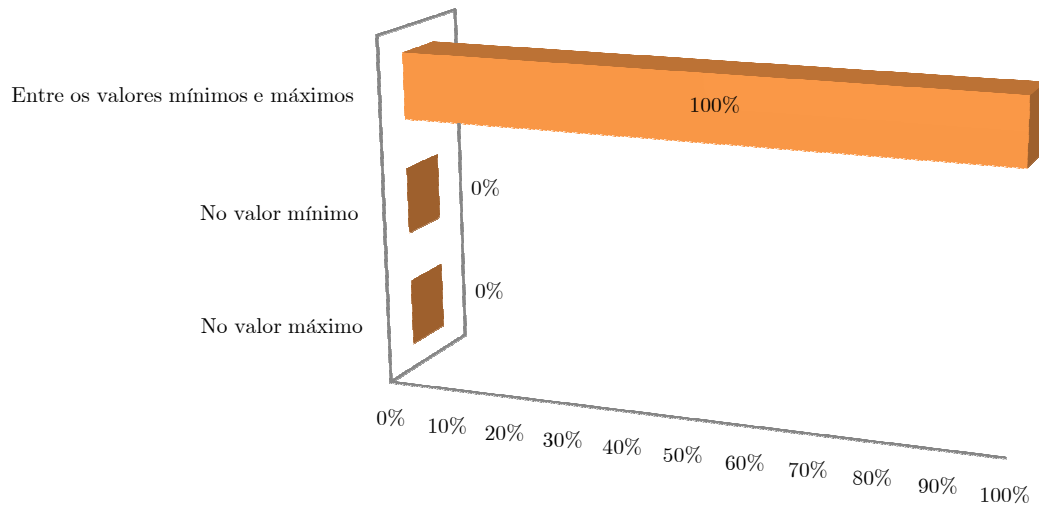


Gráfico I.95 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O2 no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, posso chegar à conclusão, que 100% do tempo de medição, o valor de Oxigênio dentro da caixa de visita, na parte inferior encontra-se dentro dos valores normais (20,9). O diferencial de valores foi num período muito reduzido.

No presente dia, o Oxigênio na parte inferior da caixa de visita encontra-se respirável, sem risco para vida humana.

5.4.2. LEITURAS DO SENSOR DE METANO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de Metano.

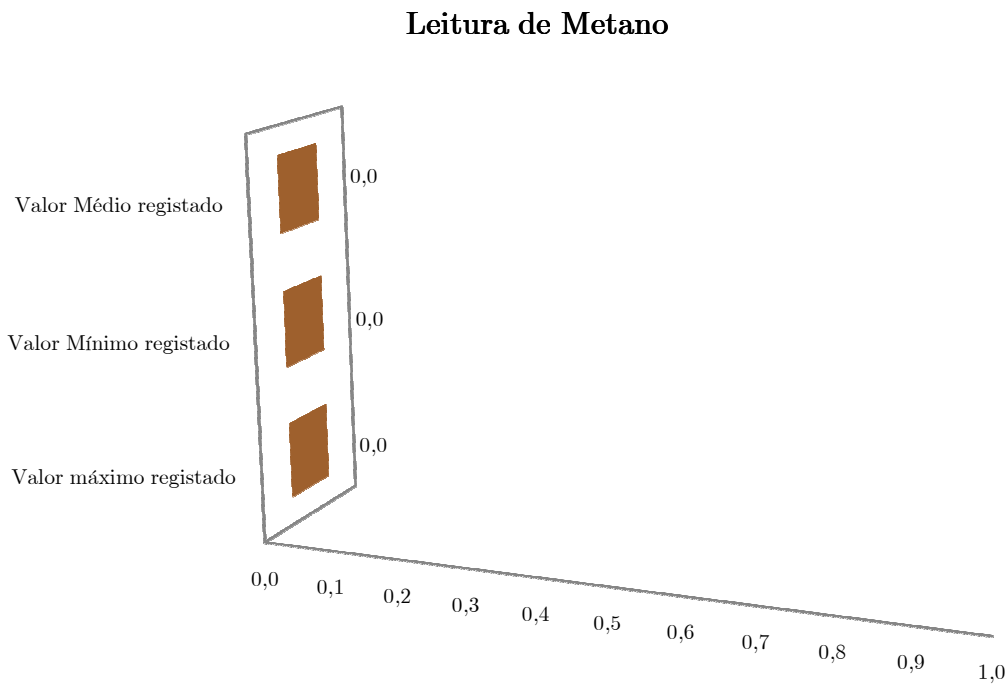


Gráfico I.96 – Registo de Leituras do sensor de Metano no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de Metano

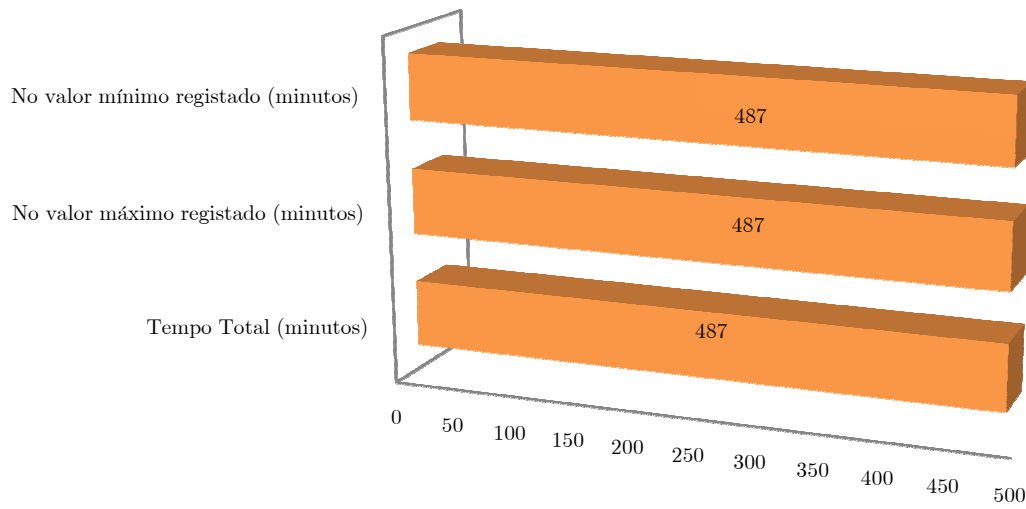


Gráfico I.97 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de Metano

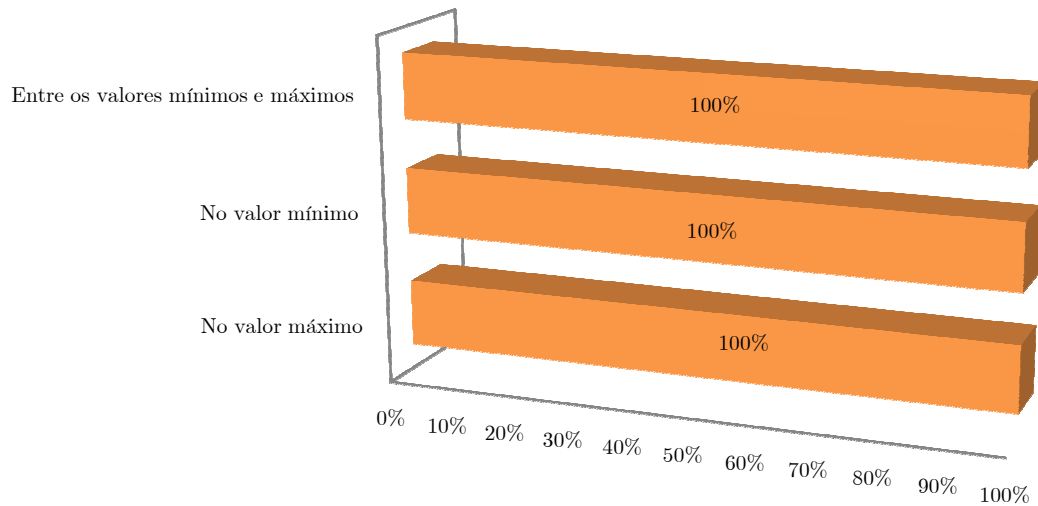


Gráfico I.98 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valores.

5.4.3. LEITURAS DO SENSOR DE CO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de CO.

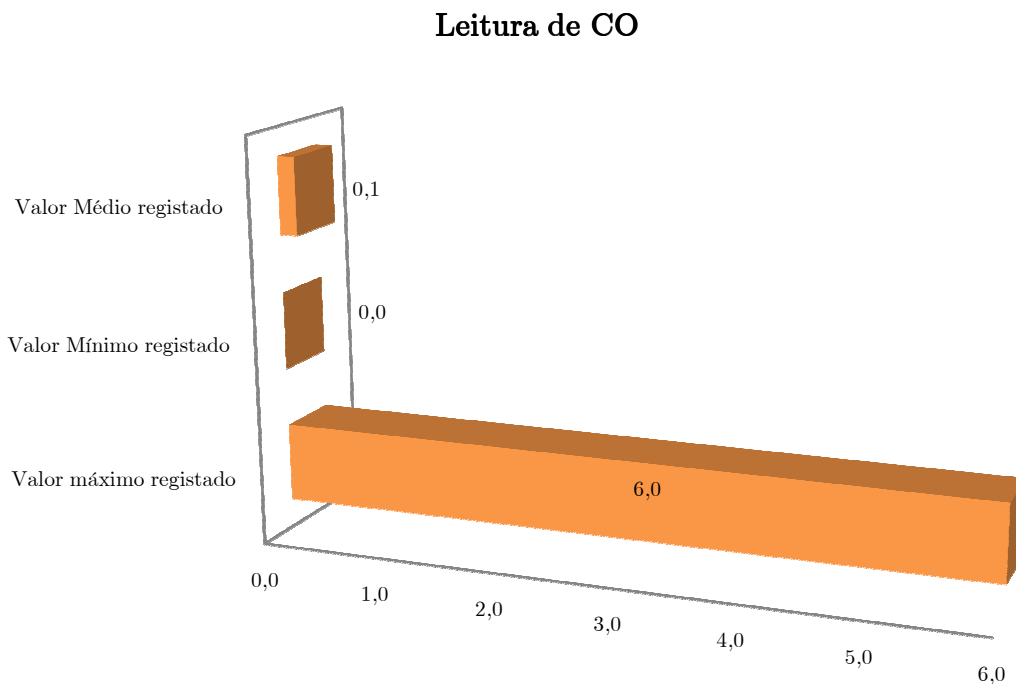


Gráfico I.99 – Registo de Leituras do sensor de CO no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, o valor máximo registado foi de 6 ppm. Sendo o valor médio de 0,1 ppm.

O Valor apresentado não apresenta risco para a vida humana.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de CO

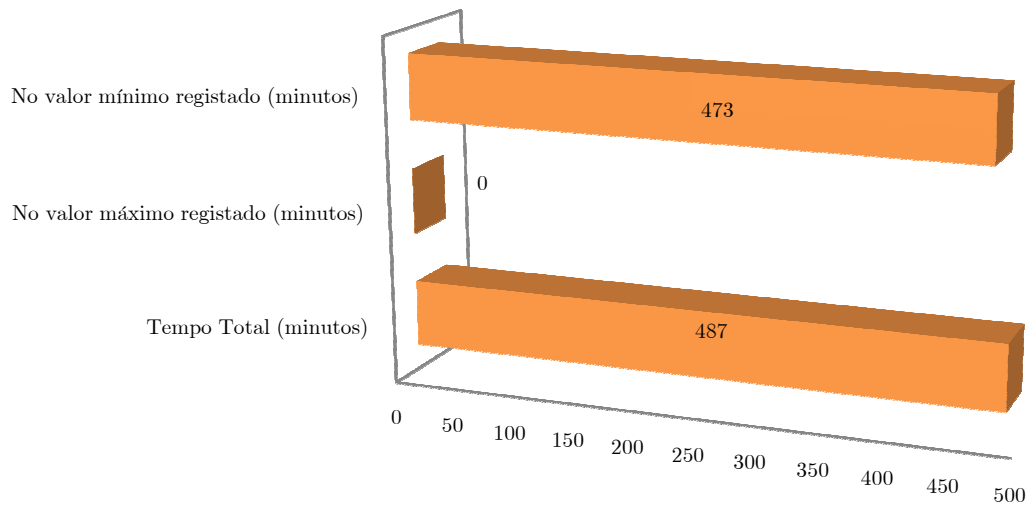


Gráfico I.100 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de CO

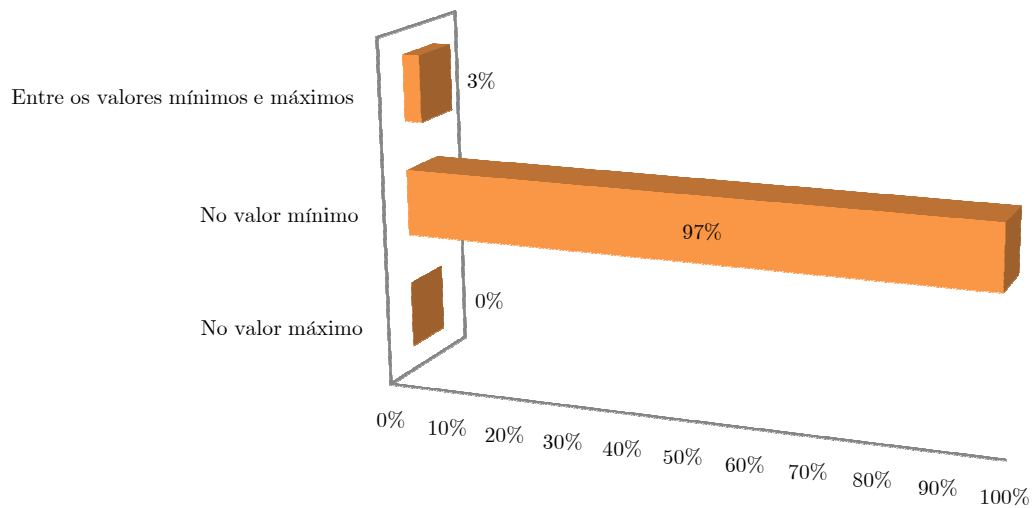


Gráfico I.101 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante 97% do tempo, verificou-se a inexistência do gás em questão.

