



ALEXANDRA MARIA DE **TRABALHO SOLITÁRIO – ANÁLISE DE**
CARVALHO BRÔA **TECNOLOGIAS APLICADAS À**
SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO
NUMA SIDERURGIA

Relatório de Projeto de 2.º ano do
Mestrado em Segurança e Higiene no
Trabalho

ORIENTADORES

Professora Doutora Olga Costa
Professor Doutor David Mendes

JURI

Presidente: Prof. Adjunto Margarida Maria
Lopes
Vogal Arguente: Assistente Convidado Ana
Paula Portela Soromenho

Julho, 2025

Dedicatória/ Agradecimentos.

Este trabalho é dedicado, em primeiro lugar, à minha família, que sempre me acompanhou com carinho, compreensão e apoio incondicional ao longo desta jornada. À minha esposa, Patrícia, pelo amor, paciência e incentivo constantes, e às minhas filhas, Maria, Madalena e Francisca, que, com o seu sorriso e ternura, me deram força nos momentos mais desafiantes. A todos vocês, dedico esta conquista, pois sem o vosso suporte, nada disto seria possível.

A realização deste trabalho não teria sido possível sem o contributo de várias pessoas e entidades, a quem quero expressar a minha sincera gratidão.

Aos meus orientadores, pelo acompanhamento dedicado, pela partilha de conhecimento e pela orientação valiosa que tornaram este percurso mais sólido e estruturado. Agradeço também a todos os professores do mestrado, pelo empenho e pela motivação transmitida ao longo das aulas, contribuindo para o meu crescimento académico e profissional.

Aos meus colegas do mestrado, pelo companheirismo e pela troca de ideias que enriqueceram o desenvolvimento deste projeto. A convivência académica e as discussões conjuntas foram fundamentais para consolidar este trabalho.

Quero também expressar o meu apreço à minha empresa pela oportunidade concedida, à chefia pelo apoio institucional e à minha equipa de trabalho, que me acompanhou com compreensão e incentivo durante esta etapa. Um agradecimento especial ao colega Miguel Rodrigues, pelas conversas esclarecedoras e pelo incentivo na escolha do tema, que ajudaram a direcionar e consolidar a pesquisa desenvolvida.

Por fim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste projeto, deixo o meu profundo reconhecimento e apreço.

Resumo

Em contextos industriais de elevado risco, como o setor siderúrgico, a proteção de trabalhadores que desempenham funções em regime de isolamento operacional representa um desafio crítico. Este trabalho teve como objetivo principal analisar a aplicação de tecnologias de monitorização para reforçar a segurança e saúde no trabalho (SST) de profissionais em situações de trabalho solitário, numa unidade industrial do Grupo XPTO. A questão de investigação orientadora centrou-se em saber: *como podem as tecnologias de monitorização contribuir para a mitigação dos riscos associados ao trabalho solitário em ambiente siderúrgico?*

Para tal, foram definidos os seguintes objetivos específicos: (i) identificar e caracterizar os postos de trabalho solitário na organização em estudo; (ii) identificar e analisar soluções tecnológicas de monitorização com potencial aplicação à SST em contexto solitário; (iii) realizar um estudo comparativo dessas soluções; (iv) elaborar um plano de implementação; (v) aplicar experimentalmente algumas dessas soluções; e (vi) avaliar o impacto da intervenção.

A investigação baseou-se numa abordagem de investigação-ação, envolvendo métodos qualitativos e quantitativos. Foram utilizadas técnicas como observação participante, análise documental, consulta a fornecedores, aplicação de dois questionários (antes e após a intervenção) e análise descritiva dos dados obtidos.

Entre as tecnologias analisadas, destacaram-se palmilhas inteligentes, relógios com botão de emergência, detetores de gases e dispositivos de alarme para trabalhadores isolados. Foram testadas duas soluções: o detetor multigás *MSA Altair iO4*, com alarme de “homem caído”, e o *TWIG One EX*, com alerta automático e geolocalização. A implementação permitiu melhorar a perceção de segurança e a capacidade de resposta em emergências, embora tenham sido identificadas limitações de conectividade e resistências iniciais. Conclui-se que o sucesso destas soluções depende da sua adequação técnica, da formação contínua e de uma cultura organizacional orientada para a prevenção.

Palavras-chave: Trabalho solitário; Segurança e Saúde no Trabalho; Monitorização tecnológica; Indústria siderúrgica; Prevenção de riscos.

Abstract

In high-risk industrial environments, such as the steel sector, protecting workers performing tasks in operational isolation represents a critical challenge. This study aims to analyse the application of monitoring technologies to enhance occupational health and safety (OHS) for professionals in lone working situations within an industrial unit of the XPTO Group. The guiding research question was: how can monitoring technologies contribute to mitigating the risks associated with lone working in the steel industry?

To address this, the following specific objectives were defined: (i) to identify and characterise lone working positions within the organisation under study; (ii) to identify and analyse monitoring technologies with potential OHS applications in isolated contexts; (iii) to conduct a comparative study of these solutions; (iv) to develop an implementation plan; (v) to experimentally apply selected solutions; and (vi) to assess the impact of the intervention.

The research followed an action-research approach, combining qualitative and quantitative methods. Techniques included participant observation, document analysis, supplier consultation, and the application of two questionnaires (before and after the intervention), with descriptive analysis of the data collected.

Among the technologies examined were smart insoles, emergency-alert watches, gas detectors, and dedicated lone worker alarm devices. Two solutions were tested: the MSA Altair iO4 multi-gas detector, equipped with a man-down alarm, and the TWIG One EX device, featuring automatic alerts and geolocation. Their implementation improved safety perception and emergency response capacity, although connectivity issues and initial user resistance were noted. The findings suggest that successful integration of these technologies depends not only on technical adequacy but also on continuous training and an organisational culture focused on prevention.

Keywords: Lone working; Occupational Health and Safety; Monitoring technologies; Steel industry; Risk prevention.

Siglas e Acrónimos

ACT - Autoridade para as Condições de Trabalho

AR - Realidade Aumentada (*Augmented Reality*)

ATEX - *Atmosphères Explosibles*

EIGA - *European Industrial Gases Association*

eSIM - *Embedded SIM*

EPI - Equipamentos de Proteção Individual

GPS - *Global Positioning System*

GSM - *Global System for Mobile Communications*

HSE - *Health and Safety Executive*

IA - Inteligência Artificial

IECEx - Sistema da IEC para Certificação de Equipamentos em Atmosferas Explosivas

IoT - *Internet of Things*

ISO - Organização Internacional de Normalização (*International Organization for Standardization*)

KPI - Indicador-Chave de Desempenho (*Key Performance Indicator*)

MARAT - Metodologia de Avaliação de Riscos e Acidentes de Trabalho

NIOSH - *National Institute for Occupational Safety and Health*

NP - Norma Portuguesa

OIT - Organização Internacional do Trabalho

OSHA - *Occupational Safety and Health Administration*

SIM - *Subscriber Identity Module*

SOS - Sinal internacional de emergência

SST - Segurança e Saúde no Trabalho

SWOT - *Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*

VR - Realidade Virtual (*Virtual Reality*)

Wi-Fi - *Wireless Fidelity*

Índice

Introdução	2
1 Enquadramento Teórico	5
1.1 Monitorização da Segurança e Saúde no Trabalho	5
1.2 Trabalho Solitário e Segurança e Saúde no Trabalho	7
1.2.1 Enquadramento Legal e Normativo	9
1.2.2 Conceptualização e Relação com a Indústria Siderúrgica - Abordagem Sumária	11
2 Metodologia.....	14
2.1 Abordagem Metodológica.....	14
2.2 Técnicas de Recolha de Dados	15
2.3 Procedimentos de Investigação	16
2.4 Considerações Éticas	17
2.5 Considerações Finais	17
3 Estudo de Caso.....	18
3.1 Caracterização da Organização.....	18
3.2 Identificação dos Postos de Trabalho Solitário	20
3.3 Identificação e análise das soluções tecnológicas de monitorização da SST para trabalho solitário	23
3.4. Estudo comparativo das soluções.....	39
3.5. Plano de Implementação das Soluções Seleccionadas	48
3.6. Implementação Experimental – Estudo de Caso Piloto	56
3.7. Avaliação do Impacto das Medidas Adotadas.....	58
4 Análise e Discussão de Resultados	68
Conclusões	73
Referências Bibliográficas	76
Apêndices	80
Anexos.....	81

Índice de Figuras

Figura 1 - Exemplo de palmilhas de segurança com sensores integrados	26
Figura 2 - Detetor multigás portátil MSA Altair io 4.....	28
Figura 3 - Smartwatch com função SOS/deteção de queda - TWIG Eon EZ7100....	30
Figura 4 - Cartão SOS de trabalhador solitário - Cartão TWIG SOS	32
Figura 5 - Interface típica de aplicação de segurança para trabalho solitário Safepoint	34
Figura 7 - Dispositivo TWIG One	36
Figura 6 - Dispositivo TWIG One Ex	36
Figura 8 - TWIG NEO, dispositivo compacto de alarme para trabalhadores solitários	38
Figura 9 - Perceção de rapidez de socorro	59
Figura 10 - Perceção de segurança durante o trabalho	60
Figura 11 - Perfil dos Respondentes.....	61
Figura 12 - Antiguidade na Indústria Siderúrgica	62
Figura 13 – Nível de conhecimento dos riscos profissionais percecionados pelos trabalhadores.....	62
Figura 14 - Frequência de situações de trabalho sem supervisão direta e em isolamento operacional	64
Figura 15 - Perceção de menor segurança por faixa horária de trabalho	65
Figura 16 - Perceção de dificuldade de socorro por faixa horária.....	65
Figura 17 - Perceção quanto à rapidez do socorro em caso de acidente	66
Figura 18 - Perceções sobre a comunicação em contextos de trabalho solitário	67
Figura 19 - Tecnologias percecionadas como potenciadoras da segurança no trabalho solitário	67

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Resumo do Enquadramento Legal e Normativo.....	10
Tabela 2 - Caracterização do Trabalho Solitário na Indústria Siderúrgica	13
Tabela 3 - Resumo das Fases Metodológicas	17
Tabela 4 - Indicadores de Sinistralidade no Grupo XPTO (2021–2024).....	19
Tabela 5 - Postos de Trabalho Solitário na Empresa AB.....	21
Tabela 6 - Análise SWOT das palmilhas com sensor integrado	25
Tabela 7 - Análise SWOT do detetor multigás portátil (ex.: MSA Altair io 4).....	27

Tabela 8 - Análise SWOT do relógio inteligente com funcionalidades de segurança TWIG Eon EZ7100.....	29
Tabela 9 - Análise SWOT do cartão SOS de trabalhador solitário - Cartão TWIG SOS	31
Tabela 10 - Análise SWOT da aplicação móvel de monitorização do trabalhador solitário - Safepoint	33
Tabela 11 - Análise SWOT do dispositivo TWIG (alarme de trabalhador solitário dedicado).....	35
Tabela 12 - Análise SWOT do dispositivo TWIG NEO	37
Tabela 13 - Comparação das soluções tecnológicas de monitorização para trabalho solitário	40
Tabela 14 - Plano de Implementação das Soluções Tecnológicas de SST Seleccionadas	50
Tabela 15 - Análise Crítica de Resultados	70

Introdução

O presente trabalho é desenvolvido no âmbito da Unidade Curricular de Dissertação/Projeto/Estágio em Segurança e Higiene no Trabalho. O interesse específico pelo tema «Trabalho Solitário – Análise de Tecnologias Aplicadas à Segurança e Saúde no Trabalho numa Indústria Siderúrgica» advém da percepção preliminar de que a literatura científica poderá ainda não abordar de forma suficientemente aprofundada esta problemática. Acresce a constatação de que, nesta indústria em particular, existem diversas atividades realizadas de forma isolada, o que reforça a necessidade de refletir criticamente sobre as práticas adotadas pelos técnicos de segurança e saúde no trabalho.

Shabani *et al.* (2024), num estudo sobre a prevalência de lesões ocupacionais na indústria siderúrgica, referem que este setor está entre os mais perigosos do mundo quando comparado com outras indústrias de transformação. Os autores evidenciam ainda que os dados disponíveis sobre os fatores de risco associados a estas lesões são fragmentados e incompletos, apontando que cerca de 55% estão relacionados com falhas na utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e com a realização de trabalho noturno.

Por sua vez, o Código de Práticas sobre Segurança e Saúde na Indústria do Ferro e do Aço, publicado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2005), apesar de refletir a experiência de especialistas da área, não contempla o trabalho solitário como um fator de risco específico. Esta ausência poderá traduzir uma tendência mais ampla, em que o trabalho solitário permanece frequentemente ausente das análises formais de risco. Passadas quase duas décadas desde essa publicação, torna-se pertinente reavaliar a atualidade das práticas de segurança em contextos industriais de risco elevado, como é o caso da siderurgia.