5.4.4. LEITURAS DO SENSOR DE H²S:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de H²S.

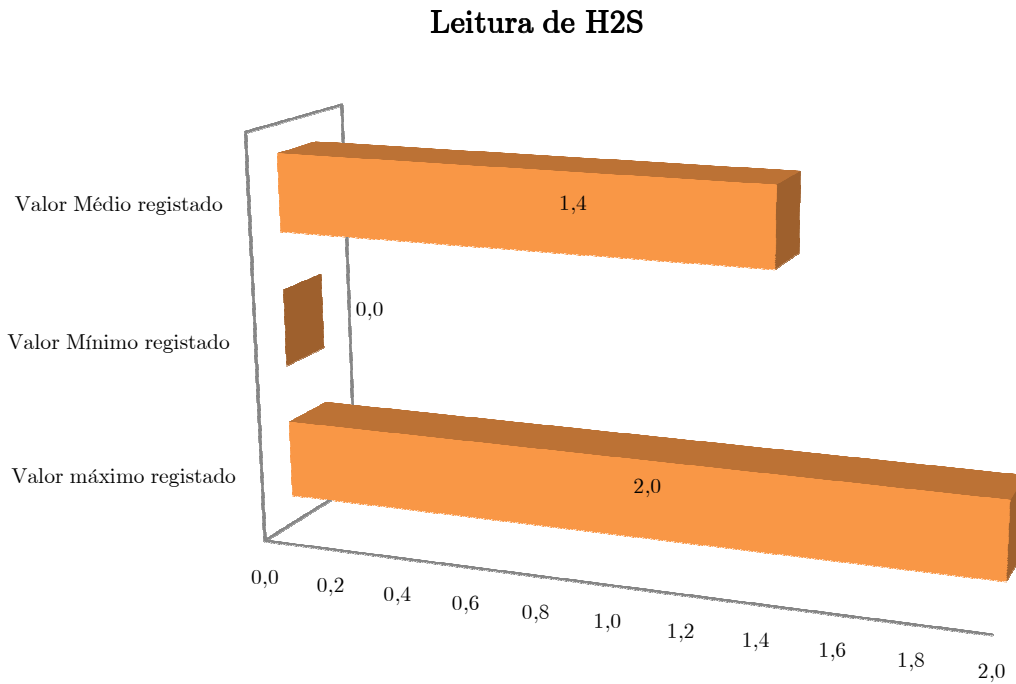


Gráfico I.102 – Registo de Leituras do sensor de H²S no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, foi registado 2 ppm como o valor máximo.

Valor abaixo do limite legal para a exposição por parte dos colaboradores.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de H²S.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de H2S

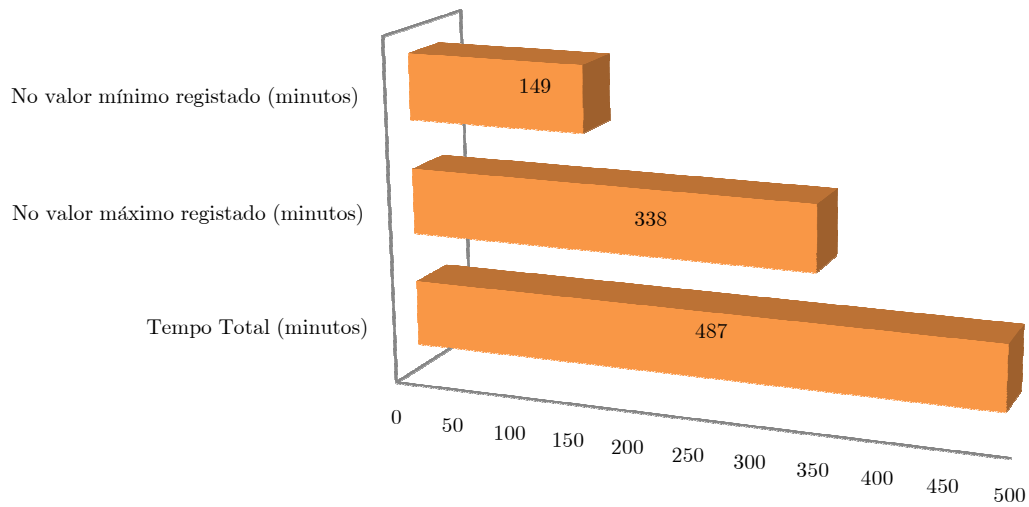


Gráfico I.103 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H²S no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de H2S

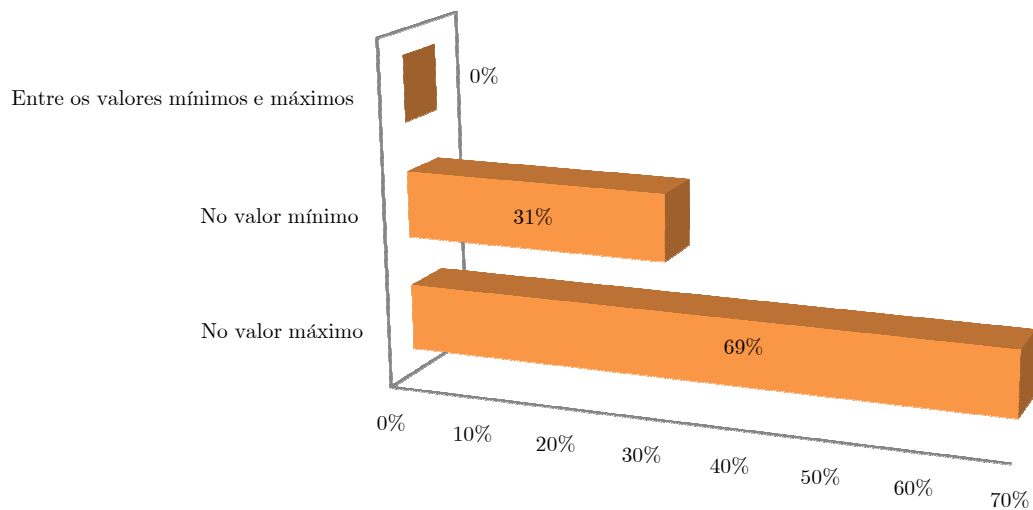


Gráfico I.104 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H²S no quarto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante 69% do tempo, ou seja, 338 minutos, a atmosfera inferior da caixa encontrava-se com um valor de 2 ppm.

5.5. RESULTADO DAS MEDIÇÕES NO QUINTO DIA:

No presente dia, as medições tiveram as seguintes características:

Dia	Hora de Início das medições	Hora de Final das medições	Tempo de medição registadas (minutos)	N. Total de Registos
10/10/2012	00:00	16:21	981	29.440

Tabela I.11 – Mapa de registo do quinto dia de medições da parte inferior da caixa de visita.

5.5.1. LEITURAS DO SENSOR DE O2:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de O2.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Leitura de O2

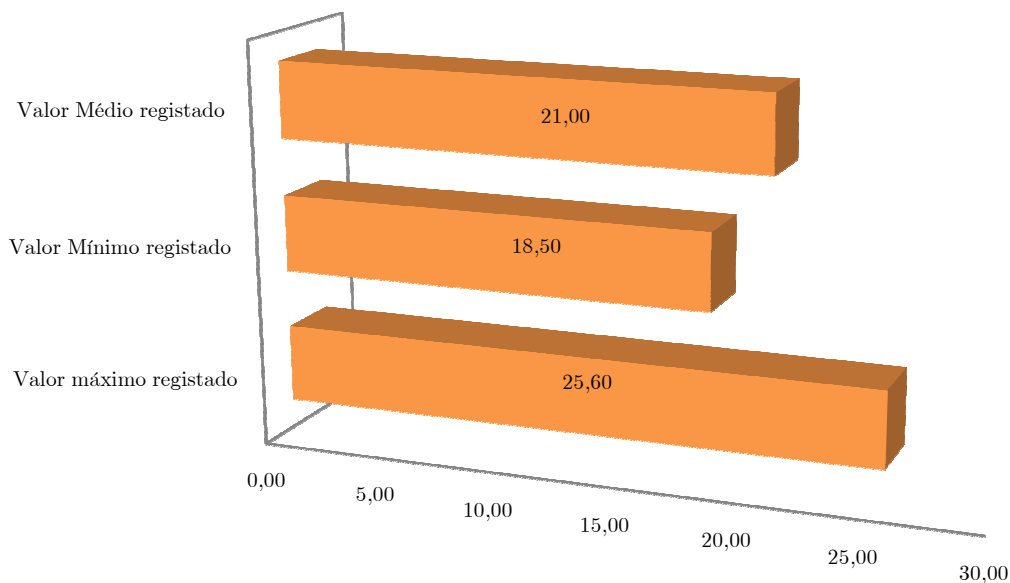


Gráfico I.105 – Registo de Leituras do sensor de O2 no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, as leituras registadas, variam entre os valores de 25,6 e os 19,5 de Oxigénio no Ar.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de O2.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de O2

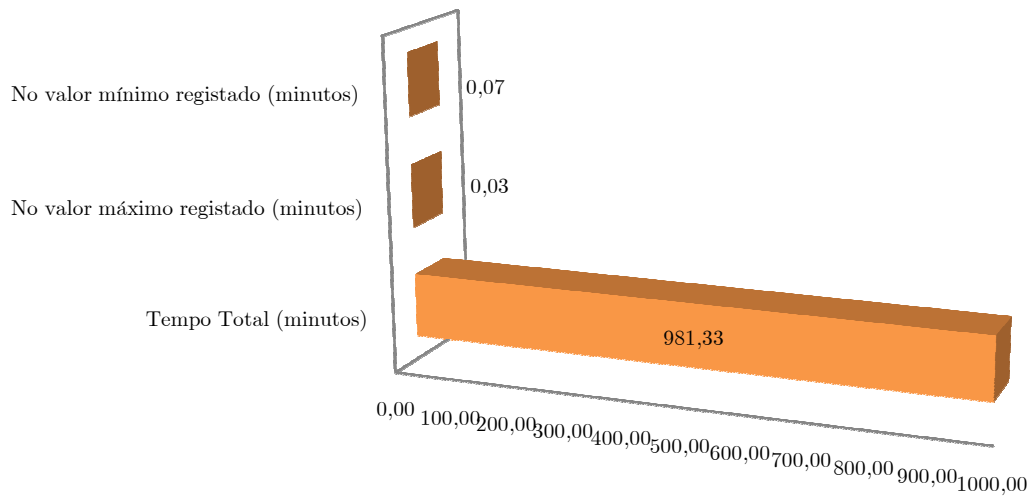


Gráfico I.106 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de O2 no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de O2

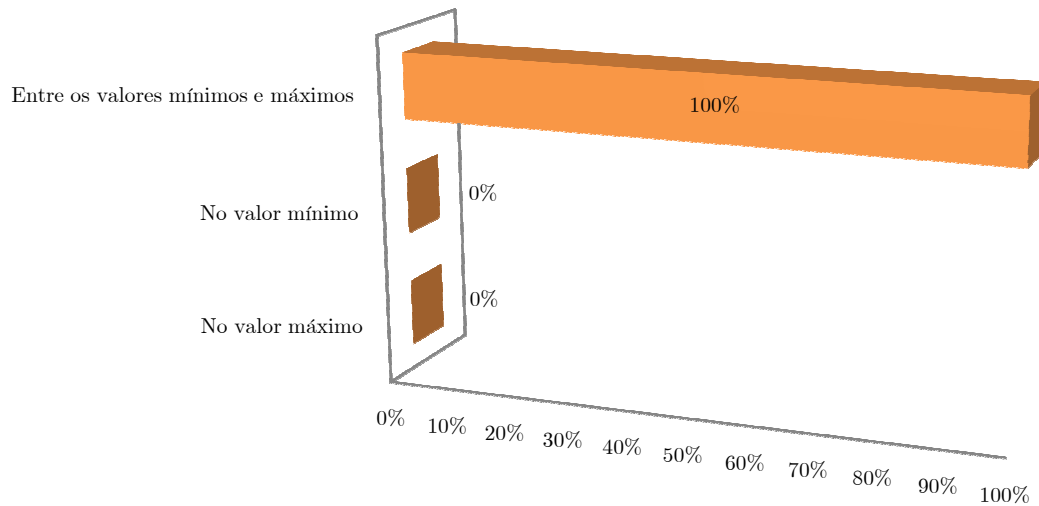


Gráfico I.107 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O2 no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, posso chegar à conclusão, que durante todo o tempo de medição, o valor de Oxigênio dentro da caixa de visita, na parte inferior encontra-se entre os valores máximos e mínimos.