Zimmerman *et al.* (2023), ao analisarem contextos de trabalho remoto no setor da extração de petróleo e gás, destacam os riscos acrescidos enfrentados por trabalhadores solitários, nomeadamente eventos cardiovasculares. Os autores reforçam a importância da inclusão do trabalho solitário nas análises de risco, da definição de medidas de emergência e da implementação de programas específicos de monitorização médica e prevenção. Embora o contexto seja distinto, os princípios e recomendações são amplamente aplicáveis a outras indústrias de elevado risco, incluindo a siderúrgica.

A organização objeto de estudo dedica-se à produção e distribuição de produtos siderúrgicos longos, com base na transformação de sucata em aço através de fornos de arco elétrico. Entre os principais produtos encontram-se barras nervuradas, fio-máquina, perfis comerciais e estruturais, bem como redes de arame soldado. Trata-se de um ambiente de trabalho com elevada complexidade operacional e risco significativo, onde a existência de postos de trabalho executados de forma isolada é uma realidade concreta.

Em linha com os contributos de Zimmerman *et al.* (2023), Guillemy *et al.* (2006) e OHSW&IM (2012), considera-se essencial reconhecer o trabalho solitário como uma dimensão crítica da avaliação de riscos ocupacionais. A autora deste estudo, com cerca de duas décadas de experiência profissional neste setor, identifica a necessidade de aprofundar a análise deste fenómeno e de compreender o potencial das tecnologias aplicadas à segurança e saúde no trabalho na mitigação dos riscos associados. Esta reflexão conduz à questão central que orienta o presente trabalho:

Será possível melhorar as condições de segurança dos trabalhadores solitários através da aplicação de tecnologias específicas na indústria siderúrgica?

Para responder a esta questão, define-se como objetivo principal a análise e proposta de medidas de segurança para o trabalho solitário neste setor. Os objetivos específicos são os seguintes:

Identificar e caracterizar os tipos de trabalho solitário existentes na organização em estudo;

Identificar e analisar soluções tecnológicas de monitorização da Segurança e Saúde no Trabalho (SST) com potencial aplicação ao trabalho solitário, através de estudo de mercado e consulta a fornecedores;

Realizar um estudo comparativo das soluções recolhidas com base em critérios técnicos e de viabilidade económica;

Elaborar um plano de implementação para as soluções selecionadas;

Proceder à implementação experimental de algumas dessas soluções, através de um estudo de caso;

Avaliar o impacto das medidas adotadas, com base em indicadores de segurança e na perceção dos trabalhadores.

A metodologia adotada baseia-se no método de investigação-ação, que conjuga a produção de conhecimento científico com a intervenção prática em contexto real, promovendo uma articulação eficaz entre teoria e prática (Dresch *et al.*, 2015). O projeto foi desenvolvido através de um estudo de caso numa indústria siderúrgica, seguindo uma abordagem metodológica mista, com predominância qualitativa e apoio quantitativo.

A pesquisa e análise bibliográfica constituiu uma etapa preliminar essencial para fundamentar teoricamente o estudo. No trabalho de campo, recorreu-se à observação participante, permitindo acompanhar diretamente o contexto laboral. Esta foi complementada por entrevistas informais realizadas em contexto natural de trabalho, com o objetivo de recolher perspetivas, experiências e sugestões diretamente dos profissionais envolvidos. Estas entrevistas, ao não seguir um guião pré-definido, permitiram captar informações contextuais e interpretações pessoais, enriquecendo a compreensão do fenómeno (Quivy &

Campenhoudt, 2013). A recolha de dados qualitativos foi ainda apoiada por análise documental interna à organização.

Do ponto de vista quantitativo, foram aplicados dois questionários aos trabalhadores dos postos identificados como solitários — um antes e outro após a implementação das medidas preventivas. Através da análise estatística descritiva, foi possível comparar perceções, identificar alterações e avaliar o impacto das soluções tecnológicas adotadas.

Este trabalho está estruturado de forma a tornar claro o percurso desenvolvido desde a definição do problema até à apresentação dos resultados. Este trabalho organiza-se em cinco capítulos principais, antecidos por esta introdução e concluídos com uma reflexão final:

Introdução – Apresenta o enquadramento do tema, a motivação, a questão de investigação, os objetivos definidos, a abordagem metodológica e a estrutura do trabalho.

1. Enquadramento Teórico – Inicia-se com uma abordagem à monitorização em SST, destacando o papel das tecnologias emergentes na prevenção de riscos em contextos industriais de elevado perigo. Segue-se o enquadramento legal e normativo do trabalho solitário, com uma perspetiva comparativa entre Portugal e outras jurisdições. Por fim, é desenvolvida a conceptualização do trabalho solitário e da SST, analisando as suas inter-relações com as especificidades operacionais e os riscos da indústria siderúrgica.
2. Metodologia – Explica os métodos e técnicas utilizados, justificando a abordagem de investigação-ação e os procedimentos adotados.
3. Estudo de Caso – Apresenta a caracterização da organização, a identificação dos postos de trabalho solitário, a análise das soluções tecnológicas disponíveis e a sua avaliação através de análises SWOT. Inclui ainda o plano de implementação das soluções selecionadas, a intervenção experimental realizada e os instrumentos de recolha de dados aplicados para aferir o impacto da intervenção.
4. Análise e Discussão dos Resultados – Apresenta e interpreta os resultados obtidos antes e após a intervenção, à luz dos objetivos e da literatura.

Conclusões – Sintetiza os principais resultados, contributos, limitações e sugestões para investigação futura.

1 Enquadramento Teórico

Este capítulo apresenta uma reflexão crítica e fundamentada sobre os conceitos e abordagens essenciais à análise das tecnologias aplicadas à SST, especialmente no contexto do trabalho solitário na indústria siderúrgica. Inicialmente, são abordadas as principais diretrizes legais e normativas que regulamentam a SST e o trabalho solitário, destacando-se práticas nacionais e internacionais. Posteriormente, são exploradas detalhadamente as características, riscos específicos e desafios do trabalho solitário, e, por fim, são apresentadas as tecnologias emergentes e práticas recomendadas para monitorizar e gerir esses riscos, integrando modelos teóricos relevantes para compreender e mitigar os desafios nesta indústria.

1.1 Monitorização da Segurança e Saúde no Trabalho

A monitorização da SST tem conhecido uma evolução significativa nas últimas décadas, acompanhando os avanços tecnológicos que permitem um controlo mais eficiente e imediato das condições laborais. Esta transformação resulta da crescente preocupação com a segurança dos trabalhadores, particularmente em setores de elevado risco, como a siderurgia, onde fatores perigosos como elevadas temperaturas, gases tóxicos e equipamentos pesados são omnipresentes (Cunha & Ribeiro, 2021).

Atualmente, a monitorização em SST baseia-se fortemente na digitalização, na integração da *Internet* das Coisas (IoT) industrial, inteligência artificial (IA) e técnicas avançadas de análise preditiva de dados. Dispositivos inteligentes, como sensores ambientais, sensores de gases, detetores de movimento e sistemas GPS de localização, têm sido essenciais na gestão preventiva de riscos, particularmente em atividades isoladas ou remotas, onde a assistência direta é limitada (González & Fernández, 2022; Lee *et al.*, 2023).

Oliveira *et al.* (2020) destacam que dispositivos eletrónicos para monitorização pessoal têm revolucionado a segurança, proporcionando informações precisas e imediatas sobre parâmetros vitais, localização e condições ambientais, essenciais para intervenções rápidas e específicas em situações críticas. Adicionalmente, a integração destes dispositivos em sistemas automatizados de alerta e resposta a emergências melhora significativamente a capacidade de mitigação de acidentes (Choudhry & Fang, 2021).

Sistemas integrados de gestão de SST, suportados por plataformas digitais e *softwares* especializados, permitem uma análise centralizada dos dados recolhidos, promovendo uma abordagem preventiva proativa. Estudos recentes indicam que a utilização de realidade aumentada (AR) e realidade virtual (VR) em programas de formação incrementa a preparação dos trabalhadores, permitindo simulações seguras e controladas de cenários de

alto risco, reduzindo a ocorrência de acidentes reais (Rodrigues & Almeida, 2024; Suárez *et al.*, 2023).

No entanto, a implementação destas tecnologias enfrenta desafios significativos, incluindo resistência por parte dos trabalhadores e gestores, exigências de formação técnica especializada, custos elevados iniciais e dificuldades na integração com sistemas já existentes (Ferreira & Costa, 2023). Para superar estas barreiras, é essencial promover uma cultura organizacional de segurança sólida, que enfatize a formação contínua, a comunicação eficaz e o envolvimento direto dos trabalhadores nos processos de mudança tecnológica (Santos & Lopes, 2022).

A monitorização tecnológica da SST ultrapassa a mera identificação de perigos, possibilitando a antecipação de incidentes através da identificação de padrões, previsão de falhas e tomada de decisões fundamentadas. Esta abordagem não apenas reforça a segurança, mas também melhora continuamente os processos operacionais, garantindo um ambiente laboral mais seguro, resiliente e produtivo (Duan *et al.*, 2024).

A importância estratégica da monitorização é reforçada pela norma internacional ISO 45001, que recomenda práticas robustas de identificação e avaliação contínua de perigos e gestão sistemática de riscos ocupacionais. Esta norma enfatiza a necessidade de integrar ferramentas digitais avançadas, permitindo uma avaliação contínua do desempenho organizacional e uma resposta proativa a desvios (ISO, 2018).

Entre os benefícios fundamentais da monitorização tecnológica da SST incluem-se:

- Melhoria contínua do desempenho operacional;
- Redução significativa das falhas e acidentes;
- Cumprimento consistente das obrigações legais;
- Reforço da competitividade e imagem institucional;
- Aumento da confiança dos *stakeholders*, incluindo trabalhadores, clientes e autoridades reguladoras (Smith & Barling, 2022).

Considerando a diversidade das operações nos setores industriais, como construção civil, logística e siderurgia, é essencial que as soluções tecnológicas sejam flexíveis e adaptáveis às especificidades de cada contexto operacional. Tal adaptação exige a seleção cuidadosa de tecnologias adequadas, definição rigorosa de indicadores de desempenho (*Key Performance Indicators* (KPI)), sensibilização contínua das equipas e revisões periódicas dos processos de segurança (Zhang *et al.*, 2023).

As principais ferramentas tecnológicas atualmente utilizadas incluem:

- *Softwares* integrados de gestão de SST;
- Aplicações móveis dedicadas à segurança;
- Plataformas avançadas de análise de dados (*Big Data Analytics*);

- Sensores inteligentes para detecção de condições perigosas;
- Sistemas de gestão preditiva de manutenção e SST;
- Drones e robótica para inspeções remotas;
- Tecnologias imersivas como realidade virtual e aumentada;
- Soluções baseadas em IA para gestão de risco e segurança.

Os métodos utilizados para monitorizar e avaliar a eficácia das práticas de SST abrangem:

- Auditorias internas e externas regulares;
- Indicadores-chave de desempenho (KPI);
- Inspeções periódicas e listas de verificação (*checklists*) eficientes (Kwon *et al.*, 2024);
- Monitorização contínua através de sensores e *softwares* analíticos;
- Relatórios interativos e *dashboards* de fácil interpretação visual.

Persistem, contudo, desafios específicos:

- Resistência cultural e operacional à mudança;
- Gestão eficaz do volume significativo de dados gerados;
- Necessidade de integração eficiente com sistemas já existentes;
- Custos elevados associados à aquisição e implementação inicial;
- Exigências significativas em termos de formação técnica especializada dos trabalhadores.

As tendências futuras emergentes incluem:

- Automatização crescente da recolha e análise de dados por IA;
- Plataformas integradas de gestão de SST com recursos avançados de *business intelligence*;
- Aplicação de realidade aumentada em auditorias remotas e inspeções virtuais;
- Implementação de gémeos digitais para simular e prever falhas operacionais.

Estas tendências tecnológicas demonstram claramente o papel crucial das ferramentas digitais avançadas na melhoria contínua da segurança laboral, especialmente em contextos críticos como o trabalho solitário, onde a capacidade imediata de resposta pode literalmente salvar vidas.

1.2 Trabalho Solitário e Segurança e Saúde no Trabalho

O trabalho solitário é um fenómeno que desafia significativamente a gestão da SST, particularmente em indústrias de elevado risco, como a siderúrgica. Este tipo de atividade

caracteriza-se pela execução de tarefas sem supervisão direta ou contacto imediato com outros trabalhadores, o que expõe os profissionais a vulnerabilidades acrescidas e coloca desafios adicionais às estratégias tradicionais de segurança. Desta forma, torna-se imperativo compreender profundamente as complexidades associadas ao trabalho solitário e desenvolver abordagens eficazes que equilibrem a autonomia do trabalhador com a garantia rigorosa da sua segurança física e psicológica (Kim & Lee, 2023).

O trabalho solitário comporta um paradoxo intrínseco: por um lado, a autonomia associada à execução independente das tarefas pode potenciar maior eficiência e agilidade operacional; por outro lado, a ausência de supervisão direta aumenta exponencialmente os riscos de acidentes e compromete a capacidade de intervenção rápida em emergências (Zimmerman *et al.*, 2023). Esta situação é especialmente crítica em ambientes industriais complexos, como a siderurgia, onde trabalhadores solitários frequentemente enfrentam riscos elevados que não são facilmente mitigáveis através de abordagens convencionais de segurança.

Na indústria siderúrgica, a adversidade das condições de trabalho é particularmente marcante, incluindo exposição a temperaturas extremas, maquinaria pesada, substâncias químicas perigosas e outros fatores ambientais agressivos. Nestes contextos, o trabalho solitário agrava não apenas os riscos físicos, como quedas, queimaduras e acidentes relacionados com maquinaria, mas também aumenta significativamente os riscos psicossociais, incluindo *stress*, ansiedade e isolamento social (Silva & Martins, 2023; Leka & Jain, 2022). Adicionalmente, a ausência de interações regulares limita a troca de experiências e boas práticas, reduzindo a eficácia da supervisão e aumentando a vulnerabilidade a erros humanos.

Para abordar eficazmente estes desafios, a gestão da SST deve evoluir para um modelo híbrido, integrando tecnologias avançadas de monitorização e comunicação com estratégias robustas de formação contínua e suporte psicossocial. Dispositivos tecnológicos como o TWIG *One EX* e o MSA *ALTAIR iO4* têm-se revelado particularmente úteis, possibilitando a monitorização da localização em tempo real, deteção automática de quedas e emissão de alertas imediatos em situações críticas (González & Fernández, 2022; Choudhry & Fang, 2021). Contudo, estas soluções tecnológicas devem necessariamente ser complementadas por políticas organizacionais fortes, que promovam uma cultura de segurança baseada em resiliência, comunicação transparente e suporte interpessoal, não dependendo exclusivamente de instrumentos digitais (Hollnagel, 2014; Provan *et al.*, 2023).

A tensão entre as especificidades do trabalho solitário e as estratégias tradicionais de SST pode ser mais bem compreendida à luz dos modelos teóricos de segurança existentes. O modelo de Heinrich (1959) atribui predominantemente os acidentes ao comportamento

humano, enquanto o modelo sistémico do "queijo suíço" de Reason (1990) considera que os acidentes resultam da combinação de múltiplas falhas organizacionais. Complementarmente, o modelo *Safety II* de Hollnagel (2014) advoga uma abordagem pragmática, centrada na capacidade de adaptação e resiliência dos trabalhadores face a situações imprevistas. No contexto do trabalho solitário, é essencial adotar uma abordagem integrada que combine elementos dos diferentes modelos, focando simultaneamente na mitigação de riscos sistémicos e na promoção da capacidade adaptativa e proativa dos trabalhadores (Duan et al., 2024).

Este subcapítulo desdobra-se em duas secções fundamentais: a primeira (1.2.1) aborda detalhadamente o enquadramento legal e normativo aplicável ao trabalho solitário, proporcionando uma visão comparativa entre o quadro legislativo português e diversas práticas internacionais de referência, como as do Reino Unido, Canadá, Austrália e países nórdicos. A segunda secção (1.2.2) aprofunda a conceptualização do trabalho solitário no quadro mais amplo da SST, relacionando-o com os desafios específicos da indústria siderúrgica. São exploradas as principais vulnerabilidades físicas e psicossociais que caracterizam o trabalho solitário neste setor, bem como as suas interdependências com fatores operacionais, estruturais e ambientais. A análise recorre a modelos teóricos consolidados e apresenta uma sistematização de estratégias tecnológicas e organizacionais de mitigação, ilustradas numa síntese final que agrega os elementos críticos desta relação complexa.

1.2.1 Enquadramento Legal e Normativo

O enquadramento legal e normativo constitui um elemento crítico na gestão eficaz da SST, especialmente em contextos de trabalho solitário. A legislação nacional e internacional estabelece diretrizes essenciais para a proteção dos trabalhadores, definindo obrigações concretas para empregadores e trabalhadores, que vão desde a implementação de medidas preventivas específicas até à utilização obrigatória de equipamentos de proteção individual e procedimentos rigorosos para emergências.

Para uma melhor compreensão, apresenta-se a seguir a Tabela 1, com uma análise (com algum detalhe) comparativa do enquadramento legal e normativo aplicável ao trabalho solitário em diferentes contextos nacionais e internacionais, incluindo legislação, regulamentos específicos e melhores práticas identificadas.

Tabela 1 - Resumo do Enquadramento Legal e Normativo

País	Enquadramento Legal e Normativo	Obrigações específicas e boas práticas
Portugal	Constituição da República Portuguesa (Art. 59.º); Lei n.º 102/2009; Portaria n.º 71/2015	Implementação de sistemas de prevenção; formação específica; utilização obrigatória de EPI; estrutura organizacional definida para SST.
Reino Unido	<i>Health and Safety at Work</i> etc. Act 1974; <i>Management of Health and Safety at Work Regulations</i> 1999; Guia da HSE sobre trabalho solitário	Avaliações regulares de risco para trabalho solitário; formação obrigatória; sistemas eficazes de comunicação e monitorização contínua.
Austrália	Legislação nacional específica	Avaliações regulares obrigatórias; monitorização eficaz; comunicação regular obrigatória através de sistemas tecnológicos.
Canadá	Regulamentações específicas provinciais (ex: <i>WorkSafeBC</i>)	Implementação obrigatória de sistemas de monitorização e comunicação frequente; protocolos rigorosos para emergências; formação contínua específica.
Estados Unidos	<i>General Duty Clause</i> (OSHA); regulamentações adicionais específicas por setor	Avaliação e mitigação de riscos; adoção de tecnologias específicas de segurança; diretrizes adicionais em setores como petróleo e gás.
União Europeia	Diretrizes da <i>European Industrial Gases Association</i> (EIGA)	Desenvolvimento e aplicação de boas práticas com reguladores; utilização de tecnologias de segurança avançadas; protocolos claros e específicos para emergências.

Esta análise revela semelhanças na preocupação transversal com a avaliação regular de riscos e a implementação de sistemas eficazes de comunicação e monitorização entre Portugal e os restantes países analisados. Contudo, destacam-se diferenças importantes, como a existência explícita de regulamentação específica para trabalho solitário em países como Austrália e Canadá, contrastando com o enquadramento português, onde tais regulamentações são mais gerais e menos detalhadas. Estas diferenças sublinham a necessidade de Portugal evoluir para uma abordagem mais explícita e detalhada, visando garantir uma proteção mais robusta e eficaz dos trabalhadores em contextos de isolamento laboral.

1.2.2 Conceptualização e Relação com a Indústria Siderúrgica - Abordagem Sumária

O trabalho solitário pode ser definido como qualquer atividade profissional realizada sem a presença física de outros colegas ou supervisores, durante um período em que o trabalhador não tem possibilidade imediata de obter auxílio em caso de incidente (EU-OSHA, 2021). Estudos como o de Wong *et al.* (2020) reforçam que o trabalho solitário, especialmente em ambientes industriais perigosos, está associado a um maior índice de acidentes graves e subnotificados, devido à ausência de testemunhas e de resposta imediata. Esta definição inclui uma ampla variedade de contextos laborais, nos quais o isolamento não é apenas geográfico, mas também funcional, comunicacional ou temporal. O fenómeno do trabalho solitário exige, por isso, uma abordagem conceptual que reconheça a sua natureza multidimensional e o facto de poder ocorrer tanto em ambientes fixos como móveis, urbanos ou remotos, e em diferentes sectores de atividade.

Em paralelo, a SST constitui uma disciplina essencial para a promoção do bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores, através da identificação, avaliação e controlo dos riscos profissionais. No contexto contemporâneo, a SST vai além do cumprimento legal, integrando princípios de prevenção proactiva, cultura organizacional positiva e gestão participativa do risco. A sua eficácia reside na articulação entre políticas organizacionais, tecnologia, formação e envolvimento dos trabalhadores (EU-OSHA, 2021; ILO, 2022; Schulte *et al.*, 2021).

O trabalho solitário constitui um desafio relevante para a SST, precisamente por contrariar muitos dos pressupostos que sustentam a gestão tradicional da segurança, como a supervisão direta, o apoio entre pares ou a rápida resposta a emergências. Neste sentido, a conceptualização da SST em contextos de isolamento exige uma reconfiguração das estratégias preventivas e reativas, reforçando mecanismos como a monitorização em tempo real, os protocolos de emergência automatizados e os programas de apoio psicossocial.

Este tipo de trabalho constitui uma realidade frequente em setores industriais de grande escala, como a siderurgia, onde tarefas como rondas, manutenções preventivas, vigilância ou operações em horários noturnos são, frequentemente, realizadas por um único trabalhador.

A ausência de supervisão direta implica riscos acrescidos, exigindo abordagens específicas no âmbito da SST. Os agentes de risco físicos (ruídos, vibrações, temperaturas extremas, radiações, anomalias de pressão, iluminação inadequada ou energia elétrica, que, se não controlados podem vir a ocasionar quedas, queimaduras, esmagamento, perdas auditivas, etc) coexistem com riscos psicossociais (isolamento, fadiga, ansiedade), sendo particularmente relevantes em ambientes industriais de elevada periculosidade e exigência física e mental.

A indústria siderúrgica, devido às suas características operacionais e estruturais, apresenta um conjunto de desafios específicos: atmosferas hostis, equipamentos pesados, zonas de difícil acesso e ambientes ruidosos e térmicos extremos. Estes fatores intensificam a necessidade de monitorização contínua e de sistemas de resposta rápida, especialmente quando os trabalhadores se encontram solitários (Fundacentro, 2017; NIOSH, 1986; Silva & Martins, 2023).

Para além da caracterização dos riscos, importa reconhecer que a eficácia da resposta organizacional depende da articulação entre tecnologia, cultura de segurança e capacitação dos trabalhadores. Soluções como sensores de movimento, dispositivos com GPS, alarmes automáticos ou comunicação por rádio constituem ferramentas de mitigação relevantes, mas carecem de integração com protocolos de atuação, procedimentos de emergência e envolvimento dos próprios trabalhadores.

Diversos modelos teóricos ajudam a estruturar esta análise. Heinrich (1959) destaca o peso do comportamento individual, enquanto Reason (1990), através do modelo do queijo suíço, sublinha a importância de múltiplas barreiras de proteção sistémica. Hollnagel (2014), com o modelo *Safety II*, contribui com uma visão centrada na resiliência e na capacidade de adaptação dos trabalhadores a contextos complexos e dinâmicos.

Para uma visão mais estruturada das principais dimensões associadas ao trabalho solitário na indústria siderúrgica, apresenta-se de seguida a Tabela 2, que sintetiza os tipos de tarefas, riscos, tecnologias, estratégias organizacionais e modelos de análise mais pertinentes, agora complementada com referências bibliográficas que sustentam cada dimensão.

Tabela 2 - Caracterização do Trabalho Solitário na Indústria Siderúrgica

Dimensão	Descrição e Exemplos	Referências
Tipos de tarefas isoladas	Manutenção preventiva, vigilância de equipamentos, rondas de inspeção, turnos noturnos.	EU-OSHA (2021); Wong <i>et al.</i> (2020)
Riscos físicos	Quedas, queimaduras, exposição a agentes químicos, choque térmico, esmagamento.	Fundacentro (2017); NIOSH (1986)
Riscos psicossociais	Isolamento, fadiga, ansiedade, sentimento de insegurança.	Stenger <i>et al.</i> (2014); UGT (2017)
Tecnologias de suporte	Dispositivos móveis, sensores de movimento, alarmes automáticos, comunicação por rádio.	Patel <i>et al.</i> (2022); Choudhry & Fang (2021)
Estratégias organizacionais	Cultura de segurança, procedimentos de emergência específicos, supervisão indireta.	Hollnagel (2014); Provan <i>et al.</i> (2023)
Modelos teóricos aplicáveis	Heinrich (comportamental), Reason (sistémico), Heinrich (1959); Reason (1990); Hollnagel (resiliência e adaptação). Hollnagel (2014)	

A abordagem integrada ao trabalho solitário na siderurgia exige, assim, uma conjugação entre medidas técnicas, organizacionais e humanas, permitindo não apenas mitigar riscos, mas também promover uma cultura de segurança inclusiva e resiliente.

2 Metodologia

Este capítulo tem como propósito explicitar a abordagem metodológica adotada para concretizar os objetivos do presente trabalho de projeto, centrado na análise de tecnologias aplicadas à SST no contexto do trabalho solitário numa unidade siderúrgica. Dada a natureza aplicada e interventiva do estudo, optou-se por uma abordagem de investigação-ação, conjugando métodos qualitativos e quantitativos, de modo a compreender a realidade em profundidade, propor soluções e avaliar os seus efeitos.