5.5.2. LEITURAS DO SENSOR DE METANO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de Metano.

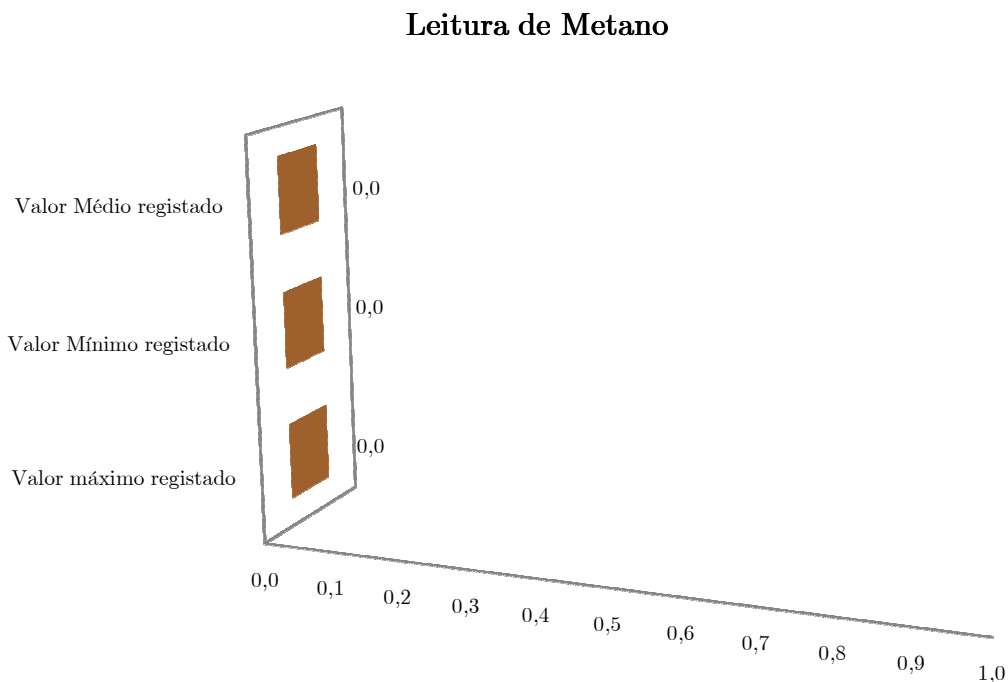


Gráfico I.108 – Registo de Leituras do sensor de Metano no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foram registadas leituras.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de Metano

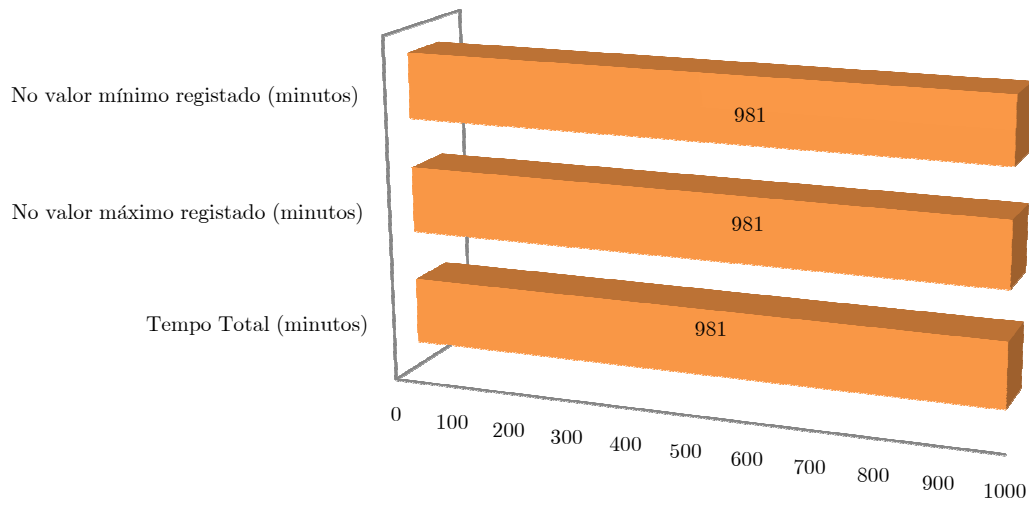


Gráfico I.109 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de Metano no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de Metano

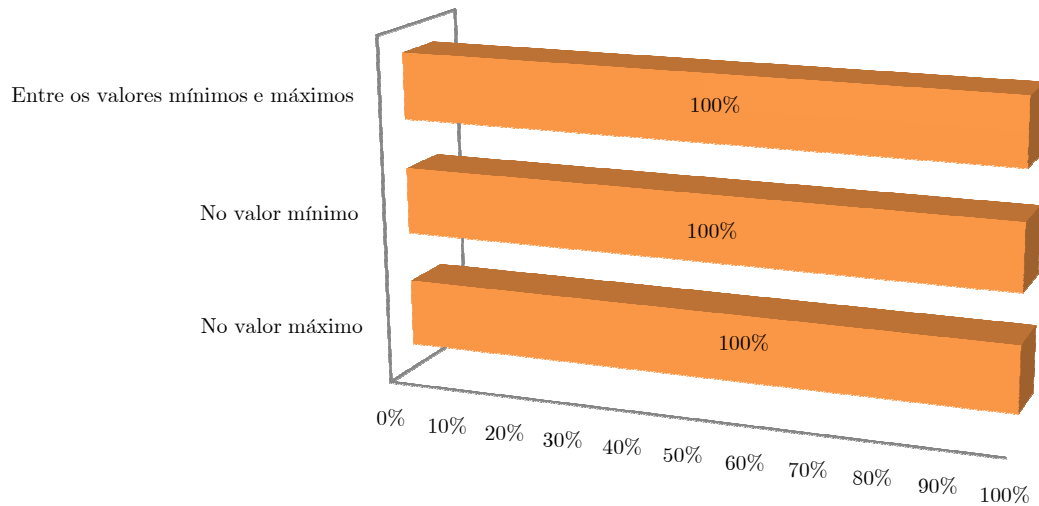


Gráfico I.110 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante a totalidade do tempo de medição, não foram registados valores.

5.5.3. LEITURAS DO SENSOR DE CO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de CO.

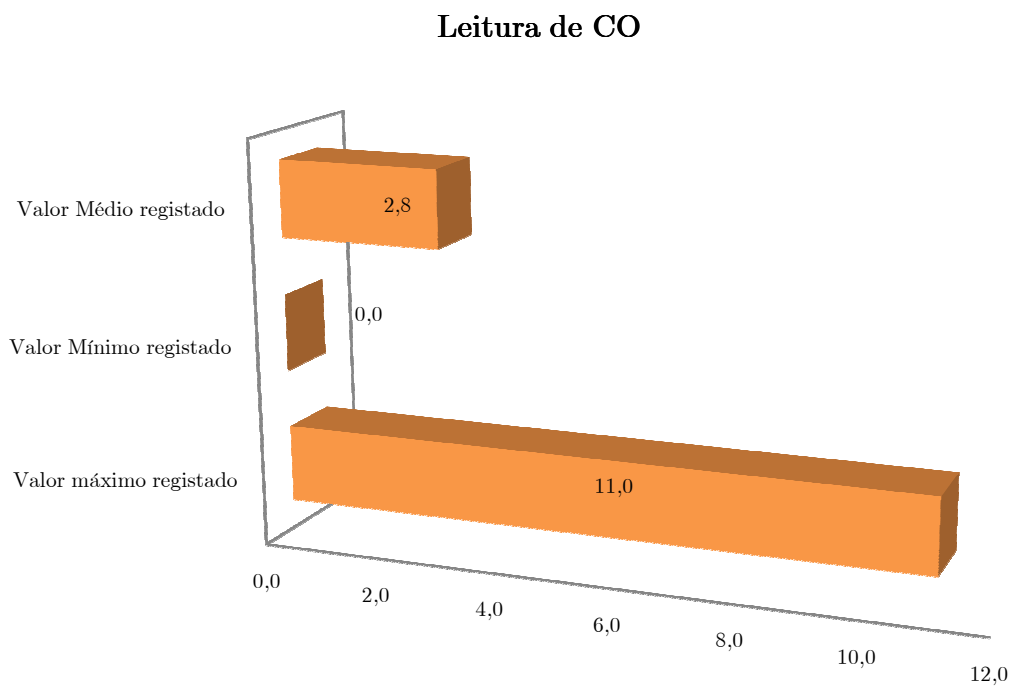


Gráfico I.111 – Registo de Leituras do sensor de CO no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, o valor máximo registado foi de 11 ppm. Valor abaixo do limite legal de exposição.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de CO

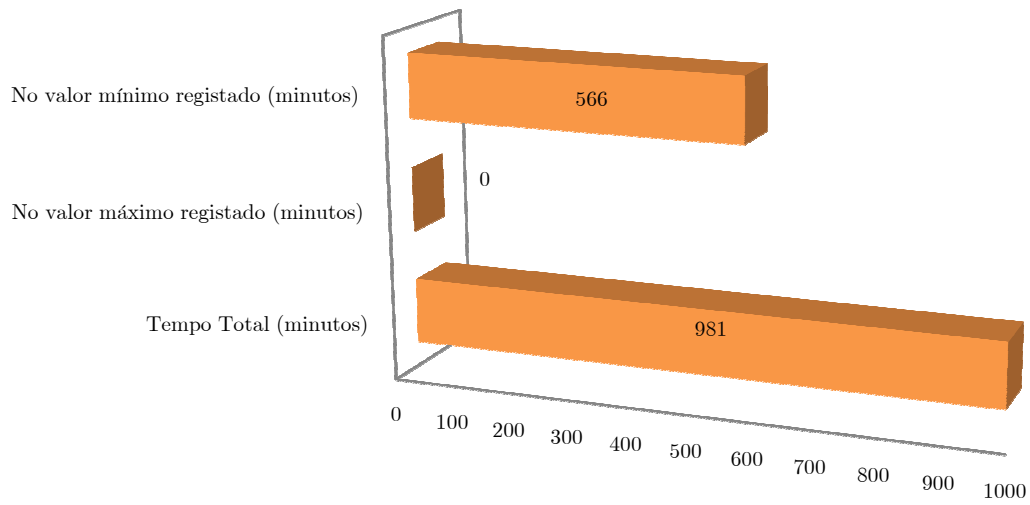


Gráfico I.112 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de CO no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de CO

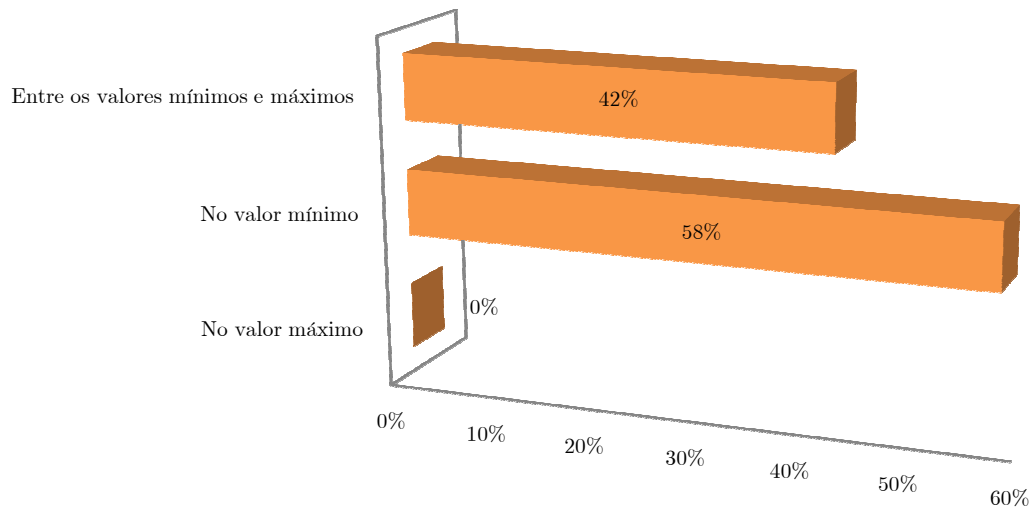


Gráfico I.113 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante 58% do tempo, a atmosfera não tinha o gás.