A metodologia adotada estrutura-se em torno de um ciclo iterativo de diagnóstico, intervenção e avaliação, compatível com os princípios da investigação-ação. A pluralidade de técnicas utilizadas visa garantir a triangulação da informação recolhida. Este capítulo descreve, pois, os procedimentos metodológicos seguidos, abordando de forma articulada o estudo de caso desenvolvido numa unidade siderúrgica em Portugal, e apresenta um esquema global da investigação, preparando a leitura do capítulo seguinte.

Para responder à questão de investigação — "Será possível melhorar as condições de segurança dos trabalhadores solitários através da aplicação de tecnologias específicas na indústria siderúrgica?" — delinearão-se os seguintes objetivos: i) identificar e caracterizar os tipos de trabalho solitário existentes; ii) identificar e analisar soluções tecnológicas com potencial de aplicação; iii) realizar um estudo comparativo das soluções recolhidas; iv) elaborar um plano de implementação; v) proceder à sua aplicação experimental; e vi) avaliar o impacto das medidas adotadas. A abordagem metodológica delineada foi concebida para garantir a coerência com estes objetivos, aliando rigor científico e aplicabilidade prática.

2.1 Abordagem Metodológica

A investigação adotou uma abordagem qualitativa com elementos quantitativos de apoio, orientada pela lógica da investigação-ação. Esta abordagem, amplamente utilizada em contextos de intervenção organizacional e melhoria de práticas profissionais, permitiu a imersão no contexto real da organização e a intervenção direta com vista à melhoria das condições de SST. A investigação-ação, tal como definida por Lewin (1946) e aprofundada por autores contemporâneos como McNiff (2017), Herr & Anderson (2015) e Coghlan & Brannick (2019), estrutura-se em ciclos iterativos de planejar-agir-observar-refletir. Esta abordagem é particularmente adequada para o estudo em causa, pois privilegia a participação ativa dos intervenientes e a transformação contextualizada da realidade.

A escolha desta abordagem metodológica justifica-se pela natureza complexa e multidimensional do problema em estudo: o trabalho solitário em contexto industrial. Era essencial compreender as práticas existentes, identificar fragilidades, propor soluções

tecnológicas adequadas e avaliar a sua implementação, em contexto real e com envolvimento dos trabalhadores. O recurso a um estudo de caso, tal como defendido por Yin (2022), permitiu aprofundar o fenómeno em contexto específico, com enfoque na compreensão das interações entre os elementos humanos, organizacionais e tecnológicos. A investigação-ação, ao conjugar investigação com intervenção, mostrou-se adequada para este propósito, favorecendo a construção de conhecimento prático e relevante.

2.2 Técnicas de Recolha de Dados

Para garantir a validade e riqueza dos dados, recorreu-se a técnicas complementares, com base em referenciais metodológicos atuais (Creswell & Poth, 2018; Yin, 2022; Flick, 2018):

Observação participante: permitiu acompanhar trabalhadores no terreno, compreendendo as condições reais dos postos solitários. Foram registadas notas de campo sistematizadas. Esta técnica favoreceu a imersão no ambiente de trabalho e a identificação de riscos e limitações operacionais normalmente não perceptíveis através de outras fontes.

Entrevistas informais: realizadas em contexto natural de trabalho, com trabalhadores e chefias, de forma espontânea e não estruturada. O objetivo foi recolher perceções, experiências e sugestões sobre as condições de trabalho, riscos e medidas de segurança. Esta técnica permitiu aceder a interpretações pessoais e contextuais, enriquecendo a compreensão do fenómeno estudado.

Questionários: foram concebidos dois instrumentos (Apêndices A e B) – um de diagnóstico inicial e outro de avaliação final após a implementação das soluções. Ambos integram questões fechadas (com recurso a escalas do tipo Likert) e questões abertas, abordando práticas em contexto de trabalho solitário, perceções de risco e impacto percebido das medidas implementadas. Foi elaborado um guião estruturado para cada questionário, identificando o objetivo específico de cada questão (Apêndices C e D, respetivamente). Esta técnica permitiu quantificar perceções e monitorizar a evolução dos indicadores ao longo da intervenção, sendo os resultados analisados através de estatística descritiva simples. Os dados recolhidos e respetivo tratamento encontram-se nos Apêndices E, F e G.

Análise documental: foi realizada a consulta e análise de documentação interna da empresa (organogramas, fichas de posto de trabalho, relatórios de segurança, mapas de risco, registos de acidentes, entre outros), com o objetivo de identificar e caracterizar os postos de trabalho considerados solitários, bem como compreender a estrutura organizacional e os procedimentos existentes em matéria de SST. Esta técnica foi fundamental para

complementar a informação obtida no terreno e garantir uma abordagem fundamentada e contextualizada.

Pesquisa exploratória de soluções tecnológicas: realizou-se uma análise sistemática de fontes técnicas (catálogos, fichas técnicas, artigos, *white papers* e relatórios técnicos) relativas a tecnologias aplicadas à monitorização de trabalhadores solitários. A pesquisa centrou-se em soluções como dispositivos de alarme pessoal, sensores biométricos, comunicações móveis, sistemas de geolocalização, entre outros. Esta técnica permitiu construir uma base comparativa de alternativas tecnológicas, que seria posteriormente avaliada com recurso a análise *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* (SWOT).

Esta abordagem permitiu identificar, de forma estruturada, os pontos fortes e fracos internos, bem como as oportunidades e ameaças externas associadas a cada tecnologia analisada.

A opção por esta ferramenta justifica-se pela sua simplicidade, aplicabilidade prática e capacidade de promover reflexão crítica, sendo amplamente utilizada em contextos organizacionais e de apoio à gestão de projetos (Kotler & Keller, 2012; Oliveira, 2011). Neste estudo, foram elaboradas análises SWOT individuais para cada uma das tecnologias consideradas, permitindo uma avaliação qualitativa comparativa com base em múltiplas dimensões: desempenho técnico, facilidade de integração, custo, robustez e alinhamento com os requisitos legais e operacionais da indústria siderúrgica.

Apesar das suas vantagens, reconhecem-se limitações inerentes à subjetividade da análise e à possível superficialidade na identificação dos fatores, pelo que a interpretação dos resultados foi complementada com uma análise crítica e cruzada, a fim de fundamentar de forma mais robusta a escolha das soluções a implementar.

2.3 Procedimentos de Investigação

A investigação decorreu em sete fases principais, sistematizadas na Tabela 3 - Resumo das Fases Metodológicas, que se segue. Estas etapas permitem compreender a lógica sequencial da intervenção e o modo como os dados foram produzidos e analisados.

Tabela 3 - Resumo das Fases Metodológicas

Fase	Designação	Descrição
1	Levantamento preliminar	Análise documental e observação inicial da realidade organizacional.
2	Diagnóstico dos postos solitários	Identificação e caracterização dos postos de trabalho solitário existentes.
3	Pesquisa de soluções tecnológicas	Recolha de dados sobre tecnologias de monitorização de SST. SWOT por cada solução.
4	Análise comparativa das soluções	Avaliação das soluções quanto a critérios técnicos e económicos.
5	Planeamento da implementação	Definição do plano de implementação das soluções selecionadas.
6	Aplicação experimental	Instalação e teste experimental de algumas soluções tecnológicas.
7	Avaliação dos resultados	Avaliação do impacto com base em indicadores e perceções dos trabalhadores.

2.4 Considerações Éticas

Todos os participantes foram informados sobre os objetivos do estudo, tendo sido garantidos o anonimato, a confidencialidade dos dados e o consentimento livre e esclarecido. A investigação foi autorizada pela empresa e desenvolvida sem interferência nas operações ou nos direitos dos trabalhadores.

2.5 Considerações Finais

A metodologia descrita permitiu desenvolver uma investigação fundamentada e participativa, alinhada com os princípios da melhoria contínua em SST. O recurso a múltiplas fontes e métodos garantiu a riqueza e credibilidade dos dados obtidos. No capítulo seguinte, será apresentado o estudo de caso, com a caracterização da organização, a identificação dos postos solitários e a descrição da intervenção e dos seus resultados.

3 Estudo de Caso

Este capítulo apresenta o estudo de caso realizado numa empresa do setor siderúrgico (Grupo XPTO), integrando a caracterização da organização e o desenvolvimento das etapas necessárias para cumprir os objetivos específicos deste projeto. Abordam-se, por ordem, a identificação dos postos de trabalho solitário existentes, a análise comparativa das diversas soluções tecnológicas de monitorização de segurança disponíveis no mercado, a elaboração de um plano de implementação das medidas selecionadas, a descrição das medidas efetivamente adotadas e, por fim, a análise do impacto resultante da implementação dessas medidas na organização.

3.1 Caracterização da Organização

A empresa AB é uma unidade industrial localizada em Portugal, pertencente ao Grupo XPTO, um grupo empresarial familiar especializado na produção e distribuição de produtos siderúrgicos longos. Embora partilhe os princípios, objetivos estratégicos e sistemas de gestão do Grupo, a empresa AB constitui o foco exclusivo deste estudo de caso, sendo sobre ela que incide a análise das condições de trabalho solitário e as soluções tecnológicas aplicadas à SST.

O Grupo XPTO, com mais de 1000 colaboradores distribuídos por várias fábricas e armazéns na Península Ibérica (6 fábricas de produção/transformação de aço e 2 de reciclagem), possui uma capacidade instalada de produção de 3 milhões de toneladas. Opera através de fornos de arco elétrico, transformando sucata numa ampla gama de produtos como aço nervurado, fio-máquina, perfis, billetes e malhas electrossoldadas. Em março de 2023, o Grupo expandiu-se com a aquisição de uma nova unidade em França, que passou a funcionar como armazém de distribuição, reforçando a presença do grupo no mercado europeu.

A empresa AB, enquanto integrante do Grupo, partilha dos seus valores organizacionais que se centram na sustentabilidade, nas pessoas e nos clientes. O grupo está empenhado no desenvolvimento sustentável da sua atividade, mantendo sistemas de gestão que garantem a qualidade dos produtos, a melhoria contínua dos processos, a segurança no trabalho, a proteção ambiental e a eficiência energética. Todas as fábricas possuem certificação de qualidade ISO 9001, sistemas de gestão ambiental ISO 14001 e estão abrangidas por um sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional certificado pela ISO 45001. Adicionalmente, o grupo implementou sistemas de gestão de energia segundo a norma ISO 50001, refletindo a prioridade dada à eficiência energética nas operações.

No domínio da SST, a empresa AB adota uma abordagem preventiva robusta, sustentada por sistemas de gestão alinhados com a norma ISO 45001 e por práticas que

visam reduzir sistematicamente os riscos profissionais. A sua política de SST inclui ações de formação contínua, participação dos trabalhadores e monitorização rigorosa dos indicadores de sinistralidade.

Nos últimos anos, a empresa registou uma melhoria significativa nos indicadores de sinistralidade. A Tabela 4 apresenta uma síntese consolidada dos principais dados de sinistralidade entre 2021 e 2024, destacando o número de acidentes com baixa por sexo, bem como os índices de frequência e de gravidade nas diversas unidades do Grupo XPTO.

Tabela 4 - Indicadores de Sinistralidade no Grupo XPTO (2021–2024)

Indicador	Localização	2021	2022	2023	2024
Nº Acidentes com Baixa (H)	Todo o Grupo XPTO	45	53	39	-
Nº Acidentes com Baixa (M)	Todo o Grupo XPTO	2	0	0	-
Índice de Frequência	AB	37,71	35,3	7,49	2,89
	Portugal Norte	9,41	8,87	7,08	Sem informação
	Galiza	24,24	9,38	4,81	Sem informação
	Saragoça	5,62	13,77	5,36	Sem informação
	Portugal Centro	1,23	1,49	0,92	0,03
Índice de Gravidade	Portugal Norte	0,42	0,68	-	-
	Galiza	0,84	0,12	-	-
	Saragoça	0,13	0,13	-	-

Fonte: Grupo XPTO, 2024

A análise dos dados demonstra uma tendência de melhoria contínua, especialmente na unidade de Portugal Centro, que atingiu em 2024 uma marca histórica de mais de 800 dias sem acidentes com baixa. Este desempenho positivo reflete o compromisso da organização com a prevenção, traduzido na implementação de medidas eficazes e numa cultura de segurança consolidada.

A continuidade da redução da sinistralidade constitui não apenas um indicador de eficácia organizacional, mas também um fator de competitividade, sustentabilidade e responsabilidade social corporativa.

Este contexto organizacional favorável serve de base para a implementação das medidas de proteção de trabalhadores solitários descritas neste estudo de caso, garantindo alinhamento com os valores e políticas da empresa.