5.5.4. LEITURAS DO SENSOR DE H²S:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de H²S.

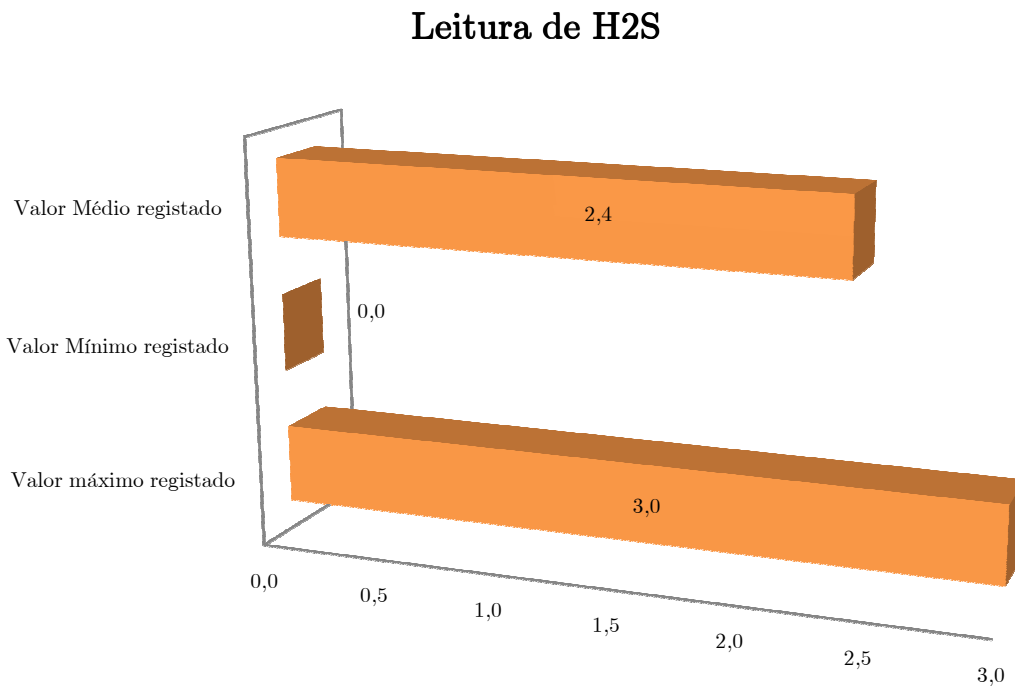


Gráfico I.114 – Registo de Leituras do sensor de H²S no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, foi registado o valor máximo de 3 ppm. O valor médio foi de 2,4, durante o tempo registado.

Em seguida, apresento os gráficos resumo referente ao tempo e respetiva percentagem das referidas leituras do Sensor de H²S.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Tempo de Leituras de H2S

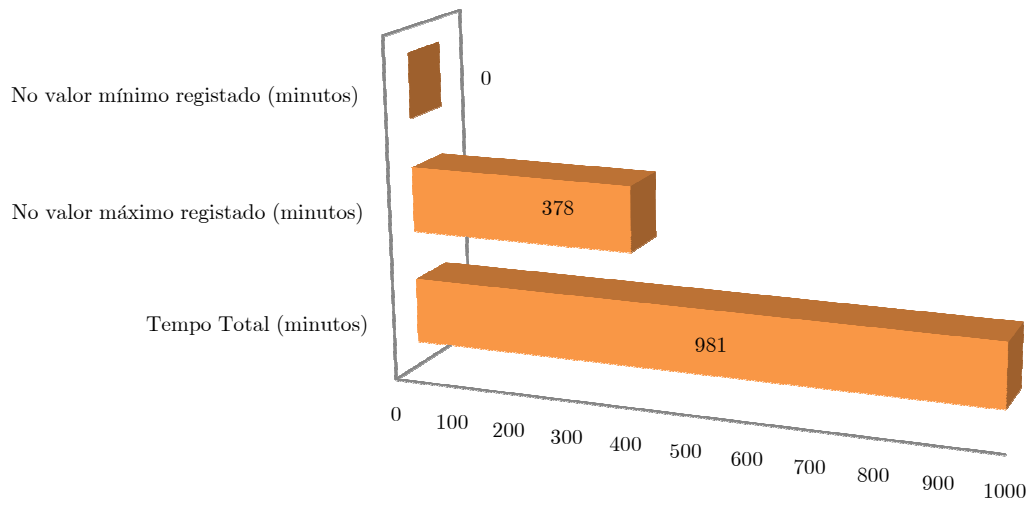


Gráfico I.115 – Registo dos tempos das Leituras do sensor de H²S no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Percentagem nas Leituras de H2S

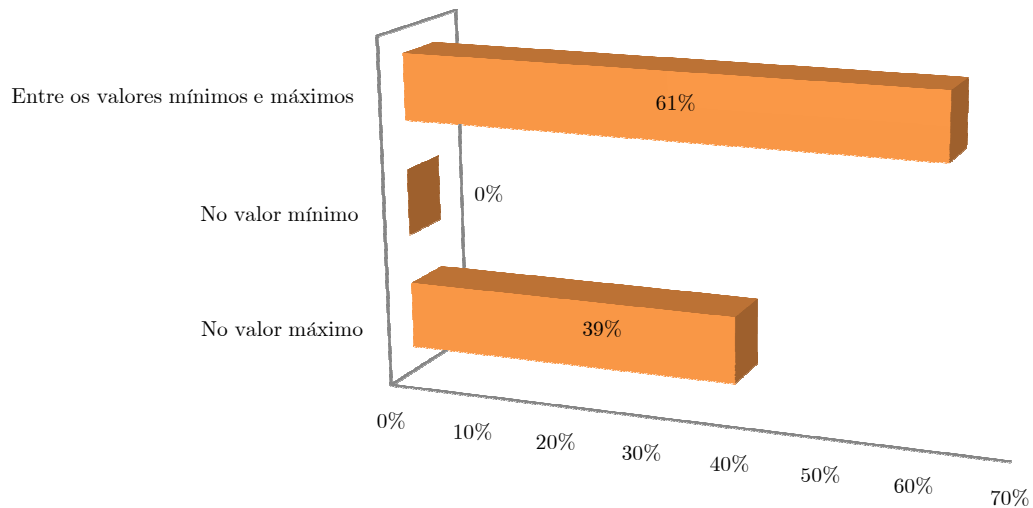


Gráfico I.116 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H²S no quinto dia de medições, referente à parte inferior da caixa

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Após análise dos dois gráficos, é possível chegar à conclusão, que durante 39 % do tempo, durante 378 minutos a atmosfera na parte inferior da caixa de vista registava o valor de 3 ppm.

5.6. RESULTADOS GLOBAIS DAS MEDIÇÕES:

Em seguida, apresento os resultados globais das medições efetuados na base inferior da caixa de visita.

5.6.1. LEITURAS DO SENSOR DE O₂:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de O₂.

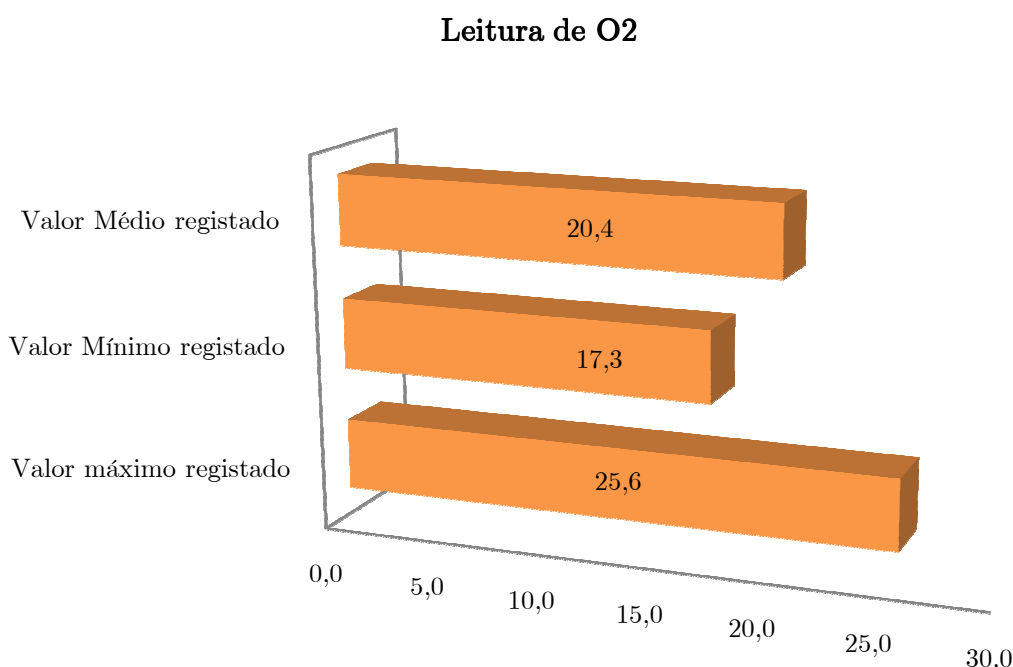


Gráfico I.117 – Registo de Leituras do sensor de O₂ no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, as leituras registadas, variam entre os valores de 24,4 e os 17,3 de Oxigénio no Ar. Sendo o valor médio de 20,36.

Em seguida, apresento o gráfico resumo referente à percentagem das referidas leituras do Sensor de O₂.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Percentagem nas Leituras de O₂

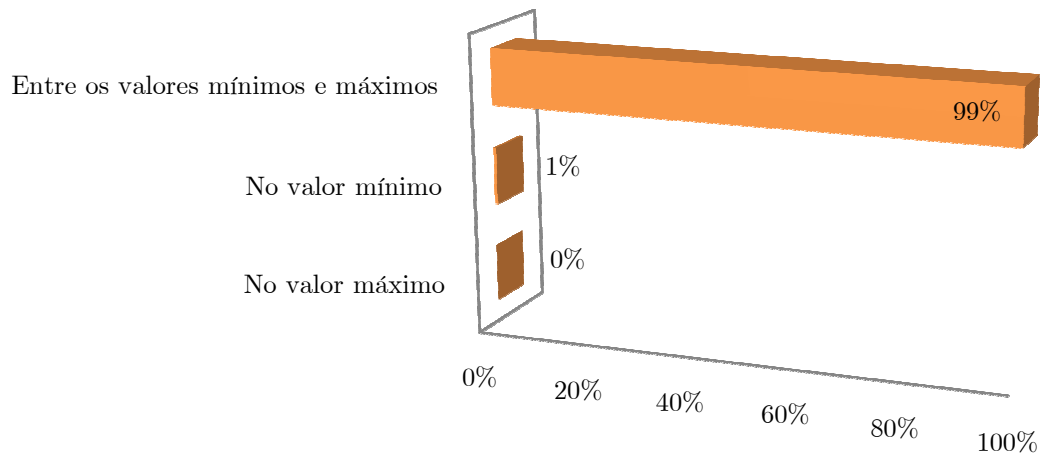


Gráfico I.118 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O₂ no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa

Após análise do gráfico, posso chegar à conclusão, que durante quase a totalidade do tempo (99%), o valor de oxigênio não foi constante. Variável entre o valor máximo e mínimo.

O valor mínimo e máximo registado, foram um pico de valor.

5.6.2. LEITURAS DO SENSOR DE METANO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Leitura de Metano

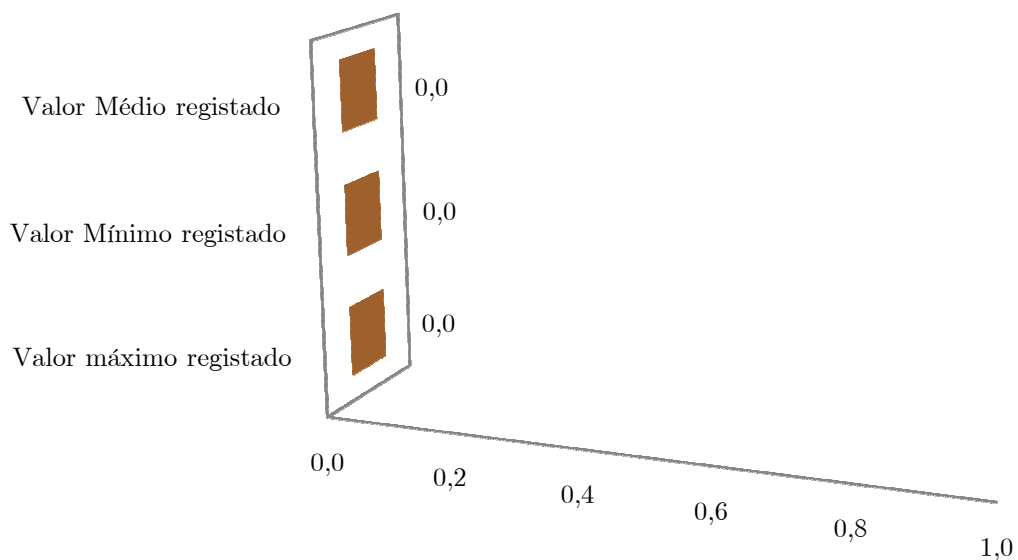


Gráfico I.119 – Registo de Leituras do sensor de Metano no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não foi registado qualquer valor.