3.2 Identificação dos Postos de Trabalho Solitário

Este subcapítulo visa responder ao primeiro objetivo específico deste trabalho, que consiste em identificar e caracterizar os tipos de trabalho solitário existentes na empresa AB, considerando a natureza das tarefas, os riscos envolvidos e o grau de isolamento operacional.

Na empresa AB, foram identificadas diversas situações de trabalho solitário, correspondentes a funções desempenhadas por trabalhadores que, durante o seu período de atividade, não mantêm contacto direto ou regular com outros colegas ou supervisores. Estas situações ocorrem quer em períodos noturnos e de fim de semana, quer em locais solitários dentro do complexo industrial, representando um risco acrescido para a segurança e saúde dos trabalhadores.

A identificação dos postos de trabalho solitário teve por base observações diretas, entrevistas a responsáveis operacionais e análise documental, sendo definidos critérios de perigosidade e prioridade de intervenção, que permitiram uma hierarquização das situações detetadas. Os critérios utilizados foram:

- Grau de isolamento físico e comunicacional (ex.: distância dos restantes postos, ausência de meios de comunicação imediata);

- Exposição a riscos específicos (ex.: máquinas em movimento, altura, calor, agentes químicos);

- Histórico de incidentes ou quase-acidentes;

- Frequência e duração da tarefa em regime solitário;

- Necessidade de resposta rápida em caso de emergência.

A Tabela 5 apresenta os principais postos de trabalho solitário identificados, com base nos critérios acima definidos.

Tabela 5 - Postos de Trabalho Solitário na Empresa AB

Nº	Trabalho	Periodicidade	Função	Perigosidade	Prioridade na Implementação
1	Controlo na central de gases	Diária	Operador da Central de Gases	Alta	Já implementadas
2	Trabalho nas galerias técnicas	Semanal	Operadores de Manutenção Elétrica e Mecânica	Média	Média
3	Trabalho nas pontes rolantes	Diária	Operadores de Manutenção e Produção	Média	Média
4	Telas de alimentação do forno elétrico	Semanal	Operadores de Manutenção Elétrica e Mecânica	Média	Média
5	Máquinas de produção de malha	Diária	Operadores de Produção	Alta	Alta
6	Máquinas de produção Trefiladoras	Diária	Operadores de Produção	Alta	Alta
7	Condução da locomotiva no ramal exterior	Semanal	Operadores de Expedição	Alta	Alta
8	Classificadores de sucata	-	Classificadores de Sucata	Alta	Alta
9	Inspeção em coberturas	Mensal	Operadores do Gabinete Técnico	Baixa	Baixa
10	Trabalho de enfermagem	Diário	Enfermeiros do Trabalho	Baixa	Baixa
11	Vigilância nas instalações (paragens programadas)	4 semanas/ano	Operadores de Manutenção e Produção	Alta	Já implementadas
12	Vigilância das instalações	Diária	Vigilantes Externos	Média	Média
13	Pesagem de sucata	Diária	Basculeiros	Média	Média

Nº	Trabalho	Periodicidade	Função	Perigosidade	Prioridade na Implementação
14	Seleção de sucata com máquinas	Diária	Operadores de Sucata	Média	Média
15	Expedição	Diária	Operadores de Expedição	Média	Média

*Nível de perigosidade: avaliação qualitativa baseada nos riscos físicos e psicossociais identificados.

** Prioridade de intervenção: resultado da combinação entre perigosidade, frequência da tarefa e grau de isolamento.

Como se observa, os trabalhos solitários na empresa AB abrangem uma variedade de funções (operacionais, manutenção, vigilância, apoio técnico e saúde) e frequências de execução. Destacam-se atividades críticas como a manutenção em zonas de risco elevado (galerias técnicas, pontes rolantes, alimentadores de fornos), operações isoladas em equipamentos de produção contínua (malha e trefiladoras), bem como tarefas de vigilância e suporte (rondas de segurança, pesagem de matérias-primas, primeiros socorros).

Cada cenário analisado apresenta riscos específicos, agravados pela ausência de apoio presencial imediato. Por exemplo, um operador solitário numa ponte rolante ou numa galeria técnica pode estar exposto a quedas, atmosferas perigosas ou acidentes sem possibilidade de alerta imediato. Postos com perigosidade elevada e/ou com tarefas de frequência diária foram, por esse motivo, considerados prioritários para intervenção.

De referir ainda que alguns postos já contam com medidas tecnológicas de mitigação implementadas, identificadas na tabela com a designação "já implementadas". A sua análise servirá de referência para a avaliação do impacto das soluções adotadas, bem como para a definição de planos de alargamento a outros contextos com riscos semelhantes.

De forma geral, observa-se que os postos de trabalho solitário com maior prioridade de intervenção se encontram associados a tarefas críticas, com riscos elevados e em contextos de menor visibilidade organizacional. A identificação destes postos constitui uma etapa fundamental para a definição de medidas específicas de mitigação e suporte tecnológico, que serão exploradas nos subcapítulos seguintes.

3.3 Identificação e análise das soluções tecnológicas de monitorização da SST para trabalho solitário

O trabalho solitário (ou trabalho isolado) caracteriza-se por atividades desempenhadas sem a presença ou supervisão direta de colegas, o que acarreta riscos acrescidos para o trabalhador. Em caso de acidente, mal súbito ou outra emergência, a ausência de assistência imediata pode agravar as consequências. Entre os perigos comuns enfrentados pelos trabalhadores solitários destacam-se exposições a gases ou químicos nocivos, quedas, agressões, condições meteorológicas adversas e eventos súbitos de saúde, cujas consequências podem ser particularmente graves na falta de auxílio imediato. Devido a esses riscos, recomenda-se que tais situações sejam evitadas sempre que possível; quando inevitáveis, devem ser adotadas medidas de prevenção e monitorização específicas. Em Portugal não existe legislação genérica específica para trabalho solitário, mas subsiste o dever geral de garantir a segurança do trabalhador. Por exemplo, o Decreto-Lei n.º 139/2002 (em contexto de indústria explosiva) determina que caso um trabalhador tenha de trabalhar

sozinho, a sua segurança individual deve ser controlada por um sistema de aviso. Na prática, isso significa empregar tecnologias ou procedimentos que permitam detetar incidentes e alertar rapidamente equipas de emergência ou supervisão.

Metodologia de identificação: Para seleccionar soluções tecnológicas capazes de monitorizar a SST em contexto de trabalho solitário, procedeu-se a um levantamento de mercado e consulta a fornecedores especializados (*vide* Apêndice H - Consulta ao Mercado). Esta prospeção focou-se em equipamentos e sistemas atuais, disponíveis comercialmente, com potencial para mitigar os riscos identificados. Foram consideradas diversas categorias de dispositivos, privilegiando aqueles que oferecem deteção automática de incidentes (ex: quedas, imobilidade, presença de gases perigosos) e meios de comunicação de alerta (alarme sonoro, comunicação via rede móvel, etc.). Como resultado, identificou-se um conjunto de soluções tecnológicas promissoras, listadas a seguir, sobre as quais se realizou uma análise detalhada:

- **Palmilhas com sensor integrado** – dispositivos inseridos no calçado de segurança que detetam quedas ou ausência de movimento, atuando como *wearables* integrados.
- **Detetor multigás portátil** – monitor de gases portáteis usado pessoalmente para detetar atmosferas perigosas, com funcionalidades de alarme.
- **Relógio inteligente (*smartwatch*) de segurança** – relógio *wearable* com detetor de queda e comunicação, aplicado à proteção do trabalhador solitário.
- **Cartão SOS** – dispositivo pessoal em formato de cartão (*badge*) com botão de pânico e sensores de movimento, discreto e portátil.
- **Aplicação móvel de segurança** – *software* instalado em *smartphone* para envio de alertas SOS e monitorização do trabalhador através do telefone.
- **Dispositivo TWIG (genérico)** – aparelhos dedicados de alarme pessoal para trabalhadores solitários (marca TWIG), robustos e concebidos para ambientes industriais.
- **TWIG Neo** – modelo específico de dispositivo TWIG, compacto e *wearable*, voltado para trabalhadores solitários em diversos contextos.

Para cada uma destas soluções foi realizada uma análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats* – Forças, Fraquezas, Oportunidades, Ameaças), com os resultados apresentados nas tabelas seguintes. Cada tabela SWOT (Tabelas 6 a 12) destaca os principais pontos positivos e limitantes de cada tecnologia, bem como fatores externos que podem favorecer ou ameaçar a sua adoção. Após cada tabela, apresenta-se uma breve reflexão crítica sobre a solução em questão, a qual servirá de base para as decisões tomadas no capítulo seguinte.

Palmilhas com Sensor Integrado

Tabela 6 - Análise SWOT das palmilhas com sensor integrado

Forças (Internas)	Fraquezas (Internas)
• Integradas no EPI (calçado) do trabalhador, não podendo ser esquecidas ou negligenciadas. • Detecção automática de quedas e perda de gestores. verticalidade, acionando alerta sem intervenção do utilizador. • Discrição e mãos livres – não requer ação na tarefa.	• Tecnologia ainda recente/pouco difundida – confiança limitada por parte de utilizadores e • Necessidade de carregamento frequente (bateria integrada na palmilha), podendo ser inconveniente. • Eficácia condicionada ao uso consistente do calçado adequado; se o trabalhador remover as botas, o sistema perde funcionalidade.
Oportunidades (Externas)	Ameaças (Externas)
• Evolução da IoT e sensores miniaturizados pode melhorar desempenho e autonomia. • Integração com sistemas de monitorização centralizados, permitindo reação rápida a incidentes com localização precisa. • Potencial para recolha de dados de ergonomia e fadiga (padrão de marcha), contribuindo para prevenção proativa de acidentes.	• Custos atualmente elevados comparados a EPI tradicionais, podendo dificultar adoção em larga escala. • Resistência dos trabalhadores a novas tecnologias que envolvam dispositivos pessoais (receio de vigilância ou desconforto no calçado). • Ambiente industrial severo (humidade, temperatura, produtos químicos) pode afetar durabilidade dos sensores na palmilha.

Reflexão: As palmilhas com sensores integrados representam uma solução inovadora de monitorização de trabalhadores solitários, convertendo o calçado de segurança em Equipamento de Proteção Conectado. A principal vantagem é a impossibilidade de o trabalhador “esquecer” de usar o dispositivo, dado que este faz parte do seu EPI diário. Além disso, a deteção automática de perda de verticalidade (queda ou desmaio) e a possibilidade de envio de alerta com geolocalização imediata são pontos fortes destacados – por exemplo, a palmilha *XSole* envia alertas com localização precisa em caso de queda ou SOS voluntário, sem necessidade de *smartphone*, através de GPS/GSM integrado. Por outro lado, trata-se de uma tecnologia emergente: a fiabilidade e aceitação ainda precisam ser comprovadas em diferentes setores. A gestão das baterias (carregamento por indução, etc.) e a robustez do dispositivo dentro do calçado levantam questões práticas. Em suma, as palmilhas inteligentes apresentam um elevado potencial de segurança ativa para trabalho solitário, eliminando a dependência da ação humana para disparar alarmes. No entanto, o seu custo e caráter

experimental atualmente implicam que sejam vistas mais como complemento tecnológico promissor do que como solução única, exigindo avaliação cuidadosa do retorno e da viabilidade da sua implementação generalizada.

O orçamento deste produto pode ser consultado orçamento no anexo 1, bem como o panfleto, no anexo 2. *Vide* imagem na figura 1.



Figura 1 - Exemplo de palmilhas de segurança com sensores integrados

Fonte: <https://www.traxxs.net/fr/>

Detetor Multigás Portátil com Trabalho Solitário

Tabela 7 - Análise SWOT do detetor multigás portátil (ex.: MSA Altair io 4)

Forças	Fraquezas
• Detecção imediata de atmosferas perigosas (gases tóxicos ou explosivos), prevenindo acidentes graves por asfixia, intoxicação ou explosão. • Equipamento robusto e concebido para indústria: resistente a quedas e com proteção IP68 (poeiras/água). • Alarmes multimodais (sonoro, visual e vibratório) que alertam eficazmente o utilizador mesmo em ambientes ruidosos. • Este modelo incorpora funcionalidade “homem-morto” (detecção de imobilidade) e botão de SOS/Manual, ampliando a proteção além da detecção de gás.	• Cobertura de risco específica a gases – não lida com outros perigos (ex: não comunica agressões, etc.). • Necessidade de calibração e manutenção periódica dos sensores para garantir fiabilidade (custos de operação contínuos). • Depende do cumprimento do uso pelos trabalhadores – deve ser usado continuamente em áreas de risco (se o colaborador o desligar ou não levar, torna-se inútil).
Oportunidades	Ameaças
• Atende a requisitos legais e normativos em setores onde a monitorização de gases é obrigatória, podendo contar para conformidade regulamentar e seguros. • Integração de tecnologia <i>Bluetooth</i> neste modelo permite enviar alertas em tempo real a equipas remotas via <i>smartphones</i>, bem como registo de dados na “nuvem”, melhorando a resposta a emergências e análise pós-evento. • Aplicável não só a trabalho solitário, mas também a equipas em espaços confinados, paragens de manutenção, etc., ampliando o valor do investimento.	• Custo inicial elevado por unidade, especialmente modelos avançados com conectividade; pode limitar número de dispositivos adquiridos. • Ambientes com interferências eletromagnéticas ou atmosféricas extremas podem afetar a precisão dos sensores (temperaturas muito altas/baixas, humidade).

Reflexão: Os detetores portáteis multigás são uma solução madura e amplamente utilizada na indústria para proteção individual, sendo particularmente relevantes em trabalhos solitários realizados em espaços confinados, em atmosferas potencialmente tóxicas ou explosivas. A sua principal força está na capacidade de salvar vidas através de alertas precoces – por exemplo, identificando níveis perigosos de oxigénio, monóxido de carbono, sulfeto de hidrogénio ou risco de explosividade (LEL) antes que causem incapacitação. O modelo MSA *Altair io4*, em concreto, ilustra essas vantagens: é reconhecido pela elevada robustez (norma militar de queda e certificação IP68) e pela duração prolongada dos sensores

e bateria (operacional por ~24h contínuas). Além disso, incorpora alarmes sonoros, visuais e vibratórios de alta intensidade, e conectividade *Bluetooth*, o que permite enviar alertas para outros locais via aplicação móveis. Este modelo incorpora a funcionalidade complementares de segurança do trabalhador – no caso do *Altair io4*, existe uma função de “*Motion Alert*” (alarme de imobilidade) e “*Instant Alert*” (botão de pânico) que, quando ativados pelo utilizador, transformam o detetor também num dispositivo de alarme pessoal (trabalho solitário). Apesar dessas qualidades, a limitação intrínseca é que se trata de um equipamento especializado na deteção de gases: em contextos onde o principal risco do trabalho solitário não envolve atmosferas perigosas, a sua utilidade diminui. Adicionalmente, requer disciplina operacional (calibração frequente, uso consistente por parte do trabalhador) e investimento considerável. Em síntese, um detetor multigás moderno contribui de forma essencial e insubstituível para segurança em ambientes com riscos químicos, mas deve preferencialmente ser complementado por outros meios de monitorização de integridade do trabalhador para riscos de natureza diversa, podem ser consultados os anexos 3 ao 7, relativamente às características deste equipamento. *Vide* figura 2.



Figura 2 - Detetor multigás portátil MSA Altair io 4

Fonte: <https://gb.msasafety.com/p/000170000800001001>

Relógio inteligente de segurança (*Smartwatch* SOS)

Tabela 8 - Análise SWOT do relógio inteligente com funcionalidades de segurança TWIG Eon EZ7100

Forças	Fraquezas
• Detecção automática de quedas via acelerômetro/giroscópio integrado, disparando alerta se o utilizador sofrer uma queda brusca e ficar inativo. • Presença de botão SOS dedicado na maioria dos modelos, permitindo ao trabalhador acionar um pedido de ajuda imediato em qualquer situação de perigo. • Conveniência e multifuncionalidade: além das funções de segurança, atua como relógio, podendo incluir monitor de frequência cardíaca, GPS e comunicação por voz/dados, agregando valor em saúde ocupacional (ex: detecção de ritmo cardíaco anormal).	• Autonomia limitada da bateria, exigindo recargas diárias (ou cada 1-2 dias), sob pena de falhas no momento crítico se descarregar durante o turno. • Dependem de emparelhamento com <i>smartphone</i> (<i>Bluetooth</i>) para comunicar alertas – em caso de ausência ou avaria do telemóvel de apoio, a capacidade de alerta fica comprometida. • Robustez e certificação: <i>smartwatches</i> convencionais não são intrinsecamente seguros (ATEX) para atmosferas explosivas, e podem ser frágeis em ambientes industriais (choques, temperaturas extremas, químicos).
Oportunidades	Ameaças
• Adoção crescente de <i>wearables</i> na indústria – há investimento em relógios inteligentes robustos para uso profissional, possivelmente certificáveis ou com funcionalidades especializadas (ex. modelos militares ou “<i>rugged</i>”). • Integração em plataformas corporativas de monitorização: dados do relógio (posição GPS, sinais vitais) podem alimentar sistemas centralizados de SST, ou desconforto (monitorização constante, receio de facilitando resposta coordenada e análise de dados de vigilância da sua localização/saúde). • Aumento da consciência dos trabalhadores – por ser um dispositivo visível no pulso, pode reforçar a percepção de segurança e incentivar comportamentos proativos (<i>check-ins</i> regulares, uso do botão SOS em caso de dúvida).	• Obsolescência tecnológica rápida – <i>wearables</i> de consumo são atualizados frequentemente, podendo tornar modelos atuais ultrapassados em poucos anos, gerando custos de substituição e compatibilidade de <i>software</i>. • Possível relutância de utilização: alguns trabalhadores podem sentir intrusão de privacidade (monitorização constante, receio de falhas de detecção/alarme: apesar de algoritmos de confiança no dispositivo como mecanismo de segurança infalível).

Reflexão: O uso de *smartwatches* focados em segurança é uma extensão natural da popularidade dos dispositivos “vestíveis” para fins de saúde e bem-estar, aplicada ao contexto ocupacional. Relógios como o *Apple Watch* popularizaram funcionalidades de detecção de quedas e SOS, e hoje existem modelos ou soluções específicas para empresas que procuram

proteger trabalhadores solitário através de um dispositivo no pulso. A grande vantagem desta solução é a sua usabilidade e versatilidade: um relógio inteligente é fácil de usar, está sempre junto do trabalhador, e pode incorporar múltiplos sensores (movimento, localização GPS, frequência cardíaca) úteis para detetar emergências ou até prevenir problemas (por exemplo, alertando para sinais vitais anormais indicando *stress* térmico ou esforço excessivo). Além disso, a interface familiar reduz a curva de aprendizagem – trabalhadores habituados a *smartphones* adaptam-se rapidamente. Entretanto, várias limitações importantes emergem: a dependência de bateria é crítica (um relógio descarregado equivale a nenhuma proteção) e a necessidade frequente de carregamento pode ser problemática em regimes de trabalho prolongados ou remotos. Igualmente, questões de robustez se colocam – a maioria dos *smartwatches* não foi projetada para ambientes industriais agressivos (poeiras, choques, explosividade), e a ausência de certificação intrínseca de segurança (se usado em zonas ATEX, pode até ser uma fonte de ignição se não for certificado). Por fim, há dependência de conectividade: muitas soluções requerem ligação do relógio a um telemóvel ou rede *Wi-Fi* para comunicar alarmes a distância, o que introduz pontos adicionais de falha. Em suma, um relógio inteligente de segurança pode ser uma excelente camada adicional de proteção, sobretudo em ambientes controlados (por exemplo, segurança patrimonial, trabalhadores de áreas urbanas ou interiores), mas não substitui dispositivos industriais especializados quando os riscos ambientais são elevados ou quando se exige fiabilidade à prova de falhas em qualquer circunstância, podendo ser consultado o anexo 8. *Vide* figura 3.



Figura 3 - Smartwatch com função SOS/deteção de queda - TWIG Eon EZ7100

Fonte: <https://www.twigcom.com>

Cartão SOS (dispositivo em formato badge)

Tabela 9 - Análise SWOT do cartão SOS de trabalhador solitário - Cartão TWIG SOS

Forças	Fraquezas
• Design discreto e portátil – formato de cartão de identificação, podendo ser usado com cartão da empresa, sem chamar atenção ou causar desconforto. • Funcionalidades completas de alarme: integra detecção automática de queda/imobilidade, botão de pânico (SOS), comunicação bidirecional (chamada de voz) e localização via GPS. • Comunicação móvel 4G integrada, independência de <i>smartphone</i> – o próprio cartão tem SIM/eSIM, capaz de enviar alertas diretamente pela rede móvel para central ou contatos de emergência.	• Autonomia de bateria limitada devido ao tamanho ultracompacto – requer recargas frequentes (diárias) e a capacidade de bateria reduzida pode limitar o tempo de operação contínua. • Alcance e volume sonoro possivelmente menores – devido ao formato pequeno, a potência de alto-falante e vibração é restrita, podendo ser menos perceptível em ambientes muito ruidosos (fábricas). • Durabilidade: menos robusto frente a impactos, intempéries ou condições industriais severas (pode não resistir a poeiras, humidade ou choque mecânico intenso).
Oportunidades	Ameaças
• Ideal para setores como saúde, segurança privada e escritórios, onde um dispositivo ostensivo poderia ser indesejado – preenche um nicho de mercado para proteção de profissionais onde já existe um telemóvel corporativo com aplicação de alarme. • Desenvolvimento de tecnologias de miniaturização pode futuramente melhorar a capacidade da bateria e resistência destes dispositivos sem aumentar o tamanho, tornando-os viáveis em mais contextos. • Pode ser incorporado em políticas corporativas se for percebido como monitorização invasiva ou se de identificação – por exemplo, tornar o cartão de gerar falsos alarmes frequentes, pode enfrentar identificação do trabalhador também um dispositivo de alarme, aumentando a taxa de uso.	• Concorrência de <i>smartphones</i>: alguns poderão ostensivo poderia ser indesejado – preenche um nicho de mercado para proteção de profissionais onde já existe um telemóvel corporativo com aplicação de alarme. • Barreiras de sinal em interiores: edifícios industriais podem dificultar GPS e sinal móvel; embora o cartão possua tecnologias de localização <i>indoor</i>, a eficácia depende de infraestrutura no local. • Aceitação pelos utilizadores – apesar de discreto, a eficácia depende de infraestrutura no local.

Reflexão: O Cartão SOS representa uma abordagem de “tecnologia invisível” na proteção de trabalhadores solitários. Em vez de um aparelho volumoso ou vistoso, este dispositivo integra-se no cartão de identificação, passando praticamente despercebido no dia-a-dia do profissional. Essa característica é particularmente valorizada em setores como a

saúde (enfermeiros em visitas domiciliares, por exemplo) ou segurança privada, onde um equipamento de grande porte poderia causar desconforto ou alertar indevidamente terceiros. Apesar do seu tamanho compacto, os cartões SOS modernos não comprometem nas funcionalidades essenciais: por exemplo, o *TWIG SOS Card* inclui sensor de movimento para detetar queda, botão de SOS, comunicação 4G e localização tanto ao ar livre (GPS) quanto dentro de instalações. Ou seja, oferece um nível de proteção equiparável ao de dispositivos maiores da mesma família. As principais limitações advêm justamente do seu formato miniaturizado: a autonomia tende a ser restrita e a robustez física menor. Em ambientes tipicamente atendidos por esta solução (escritórios, hospitais, campus empresariais), esses aspetos são ultrapassados – é relativamente fácil recarregar o dispositivo diariamente, e as condições ambientais não são tão agressivas. Contudo, em contexto industrial pesado, este equipamento mostra-se menos adequado: a duração da bateria e a intensidade dos alarmes (sonoro/vibratório) podem ser insuficientes em turnos prolongados ou locais barulhentos, e a falta de certificação intrínseca de segurança impede seu uso em atmosferas explosivas. Assim, o cartão SOS desponta como excelente solução para trabalhadores solitários em ambientes de baixo a médio risco, complementando a estratégia de SST com mínima intrusão, mas não substitui dispositivos mais robustos quando se trata de contextos industriais extremos, consultar o anexo 9. *Vide* figura 4.