Em seguida, apresento o gráfico resumo referente à percentagem das referidas leituras do Sensor de Metano.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Percentagem nas Leituras de Metano

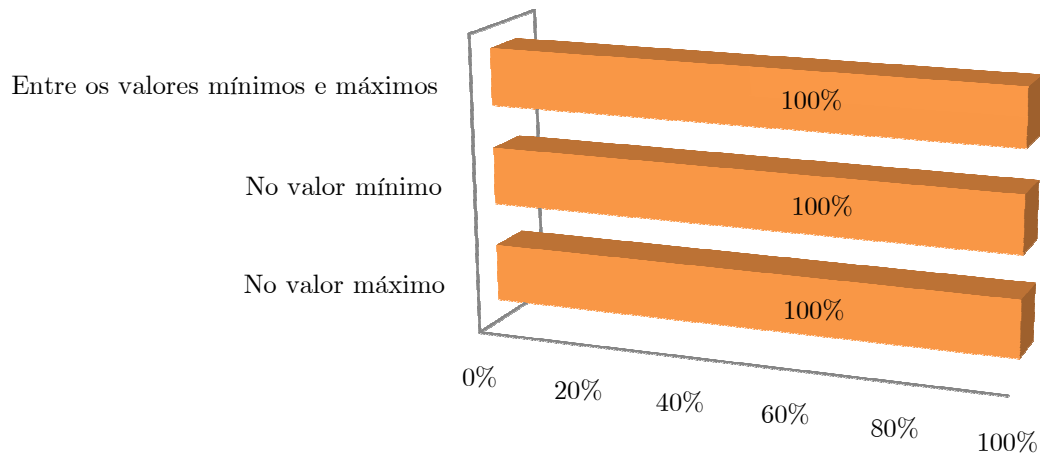


Gráfico I.120 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa

Após análise do gráfico, é possível chegar à conclusão, que durante a maior parte do tempo (89%), o valor do gás de metano foi de 0 ppm.

5.6.3. LEITURAS DO SENSOR DE CO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

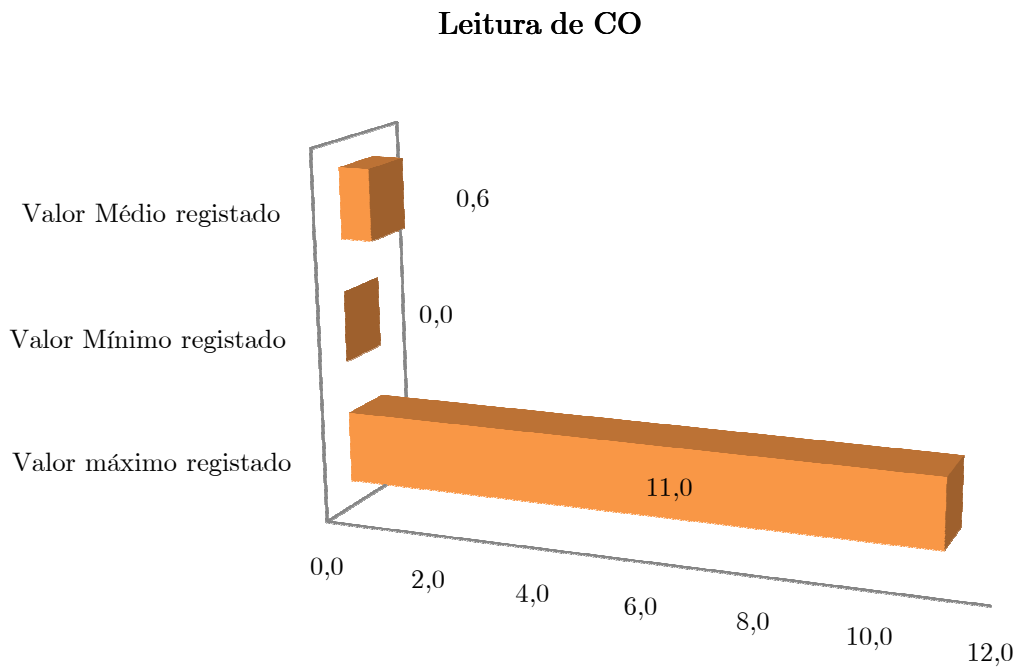


Gráfico I.121 – Registo de Leituras do sensor de CO no global dos dias, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, o valor máximo registado foi de 11 ppm. Valor abaixo do limite legal de exposição.

Em seguida, apresento o gráfico resumo referente à percentagem das referidas leituras do Sensor de CO.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Percentagem nas Leituras de CO

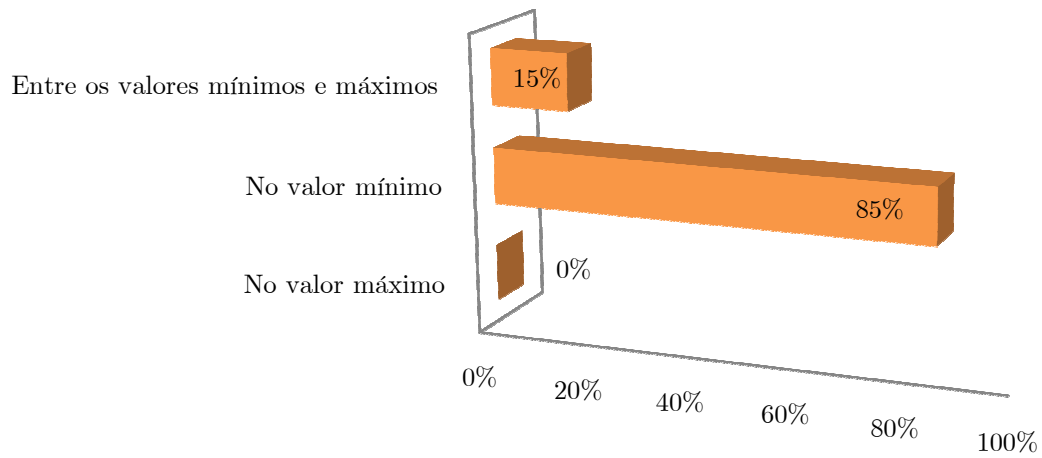


Gráfico I.122 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa

Após análise do gráfico, é possível chegar à conclusão, que durante 85% do tempo, a atmosfera não tinha a presença do gás.

5.6.4. LEITURAS DO SENSOR DE H²S:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de H²S.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

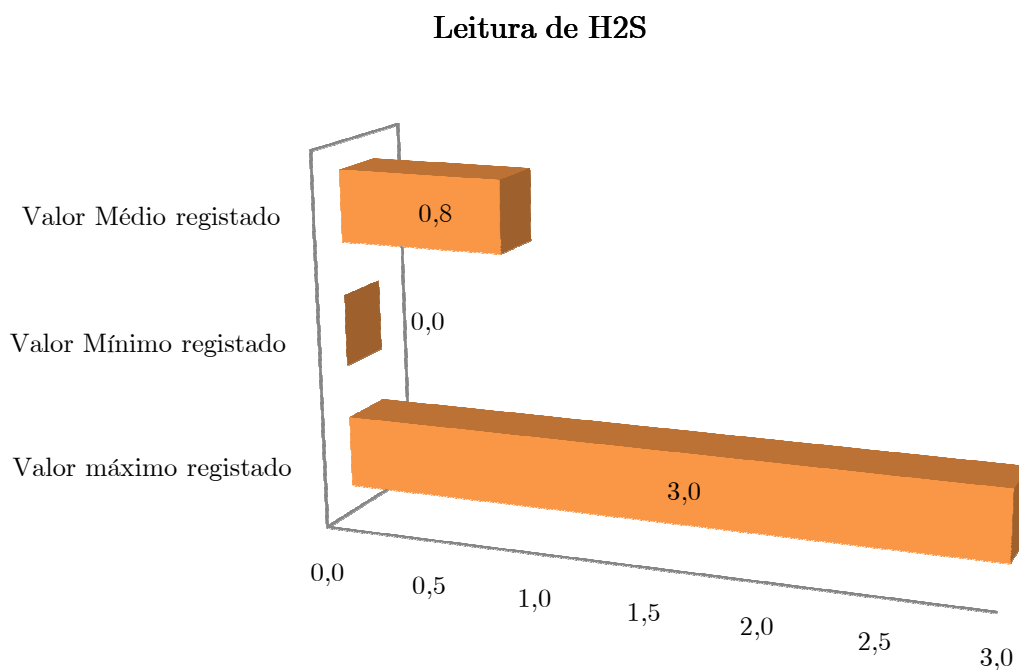


Gráfico I.123 – Registo de Leituras do sensor de H₂S no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, a leitura máxima registada foi de 3 ppm.

Em seguida, apresento o gráfico resumo referente à percentagem das referidas leituras do Sensor de H₂S.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Percentagem nas Leituras de H₂S

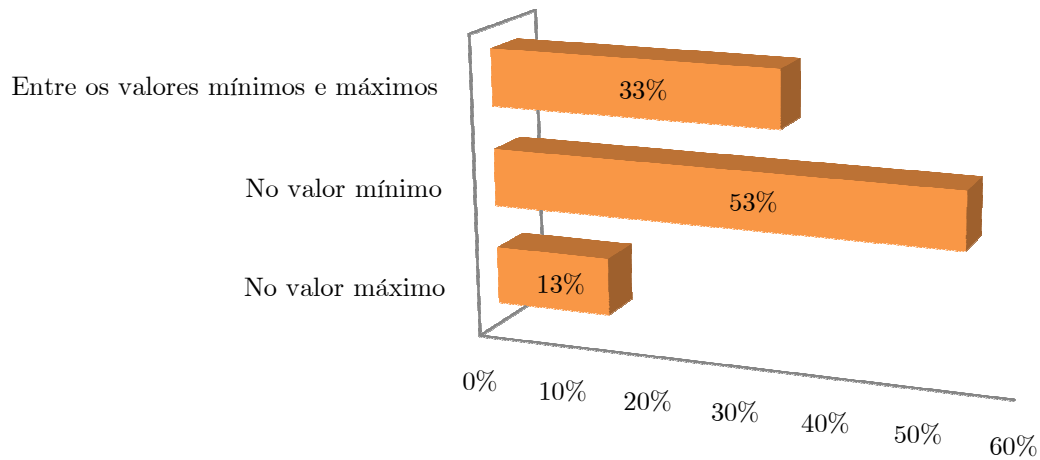


Gráfico I.124 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de H₂S no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa

Após análise do gráfico, é possível chegar à conclusão, que em 53% do tempo, a atmosfera na parte inferior da caixa de visita não regista a presença do gás sulfídrico. O valor máximo registado verificou-se durante 13% do tempo.

Entre o valor máximo e mínimo, praticamente não houve variação.

6. RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE A PARTE SUPERIOR E A PARTE INFERIOR DA CAIXA DE VISITA:

Pretendo com o presente capítulo, realizar a comparação final dos resultados das medições realizadas na parte superior e inferior da caixa de visita.

Em seguida, apresento os resultados globais das medições efetuados.

6.1. LEITURAS DO SENSOR DE O2:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de O2.

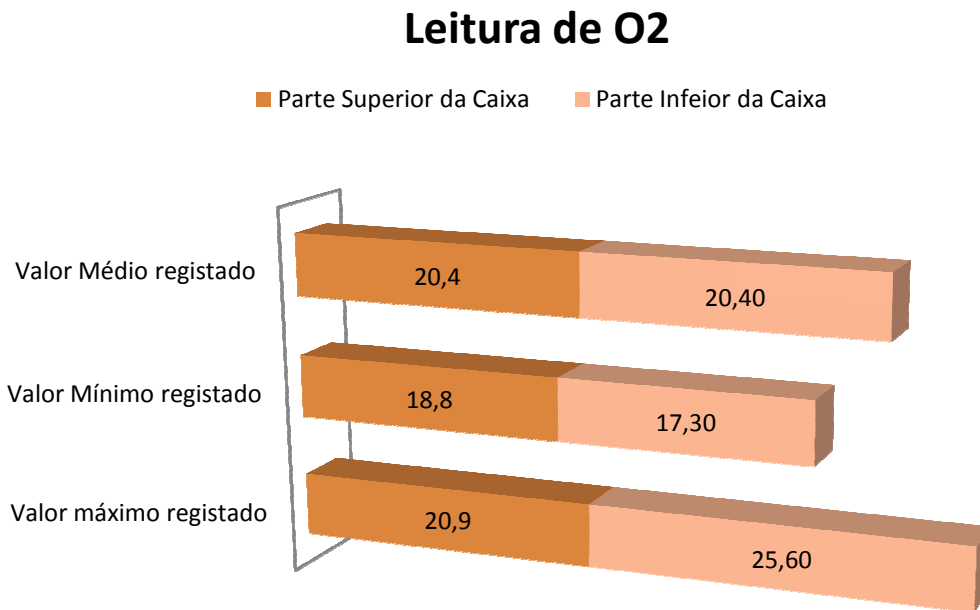


Gráfico I.125 – Registo de Leituras do sensor de O2 no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em %)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, o valor médio de oxigênio é idêntico, tanto na parte superior e inferior da atmosfera da caixa de visita.

Em seguida, apresento o gráfico resumo referente à percentagem das referidas leituras do Sensor de O2.