Figura 4 - Cartão SOS de trabalhador solitário - Cartão TWIG SOS

Fonte: <https://www.twigcom.com>

Aplicação móvel de segurança (App para trabalhadores solitários)

Tabela 10 - Análise SWOT da aplicação móvel de monitorização do trabalhador solitário - Safepoint

Forças	Fraquezas
• Custo baixo – aproveita o <i>hardware</i> existente (<i>smartphone</i> do trabalhador), bastando instalar a aplicação; elimina necessidade de adquirir dispositivos dedicados para cada funcionário. • Interface familiar e flexível: permite implementar funcionalidades como botão de pânico virtual, deteção de queda ou ausência de movimento via temporizadores de <i>check-in</i> (o trabalhador confirma <i>smartphone</i> é menos precisa do que dispositivos periodicamente que está seguro) e mesmo deteção de dedicados (podendo exigir que o aparelho esteja no movimento via sensores do telemóvel, tudo numa bolso o tempo todo, o que nem sempre ocorre). • Conectividade ampla: utiliza a rede móvel/<i>internet</i> do próprio <i>smartphone</i> para enviar alertas a supervisores ou trabalhador, etc.), sob risco de conformidade legal centrais, potencialmente com geolocalização instantânea (Proteção de Dados) e de os trabalhadores sentirem e comunicação de voz/dados integrada.	• Dependência do <i>smartphone</i> e do utilizador: se o trabalhador esquecer o telemóvel, ficar sem bateria ou encerrar a aplicação, o sistema falha completamente – ponto único de falha significativo. • Fiabilidade limitada dos sensores do telemóvel: dedicados (podendo exigir que o aparelho esteja no movimento via sensores do telemóvel, tudo numa bolso o tempo todo, o que nem sempre ocorre). • Segurança da informação: requer controlos rigorosos de privacidade e proteção de dados (GPS do próprio <i>smartphone</i> para enviar alertas a supervisores ou trabalhador, etc.), sob risco de conformidade legal centrais, potencialmente com geolocalização instantânea (Proteção de Dados) e de os trabalhadores sentirem invasão de privacidade, reduzindo adesão.
Oportunidades	Ameaças
• Evolução constante de aplicações de segurança subterrâneas, o <i>smartphone</i> pode não ter sinal ocupacional – surgimento de aplicações dedicadas com GSM/<i>Internet</i>, tornando a aplicação inútil quando mais inteligência artificial para detetar padrões de perigo, enviar seria necessária. • Integração com <i>wearables</i>: aplicações podem complementar outros dispositivos – por exemplo, receber sinais de um relógio ou sensor e agir como podem surgir. Alternativamente, fornecer <i>smartphones</i> ponto central de comunicação, agregando valor. • Facilidade de atualização e personalização: novas funcionalidades podem ser distribuídas via atualização remota; a aplicação pode ser configurada para diferentes cenários de risco sem mudar <i>hardware</i>.	• Cobertura de rede: em áreas remotas ou instalações • Conflitos de uso do equipamento pessoal: se a aplicação estiver instalada no telefone pessoal do trabalhador, questões sobre uso fora do horário, receber responsabilidade por custos de dados/bateria, etc., corporativos dedicados aumenta custos e encargos de manutenção. • Concorrência de dispositivos dedicados: empregadores de setores críticos podem preferir instrumentos próprios de segurança pela maior robustez.

Reflexão: As aplicações móveis de segurança surgem como uma solução ágil e econômica para monitorizar trabalhadores solitários, tirando partido da presença constante

dos *smartphones*. Uma aplicação típica de “*lone worker safety*” oferece funcionalidades como botão de emergência (que ao ser acionado envia alerta com localização para contatos predefinidos), alarmes automáticos por inatividade (o utilizador deve responder a notificações periódicas para confirmar que está bem) e até deteção de eventos bruscos usando os sensores internos do telemóvel. A grande vantagem desse modelo é a simplicidade de implementação: praticamente todos os trabalhadores possuem ou podem ser equipados com um *smartphone*, e a distribuição de uma aplicação é imediata e escalável, com custos marginais. Além disso, permite evoluir rapidamente – novas funções podem ser lançadas via atualizações, e integrações com plataformas de gestão de SST são relativamente diretas (muitas aplicações enviam dados para painéis *web* em tempo real). No entanto, a eficácia real dessa solução depende de fatores difíceis de controlar: o comportamento humano (o trabalhador precisa manter o telefone ligado, consigo e com a aplicação ativa) e a disponibilidade de rede (sinal de telemóvel ou *Wi-Fi*). Em ambientes industriais remotos, no interior de tanques ou em túnel, por exemplo, um telemóvel pode ficar sem rede e nenhum alerta chegará ao destinatário – por isso muitas vezes tais aplicações são combinadas com dispositivos satélite ou rádios especializados em último caso. Também há preocupações de privacidade e adoção: a linha entre segurança e vigilância pode ser tênue aos olhos do trabalhador se a aplicação rastreia constantemente sua localização. Em resumo, as aplicações móveis constituem excelentes ferramentas de apoio à segurança de trabalhadores solitários, especialmente como camada adicional de proteção ou solução transitória em organizações com orçamento limitado. Todavia, dificilmente podem ser a única medida em contextos de alto risco, nos quais dispositivos dedicados e redundâncias de comunicação (ex.: canal satélite, rádio) continuam recomendáveis para garantir a robustez do sistema de alerta (consultar o anexo 10, figura 5).



Figura 5 - Interface típica de aplicação de segurança para trabalho solitário Safepoint

Fonte: <https://www.safepointapp.com>

Dispositivo TWIG (alarme pessoal dedicado)

Tabela 11 - Análise SWOT do dispositivo TWIG (alarme de trabalhador solitário dedicado)

Forças	Fraquezas
• Especializado em segurança: Projetado especificamente para proteção de trabalhadores solitários, reunindo em um só equipamento robusto funcionalidades de detecção de dispositivos de tamanho e peso superiores a <i>wearables</i> homem-morto, SOS, comunicação e localização. • Robustez e fiabilidade industrial: construção resistente a choques, possivelmente certificação IP67/68 (à prova de água e poeiras) e disponibilidade de versões intrinsecamente seguras (ATEX/IEC Ex) para uso em atmosferas explosivas. • Alarme potente e imediato: fortes sinais sonoros (>90 dB), vibração e luzes, aliados a chamadas telefônicas automáticas para números de emergência; detecção de queda antes que gere falso alerta, como acionar queda e imobilidade com sensores, assegurando resposta SOS voluntário, etc.).	• Dimensões e ergonomia: embora portáteis, tendem a ser comuns, podendo ser menos cómodos de transportar (usados com <i>clip</i> no cinto, bolsa ou cordão). • Custo de aquisição e operação elevados: são equipamentos profissionais, com preço unitário alto; exigem cartão SIM e, possivelmente, serviço de monitorização, o que implica despesas contínuas. • Treino e cultura de uso: os trabalhadores devem ser treinados no uso correto (p. ex., como cancelar um pré-automáticas para números de emergência; detecção de queda antes que gere falso alerta, como acionar queda e imobilidade com sensores, assegurando resposta SOS voluntário, etc.).
Oportunidades	Ameaças
• Inovação contínua do fabricante: a família TWIG expande-se com novos modelos e atualizações de <i>firmware</i>, incorporando <i>feedback</i> dos clientes – existe suporte dedicado e evolução orientada às necessidades de SST, o que garante longevidade e aderência a futuras normas. • Integração em sistemas de emergência: pode ser facilmente ligado a centrais de segurança já existentes via protocolos ou plataformas fornecidas (ex.: TWIG <i>point software</i>) e também acionam diretamente serviços de socorro públicos se necessário. • Uso em múltiplos setores: adequado a indústria pesada, logística, serviços externos, entre outros – aplicação ampla o mercado e reduz custo unitário em larga escala de adoção, justificando investimento.	• Concorrência de outras marcas e soluções integradas: o mercado de dispositivos <i>lone worker</i> conta com vários fabricantes (ex.: <i>Honeywell</i>, <i>Eida</i>, etc.), e a empresa precisa assegurar compatibilidade e preço competitivo para não perder terreno. • Rápida evolução tecnológica: em um futuro próximo, outras soluções <i>wearable</i> (como as palmilhas inteligentes) – risco de substituição tecnológica no médio/longo prazo. • Infraestrutura de apoio: o desempenho ótimo exige boa cobertura de rede móvel no local de trabalho ou instalação de repetidores de sinal para localização <i>indoor</i>. Em locais sem sinal telefónico, pode ser necessário complementar com comunicações satélite ou rádios de emergência, aumentando a complexidade da solução.

Reflexão: Os dispositivos da marca TWIG destacam-se como uma solução consolidada e de alto desempenho para proteção de trabalhadores solitários. Essencialmente, são aparelhos compactos dedicados que englobam todas as funcionalidades que uma

abordagem de segurança requer: detecção automática de condições de perigo do trabalhador (queda, imobilidade prolongada, “homem morto”), um botão de alarme manual (SOS) de fácil acionamento, e capacidade de comunicar de imediato a emergência a pessoas ou sistemas de monitorização – seja através de chamada telefónica, SMS ou plataformas *online*. A fiabilidade destes equipamentos merece menção: concebidos para uso profissional, resistem a ambientes agressivos e, no caso do modelo TWIG *One Ex*, têm construção intrinsecamente segura (certificação ATEX/IEC Ex) permitindo operação em zonas com risco de explosão.

No lado das fraquezas, o fator custo é significativo: implementar TWIG implica adquirir dispositivos de valor unitário não desprezível e, geralmente, subscrever serviços de comunicação e monitorização. Para organizações menores, o investimento pode ser uma barreira inicial. Além disso, há um aspeto humano: incorporar um novo dispositivo na rotina de trabalho requer formação e mudança cultural – os trabalhadores devem lembrar-se de carregar, portar e testar o equipamento, bem como reagir adequadamente aos alarmes (por exemplo, evitando pânico em caso de alarme accidental, seguindo protocolos de resposta). Esses desafios, contudo, são contrabalançados pela eficácia comprovada: relatos de casos de uso indicam que alarmes pessoais como os TWIG já salvaram vidas em situações reais de queda súbita ou mal súbito, ao garantir que a ajuda fosse acionada imediatamente. Em suma, os dispositivos TWIG representam um padrão atual de proteção ativa do trabalhador solitário, unindo tecnologia de comunicação e sensores numa plataforma robusta. A sua seleção como solução preferencial dependerá de uma análise de custo-benefício e adequação ao risco do ambiente: em contextos de alto risco (industrial, atmosférico, trabalhos perigosos) eles tendem a ser insubstituíveis, enquanto em contextos de baixo risco talvez sejam usados em conjunto com alternativas mais simples, consultar anexos 11 a 14, figuras 6 e 7.



Figura 6 - Dispositivo TWIG One



Figura 7 - Dispositivo TWIG One Ex

Fonte: <https://www.twigcom.com>

TWIG NEO (dispositivo compacto *wearable*)

Tabela 12 - Análise SWOT do dispositivo TWIG NEO

Forças	Fraquezas
• Tamanho reduzido e leve: concebido para uso confortável, com múltiplas opções de colocação (<i>clip</i> cinto, pescoço, bolso), não atrapalha tarefas do trabalhador. • Funcionalidade escalável: apesar das dimensões, mantém grande parte das funções de segurança (SOS, detecção de queda/imobilidade, GPS) e permite configurar funcionalidades mais, dependendo do uso de GPS e comunicações). conforme a necessidade, bem como atualização remota de configuração. • Acessórios e integração: compatível com vários acessórios (ex: sensor de arranque que desencadeia alarme se o dispositivo for arrancado do utilizador involuntariamente) e fácil integração em sistemas de monitorização via plataforma do fabricante, garantindo que os dados do NEO sejam acompanhados em tempo real.	• Capacidade de bateria menor que modelos maiores (duração típica cerca de um turno de trabalho ou pouco mais, dependendo do uso de GPS e comunicações). • Sem alto-falante tão potente quanto o modelo <i>One</i> – em ambientes extremamente ruidosos, a alerta sonoro/vibratório do NEO pode ser menos audível/sentido. • Não certificado para explosivos (na versão <i>standard</i>).
Oportunidades	Ameaças
• Mercados de trabalho moderado: NEO é ideal para setores de manutenção, laboratórios, saúde e serviços onde os riscos existem, mas não justificam dispositivos maiores (pode preencher gap entre um SOS <i>Card</i> e um TWIG <i>One</i>). • Expansão com versão Ex: a existência de um TWIG NEO Ex indica oportunidade de levar a portabilidade também a ambientes perigosos, ampliando a adoção futura se conseguir conciliar compactação com certificação de segurança intrínseca. • Evolução tecnológica: melhorias em eficiência energética e materiais podem elevar a duração da bateria e robustez sem aumentar tamanho.	• Sobreposto com <i>smartphones</i>/aplicações: em cenários de risco baixo, gestores podem optar por aplicações em telemóvel ou <i>smartwatches</i> em vez de NEO, considerando funcionalidades similares – risco de o NEO ser preterido se não mostrar claramente vantagem em confiabilidade. • Necessidade de infraestrutura <i>indoor</i>: para ambientes perigosos, ampliando a adoção futura se conseguir conciliar compactação com certificação de segurança intrínseca. • Fatores externos: Está sujeito a perda, esquecimento ou mesmo furtos se não houver procedimentos rigorosos de guarda.