Percentagem nas Leituras de O2

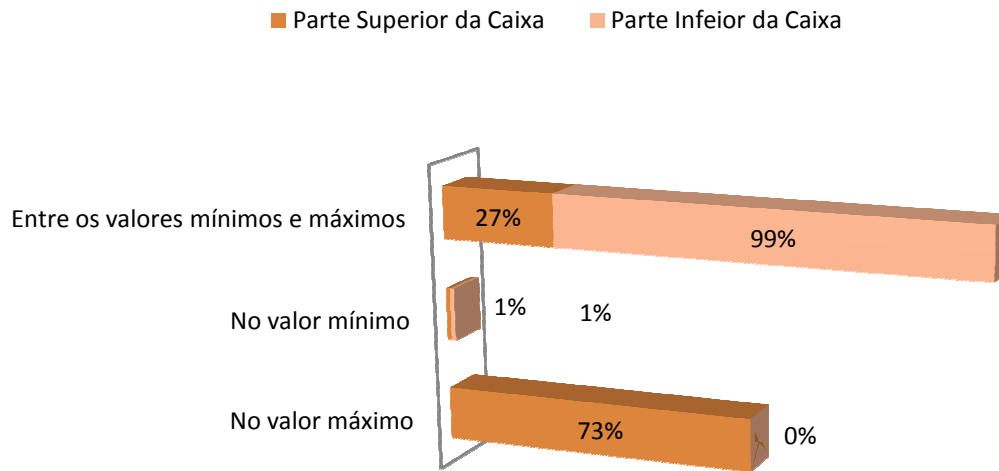


Gráfico I.126 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de O2 no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa

Após análise do gráfico, é possível chegar à conclusão, que a variação da percentagem de O2, verifica-se mais na parte inferior da caixa de visita.

6.2. LEITURAS DO SENSOR DE METANO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de Metano.

Leitura de Metano

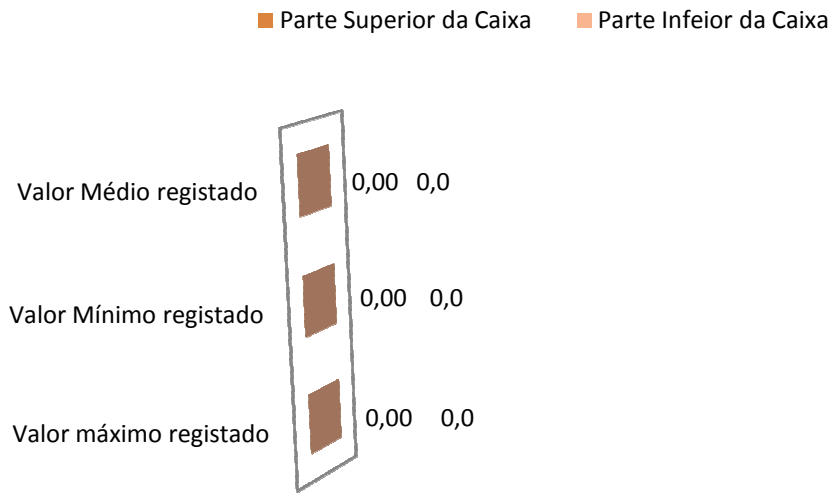


Gráfico I.127 – Registo de Leituras do sensor de Metano no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, não houve qualquer registo de leituras de metano.

Em seguida, é apresentado o gráfico resumo referente à percentagem das referidas leituras do Sensor de Metano.

Percentagem nas Leituras de Metano

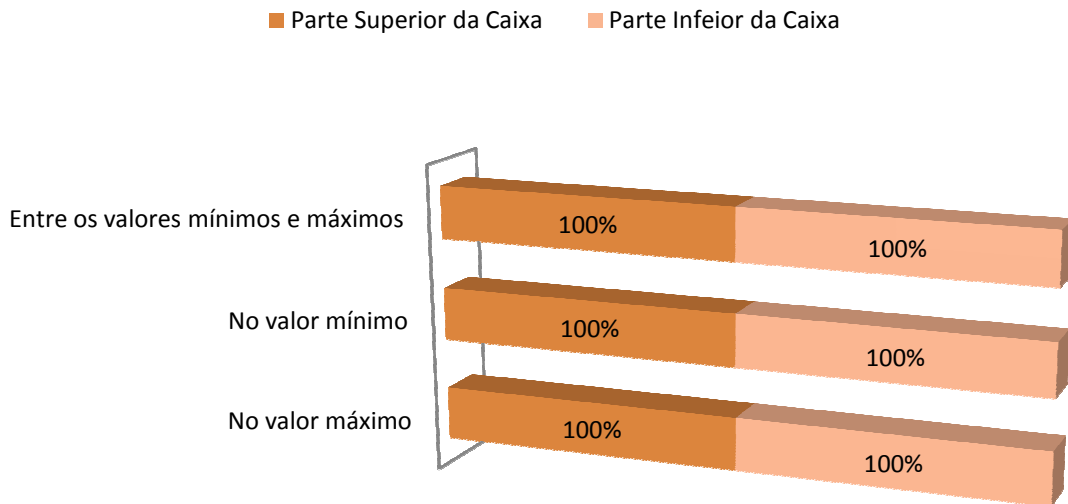


Gráfico I.128 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de Metano no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa

Após análise do gráfico, não houve qualquer variação.

6.3. LEITURAS DO SENSOR DE CO:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de CO.

Leitura de CO

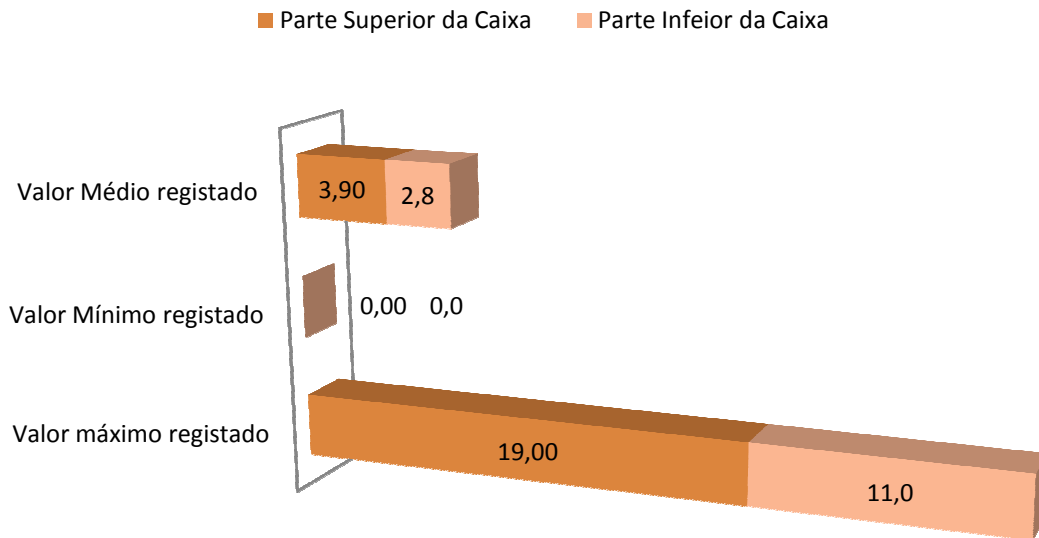


Gráfico I.129 – Registo de Leituras do sensor de CO no global dos dias, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, o valor máximo registado foi de 19 ppm, na parte superior da caixa de visita.

Em seguida, apresento o gráfico resumo referente à percentagem das referidas leituras do Sensor de CO.

Percentagem nas Leituras de CO

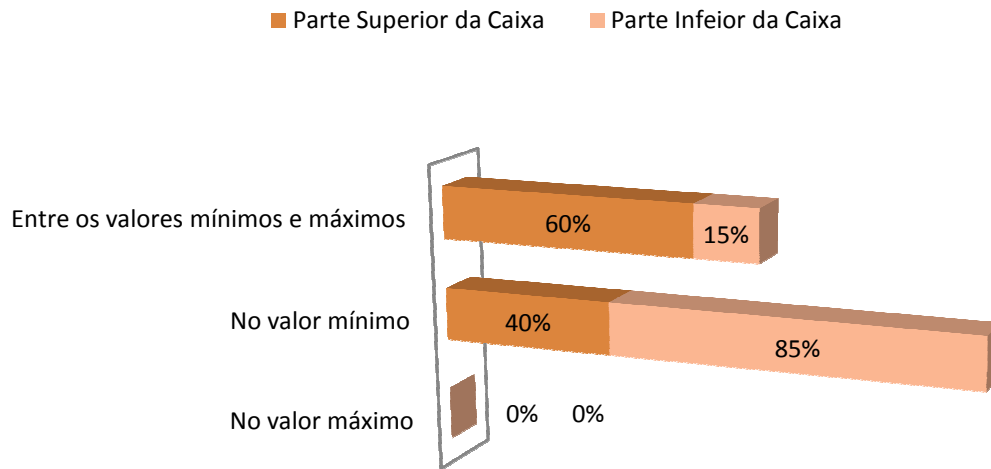


Gráfico I.130 – Registo das percentagens referente aos tempos das Leituras do sensor de CO no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa

Após análise do gráfico, é possível chegar à conclusão, que durante 85% do tempo, a atmosfera não tinha o presente gás, na parte inferior da caixa.

6.4. LEITURAS DO SENSOR DE H²S:

Em seguida, apresento um gráfico resumo das leituras do Sensor de H²S.

Leitura de H₂S

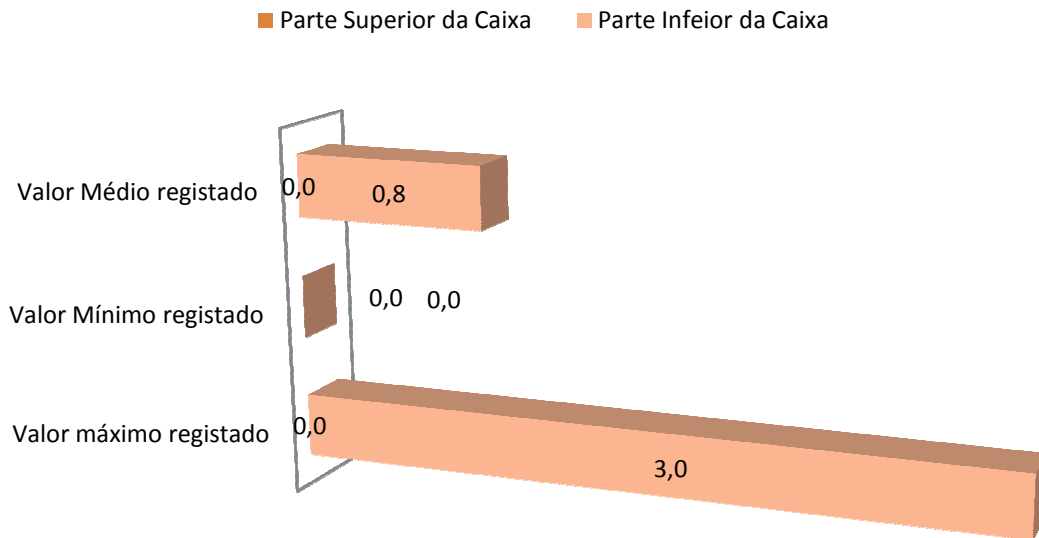


Gráfico I.131 – Registo de Leituras do sensor de H₂S no global dos dias de medições, referente à parte inferior da caixa (Valores apresentados em ppm)

Como podemos verificar no gráfico apresentado, foi registado o valor máximo de 3 ppm. O valor médio foi de 0,8 ppm, durante o tempo registado.

Como seria esperado, a presença do gás Sulfídrico verificou-se apenas na parte inferior da caixa de visita.

Em seguida, apresento o gráfico resumo referente à percentagem das referidas leituras do Sensor de H₂S.

Percentagem nas Leituras de H₂S

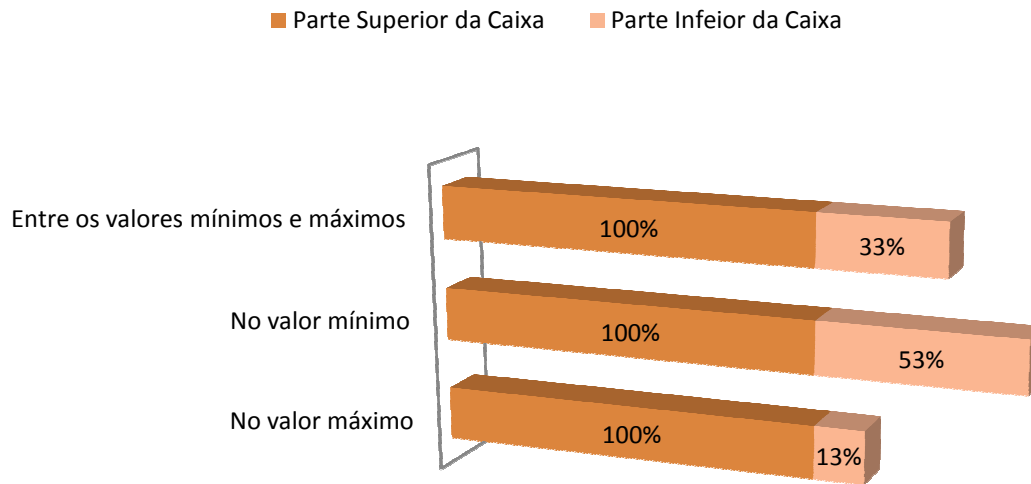


Gráfico I.132 – Registo das percentagens resumo referente aos tempos das Leituras do sensor de H₂S, da parte inferior da caixa

Após análise do gráfico, é possível chegar à conclusão, que durante 13 % do tempo, a atmosfera na parte inferior da caixa de vista registava o valor de 3 ppm.

7. RESULTADOS DOS CAUDAIS:

Após a recolha dos dados, foi possível verificar que as medições efetivas foram as seguintes:

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

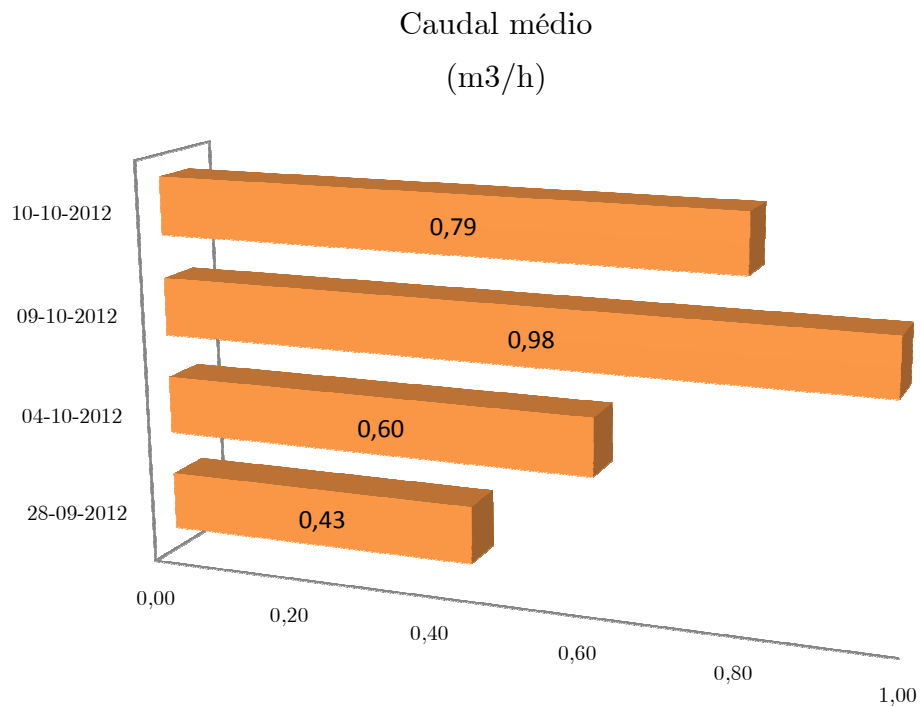


Gráfico I.133 – Registo do caudal médio de água residual

8. ANÁLISE DE VARIAÇÕES DO GÁS SULFÍDRICO:

Como o gás do presente estudo é gás sulfídrico, será necessário efetuar uma análise mais detalhada sobre a sua respetiva evolução. Para a poder estudar, foi escolhido o dia em que se verificou o valor de maior concentração.

O dia em análise é o último dia de medições, quinto dia.

No Gráfico I.132, é apresentado a evolução do caudal de águas residual nesse dia.

Varição do Caudal

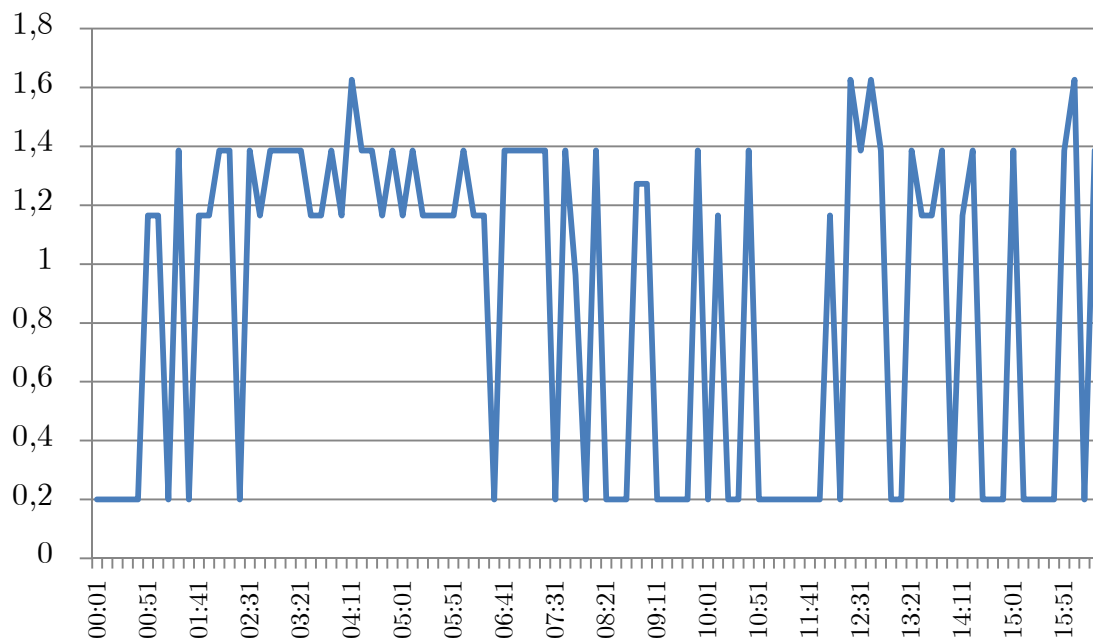


Gráfico I.134 – Variação do caudal no último dia de análise (Q(m³/H))

Ao analisar o gráfico, verificar-se que durante no último dia de registos, houve uma variação no caudal no interior da caixa de visita.

Gás Sulfídrico nas Redes de Águas Residuais

Leitura de H2S

(valor médio nesse período)

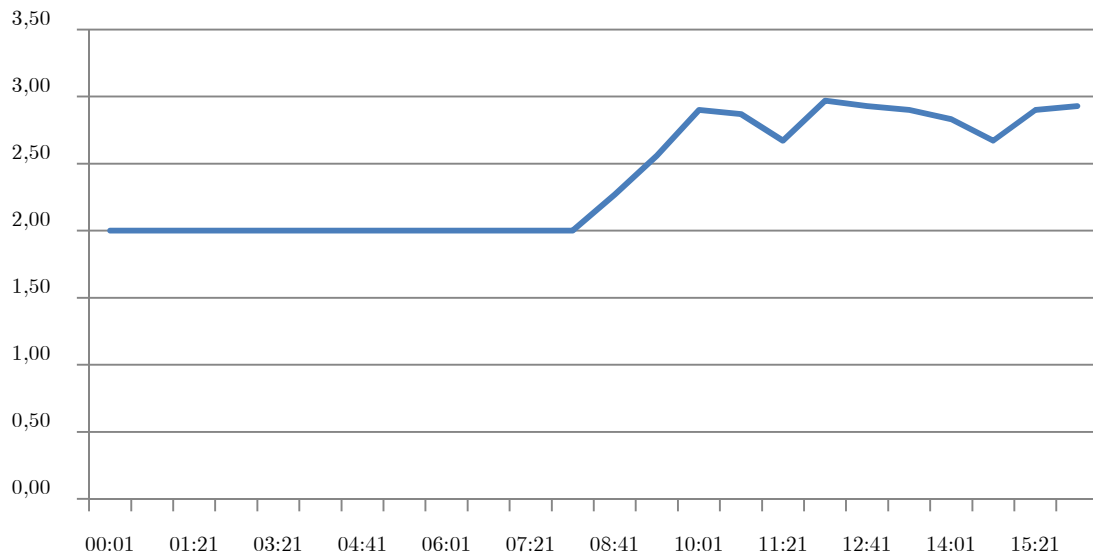


Gráfico I.135 – Valor médio do gás sulfídrico, coincidente com o período de registo do caudal (valor em ppm)

A presente evolução do caudal, não foi verificada no mesmo modo na concentração do gás sulfídrico. Em virtude dessa não evolução, análise será ainda mais detalhada.

A análise mais detalhada, consiste em selecionar alguns períodos de tempo mais específicos.

Foram selecionados quatro períodos. Um período em que o caudal é constante durante a manhã e outro à tarde e outro período em que o caudal é variável durante a manhã e outro à tarde.

O primeiro período da manhã, analisado foi com o caudal constante, entre às 06:41 até 7:21.

Leitura de H₂S

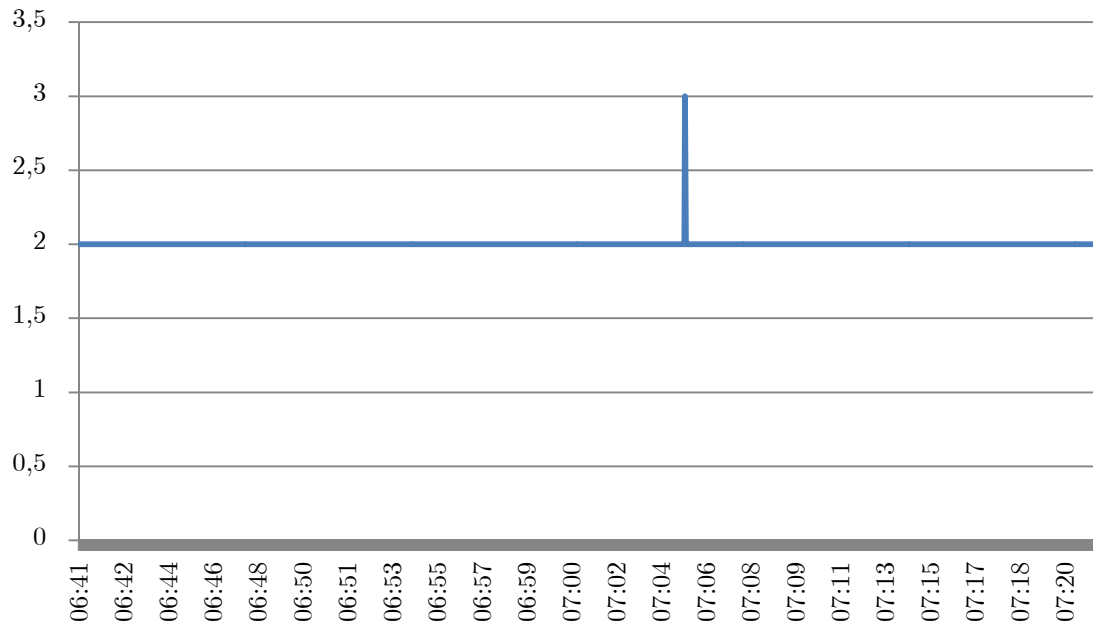


Gráfico I.136 – Valor do gás sulfídrico, durante o caudal constante no período da manhã (valor em ppm)

Durante o caudal constante, no período da manhã, não houve uma grande variação na concentração do gás sulfídrico.

O segundo período, analisado, foi durante a tarde, com o caudal constante entre às 15:11 até 15:41.

Leitura de H₂S

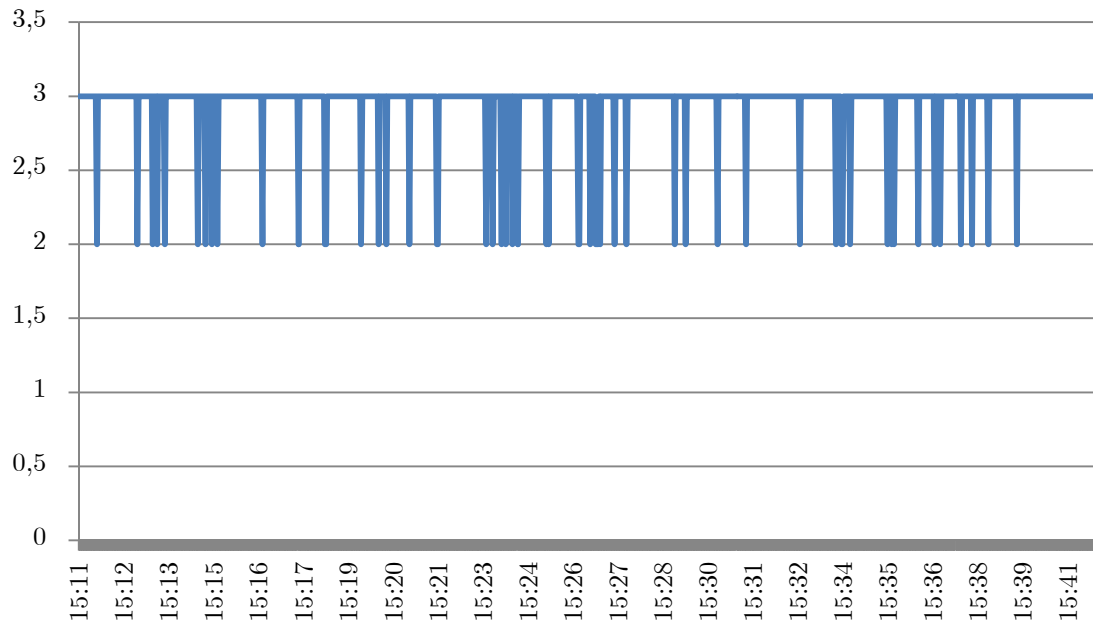


Gráfico I.137 – Valor do gás sulfídrico, durante o caudal constante no período da tarde (valor em ppm)

Durante esse período, houve uma variação na concentração do gás sulfídrico, localizado entre os 2 e os 3 ppm.

O terceiro período, analisado, foi durante a manhã, com o caudal variável entre às 06:21 até 6:41.

Leitura de H₂S

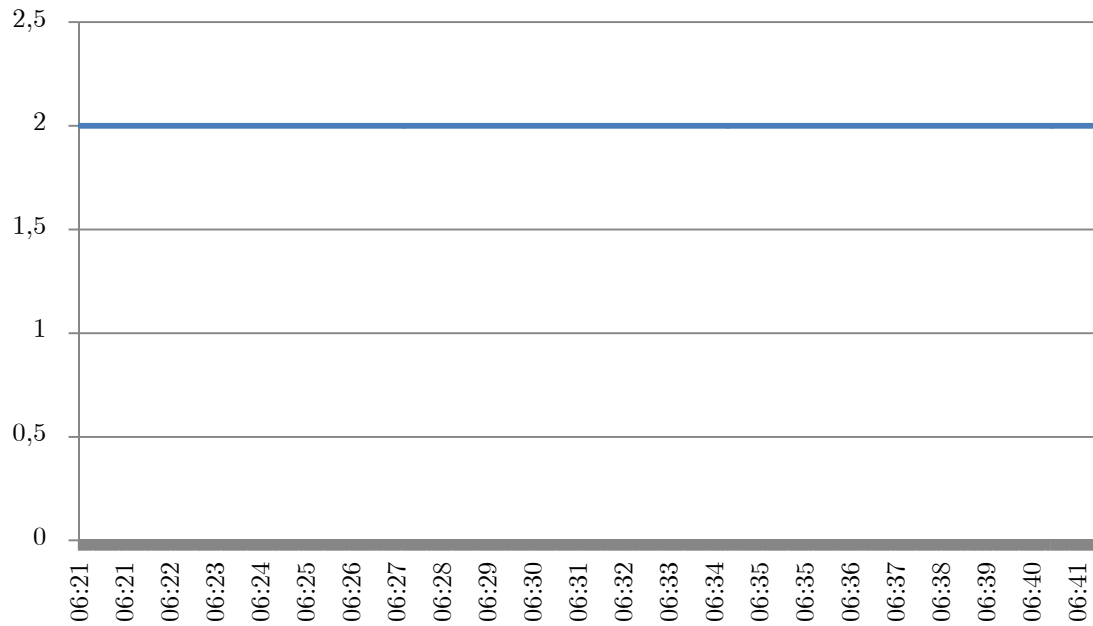


Gráfico I.138 – Valor do gás sulfídrico, durante o caudal variável no período da manhã (valor em ppm)

Durante o presente período, não houve variação na concentração do gás sulfídrico.

O quarto e último período, analisado, foi durante a tarde, com o caudal variável entre às 15:31 até 16:01.

Leitura de H₂S

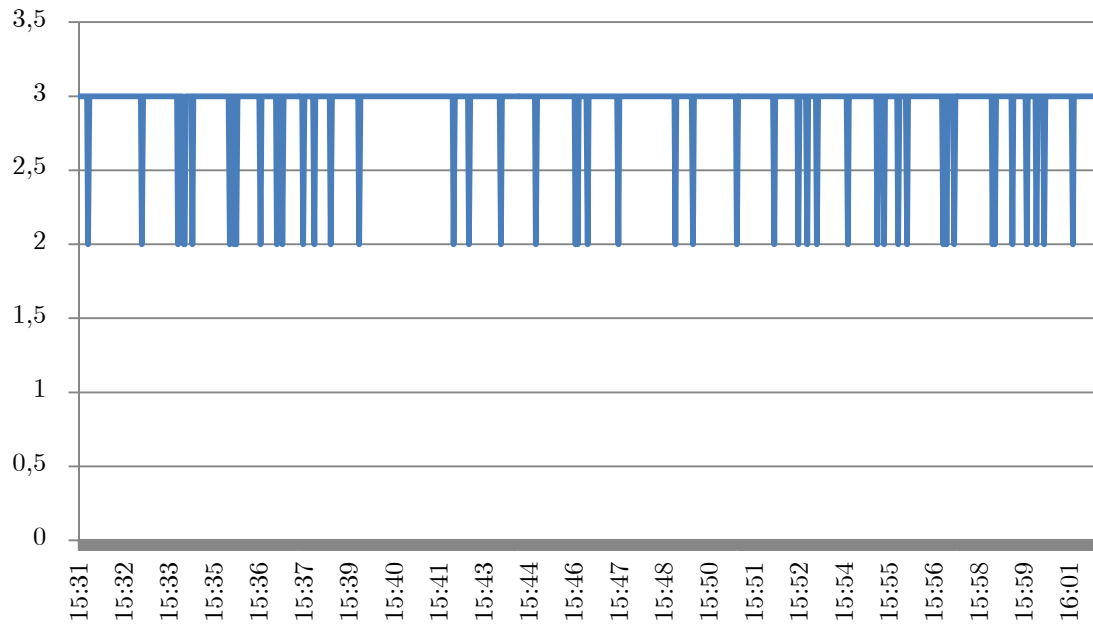


Gráfico I.139 – Valor do gás sulfídrico, durante o caudal variável no período da tarde (valor em ppm)

Durante o referido período, houve uma variação na concentração do gás sulfídrico, localizado entre os 2 e os 3 ppm.

Como foi possível analisar, as variações do gás sulfídrico, ocorreram durante o período da tarde.

9. CONCLUSÕES:

Numa análise mais detalhada, foi possível verificar que a evolução do gás sulfídrico no interior das caixas de visita, não se encontra ligado diretamente com a evolução do caudal.

Após análise dos resultados obtidos, é possível chegar à seguinte conclusão:

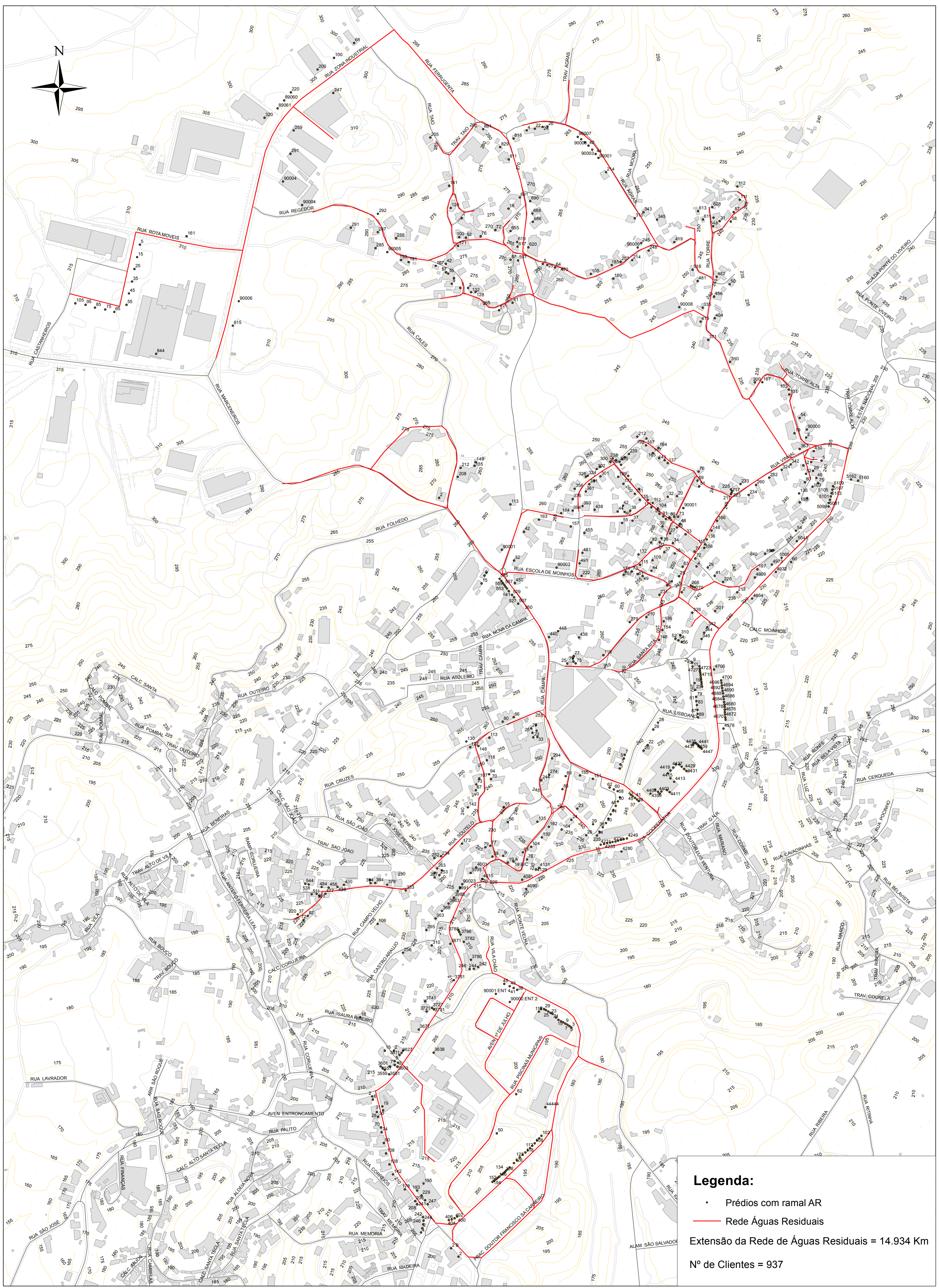
- A Atmosfera no interior de uma caixa de visita não é constante;
- As variações do gás sulfídrico, não são constantes e verificaram-se principalmente no período da tarde.

A evolução do gás sulfídrico no período da tarde, terá ocorrido principalmente devido ao aumento da temperatura no interior da caixa de visita.

Não é possível a validação desta informação, porque não foi registado a temperatura no interior da caixa de visita, alvo das medições deste trabalho.

ANEXO II

Localização da caixa de visita e da respectiva
bacia



Legenda:

- Prédios com ramal AR
- Rede Águas Residuais

Extensão da Rede de Águas Residuais = 14.934 Km
Nº de Clientes = 937

ANEXO III

Certificados de Calibração dos Detetores de
Gases e Vapores

Certificado de Verificação Interna

2012-09-27 18:00:27

Dispositivos

Número de série: **SE107-007798** Tipo do dispositivo: **GasAlertMicro 5**
 Fabricante: **BW Technologies** Vencimento da próxima cal: **2013-03-27**

Resultado do teste **Passar**

Sensores

Tipo:	Desativado	H2S	CO	LEL	O2
Resultado:	N/A	Passar	Passar	Passar	Passar
Leitura final:		25,0	100,0	50,0	20,9
Vencimento da próxima calibração:	----	2013-03-27	2013-03-27	2013-03-27	2013-03-27

Definições

Tipo:	Desativado	H2S	CO	LEL	O2
Alarme de nível máximo:		15,0	200,0	20,0	23,5
Alarme de nível mínimo:		10,0	30,0	10,0	19,5
Alarme TWA:		10,0	30,0		
Alarme STEL:		15,0	200,0		


Opções

Intervalo de registro de dados: **2 segundos** Unidade programada: **N/A**
 Período STEL: **15 minutos**

Estação de teste

Número de série de MicroDock: **Z310-001113** Localização da MicroDock: **Veolia - Zona Norte**

	Entrada 1:	Entrada 2:	Entrada 3:	Entrada 4:	Entrada 5:
Usado:	Sim	Sim	Não	Não	Não
Concentração:	20,9 %	25,0	5,0 ppm	20,9 %	20,9 %
Tipo:	Purgar	Mistura de 4 gases de 2,5% vol CH4	Cl2	Purgar	Purgar
Notas:		NC:014921	CIL:008494		

Realizado por:  **ÁGUAS DE PAREDES**
 AP - Águas de Paredes, S.A.
 Rua de Tímor, 27
 4580 PAREDES
 NIPC: 505 298 937

Certificado de Verificação Interna

2012-09-27 17:51:45

Dispositivos

Número de série: **SE107-007724** Tipo do dispositivo: **GasAlertMicro 5**
 Fabricante: **BW Technologies** Vencimento da próxima cal: **2013-03-27**

Resultado do teste **Passar**

Sensores

Tipo:	Desativado	H2S	CO	LEL	O2
Resultado:	N/A	Passar	Passar	Passar	Passar
Leitura final:		25,0	100,0	50,0	20,9
Vencimento da próxima calibração:	---	2013-03-27	2013-03-27	2013-03-27	2013-03-27

Definições

Tipo:	Desativado	H2S	CO	LEL	O2
Alarme de nível máximo:		15,0	90,0	20,0	23,5
Alarme de nível mínimo:		10,0	30,0	10,0	19,5
Alarme TWA:		10,0	30,0		
Alarme STEL:		15,0	90,0		

Opções

Intervalo de registro de dados: **1 segundos** Unidade programada: **N/A**
 Período STEL: **15 minutos**

Estação de teste

Número de série de MicroDock: **Z310-001113** Localização da MicroDock: **Veolia - Zona Norte**

	Entrada 1:	Entrada 2:	Entrada 3:	Entrada 4:	Entrada 5:
Usado:	Sim	Sim	Não	Não	Não
Concentração:	20,9 %	25,0	5,0 ppm	20,9 %	20,9 %
Tipo:	Purgar	Mistura de 4 gases de 2,5% vol CH4	Cl2	Purgar	Purgar
Notas:		NC:014921	CIL:008494		

Realizado por:  **ÁGUAS DE PAREDES**
 AP - Águas de Paredes, S.A.
 Rua de Tjmor, 27
 4580 PAREDES
 NIPC: 505 298 937