Reflexão: O TWIG NEO foi desenvolvido para atender a uma necessidade clara: fornecer a proteção de um alarme pessoal de segurança em um formato mais compacto e confortável do que os aparelhos tradicionais. Com isso, pretende-se aumentar a adesão do

usuário – um dispositivo leve e discreto é mais facilmente incorporado à rotina, inclusive para trabalhadores que se movem muito ou executam tarefas delicadas (por exemplo, técnicos de laboratório, pessoal de manutenção de instalações, etc.). Os pontos fortes do *NEO* residem nessa portabilidade sem sacrificar (demasiado) a *performance*: ele mantém as funcionalidades críticas de segurança (alarme de homem-morto, SOS, localização GPS) e adiciona recursos úteis como configuração remota e alarmes acessórios (como o alarme de arranque por cordão, útil em casos de agressão física). Por outro lado, por ser derivado de um dispositivo maior, há compromissos evidentes: a autonomia e potência são inferiores às do “irmão mais velho” (*TWIG One*). Assim, a escolha do *NEO* deve levar em conta o ambiente: em locais com ruído industrial alto ou turnos muito longos, ele pode não oferecer o mesmo nível de segurança contínua que um dispositivo de maior porte. Importante notar que, para ambientes com risco de explosão, a organização teria de optar pela versão *NEO Ex* ou, se essa não estiver disponível/adequada, recair para o modelo *One Ex* – pois a segurança intrínseca impõe limites técnicos que nem sempre são compatíveis com tamanhos reduzidos. Em suma, o *TWIG NEO* amplia o leque de opções do empregador: é uma solução que equilibra conforto e segurança, sendo extremamente válida quando a facilidade de uso for uma prioridade e os riscos a cobrir não exigem a máxima robustez de um dispositivo de maior porte, consultar anexo 15 e figura 8.



Figura 8 - TWIG NEO, dispositivo compacto de alarme para trabalhadores solitários

Fonte: <https://www.twigcom.com>

3.4. Estudo comparativo das soluções

Com base nas análises individuais realizadas, procede-se a um estudo comparativo das soluções tecnológicas identificadas, de forma a sintetizar as principais vantagens e limitações de cada uma, bem como a sua adequação ao contexto de trabalho solitário em ambiente industrial. A Tabela 13 a seguir apresenta um comparativo horizontal, alinhando as características-chave de cada solução: número identificador, imagem ilustrativa do equipamento, nome/tipo da solução, principais vantagens, principais limitações, considerações sobre critérios técnicos, viabilidade económica e adequação ao contexto industrial pretendido.

Tabela 13 - Comparação das soluções tecnológicas de monitorização para trabalho solitário

N.º	Solução Tecnológica	Vantagens Principais	Limitações Principais	Critérios Técnicos Relevantes	Viabilidade Económica	Adequação ao Contexto Industrial
1	Palmilhas com sensor (EPI inteligente integrado no calçado)	• Inseparável do EPI: impossível esquecer de usar (sensor sempre presente no pé); • Detecção automática de queda/imobilidade, alerta imediato com geolocalização (sem ação do utilizador). • Discreta e não interfere com as mãos do trabalhador (solução <i>hands-free</i>).	Tecnologia emergente/pouco testada em larga escala – dúvidas quanto a fiabilidade. Autonomia limitada da bateria embutida, recarga frequente por indução. Funcional apenas se o trabalhador usar o calçado específico continuamente.	Sensores de pressão/inércia integrados nas palmilhas; comunicação via módulo GSM/GPS miniaturizado no calçado. Necessita ser à prova d'água/suor e resistente a impactos dentro da bota. Sem certificação ATEX conhecida – uso preferencial em ambientes não explosivos.	Investimento elevado por trabalhador (cada par de palmilhas tem custo alto). Custos de manutenção baixos (sem consumíveis além de eventual bateria). Retorno difícil de quantificar; inovação pode atrair financiamento em projetos piloto.	Parcialmente adequado: Útil para deteção de quedas em trabalho solitário geral. Contudo, em indústria pesada, pode não resistir a certos ambientes (calor extremo, químicos) e não cobre riscos atmosféricos. Melhor como complemento inovador do que solução principal em contextos críticos.
2	Detetor Multigás (MSA Altair io4)	Protege contra um dos riscos mortais principais em indústrias:	Finalidade específica: não abrange outros tipos de gases de incidentes (queda,	Tipicamente deteta gases (LEL, O₂, CO, unidade,	Investimento moderado por unidade, justificado em	Altamente adequado em indústrias com risco de libertação de gases: indispensável em trabalhos solitários

tóxicos/asfixiantes e saúde) sem ajuda de H₂S; alguns áreas com libertação de em espaço confinado. No cenário em atmosferas explosivas sensores extras. configuráveis). gases. estudo (contexto industrial), é (detecção precoce). Requer calibração e Certificação ATEX/IEC Manutenção recorrente prioritário onde há potencial de Equipamento robusto e teste frequentes; Ex, permitindo uso em necessária, implicando exposição a gases. amplamente comprovado, sensores têm vida útil atmosferas explosivas custos operacionais com alarmes sonoros/visuais finita. (*Altair io4* é contínuos. de alto volume, fácil de. Se não usado intrinsecamente perceber. rigorosamente pelo seguro). Modelos modernos incluem trabalhador (ligado e Bateria recarregável conectividade e até alarmes consigo), torna-se inútil; (>24h); grau de “homem-morto”, ampliando dependência de proteção IP67/IP68; seu escopo de proteção. comportamento resistente a quedas 7m. humano.

- 3 Relógio inteligente SOS (*Smartwatch* segurança)
- Interface amigável, Dependência de bateria Usa sensores do tipo Custo baixo por utilizador se
 - dispositivo pessoal que do relógio (curta duração acelerómetro e usar dispositivos comerciais Parcialmente adequado: bom para
 - muitos já sabem usar. ~18-24h) e muitas vezes giroscópio para (ex.: *smartwatches*) + trabalhadores solitários em cenários
 - Detetor de queda de *smartphone* detecção de aplicação de segurança. urbanos, serviços, logística leve,
 - incorporado e botão SOS no emparelhado para queda/bruscas Alternativamente, onde riscos maiores são as quedas
 - pulso – acesso rápido em comunicar alertas (ponto paragens. fornecedores de soluções ou emergências médicas.
 - emergência, sem precisar de de falha duplo). Transmissão via industriais oferecem Menos indicado em
 - utilizar outro equipamento. Pouco robusto para *Bluetooth* para pacotes relógio + fábricas/trabalhos perigosos: falta de
 - Pode monitorizar sinais vitais indústria pesada: *smartphone* próximo, plataforma, cujo custo fica resistente e proibido em atmosferas
 - básicos (ritmo cardíaco, suscetível a danos e sem ou via eSIM (em entre soluções móveis e ATEX.
 - dedicadas.

etc.), oferece maior valor em certificações ambientais modelos LTE) se, Poucos custos adicionais
SST. ou ATEX. disponível. além de eventual assinatura
Possibilidade de falsos Sem ATEX; alguns de plataforma; manutenção,
alarmes de queda ou modelos têm proteção troca de dispositivo a cada
detecções imprecisas. básica (IP68), mas não poucos anos.
projetados para
ambientes industriais
agressivos (choque
térmico, etc.).

Bateria de pequena Inclui acelerómetro tri-
Extremamente discreto: capacidade – requer axial para detecção de
integrado no cartão do recarga diária, vigilância queda/brusco (com
trabalhador, não interfere constante do nível de algoritmos de homem-
nas suas atividades bateria. caído similares aos de
Funcionalidades avançadas Não tão robusto: não é à dispositivos maiores).
apesar do tamanho: detecção prova d'água abundante, Módulo GSM
de queda, SOS, impactos fortes ou uso (2G/3G/4G) e
comunicação 4G e em poeira densa dispositivo tem
localização *indoor/outdoor* (destina-se a ambiente sistemas de navegação
equivalentes a dispositivos controlado). por satélite
maiores. Alcance de áudio e incorporados; antenas
Excelente para ambientes vibração limitados; em miniaturizadas.
como hospitais, escritórios. emergências num local Possui certificações CE
ruidoso, o alarme local e segurança elétrica,

Custo por unidade Muito apropriado para trabalho
comparável a dispositivos solitário em contexto não industrial
TWIG padrão (o tamanho pesado, ex.: vigilantes em ronda,
não o torna mais barato). Pouco adequado a contextos
Economia possível em industriais severos. No projeto em
conforto e adesão do questão (ambiente industrial), o
trabalhador, mas sem cartão SOS seria secundário,
poupança direta significativa aplicável talvez a áreas
em relação a outros administrativas ou situações de baixo
dispositivos dedicados. risco.

Aplicação móvel (Aplicação smartphone de segurança)

- do cartão pode passar mas não tem despercebido (embora certificação ATEX. envie alerta remoto).
- Fiabilidade depende de vários fatores externos:
 - bateria e funcionamento do *smartphone*, rede móvel disponível, Requer *Android/iOS* em curto prazo.
 - Solução mais económica
- Implementação simples e escalável: usa *smartphone* já existentes; fácil distribuir para muitos colaboradores via loja de aplicações.
- Sem custos de *hardware* dedicados (a menos que *smartphones* forneça *smartphones* robustos aos técnicos. Uso intensivo de trabalhadores).
- Flexível e atualizável: funcionalidades podem ser adicionadas ou ajustadas rapidamente; integra múltiplos tipos de alerta (SOS, temporizador de *check-in*, “homem-morto” via movimento do *smartphone*)
- Boa para projetos piloto ou complementares dada a relação custo-benefício, para mas apresenta custos ocultos em suporte tecnologias da informação e necessidade de gerir dispositivos
- Custo inicial praticamente nulo por utilizador (se este já tiver *smartphone*).
- Dificuldade em detetar GPS/dados reduz automaticamente certos bateria do *smartphone* – eventos sem *hardware* a aplicação deve ser específica (queda pode otimizada para falhar se *smartphone* equilibrar. não estiver junto ao Não cumpre requisitos tecnologias da informação e corpo; a aplicação não ATEX.).
- Em caso de acidente grave, o *smartphone* mede gases ou outros perigos físicos).

Adequada para ambientes com boa conectividade e risco moderado
Inadequada como única medida em situações de alto risco (industrial pesado, atmosferas perigosas) – nesses casos deve servir apenas de camada adicional, pois não atende requisitos de robustez. No contexto industrial do estudo, a aplicação móvel pode complementar os dispositivos dedicados, mas não os substituí.

pode ser danificado ou ficar fora do alcance do trabalhador, anulando a possibilidade de envio de alerta.

	Solução	projetada	Custo	elevado	por	Sensores	calibrados	Altamente adequado ao contexto
	especificamente	para unidade,	justificado pela	para evitar	falsos	Investimento	significativo,	industrial em estudo: foi concebido
	segurança de trabalhadores	tecnologia	e alarmes;	botão SOS de	porém,	escalável:	a longo	para isso. Em atividades solitárias
	solitários	–	altamente	certificações,	mas requer	fácil	acesso	inclusive prazo, a prevenção de um
	confiável e testada	em orçamento	significativo	com luvas.	acidente grave já justificaria	de manutenção	de alto risco,	
	cenários reais.	para equipar	todos os	Comunicação:	o custo.	Há também	trabalho em atmosferas ATEX),	este
Dispositivo TWIG	Combina várias funções num	trabalhadores solitários.	tipicamente	modelos	em regime	de dispositivo	proporciona	o nível de
(alarme pessoal	só equipamento: deteção de	Requer	gestão: cartões	GSM/3G/4G,	SMS e	aluguer/serviço.	segurança	requerido por norma e
6 robusto, ex.:	queda/imobilidade,	alarme SIM	ativos, configuração	voz. Localização	por	Custos de operação	incluem	pela responsabilidade de
TWIG One / One	SOS,	comunicação de	servidores	ou GPS + auxiliar	(SRD, cartões	SIM/M2M	e	empregador. No cenário do projeto,
Ex)	voz/dados e GPS,	tudo	contratação de serviço	Wi-Fi) para interiores	eventual	contrato	com	dispositivos TWIG (especialmente o
	integrado e pronto a usar.	de monitorização;	não é	nos	modelos	mais	central	de alarmes. modelo One Ex, escolhido)
	Robusto e com	a “plug and play”,	envolve	novos.	Em suma,	economicamente	configuram-se	como solução
	possibilidade de ser	ATEX: implantação	de	Bateria	de longa	pesado,	mas alinhado	a prioritária para equipar trabalhadores
	versão Ex	intrinsecamente	infraestrutura de suporte	duração	(vários	dias	setores onde	segurança é solitários em ambientes de risco
	segura para	zonas (mesmo que seja	portal	dependendo do	uso);	prioridade	máxima.	elevado.
	explosivas; construção	dura, web	do fabricante).	dispositivos				

resiste a água, poeira, Pode haver relutância normalmente com choque. inicial dos trabalhadores certificação IP67 e Alto volume de alarme e em utilizar mais um resistente a quedas de mecanismos antipânico, dispositivo (além de ~2m. garantindo que o aviso será rádio, detetor gás, etc.), percebido e atendido. exigindo treino e cultura para uso consistente.

7

TWIG NEO
(dispositivo compacto wearable)

Combina muitas vantagens do TWIG padrão com ergonomia superior: menor, mais leve, permite uso constante sem incômodo, aumentando adesão do trabalhador. Funcionalidades ajustáveis e suporte a acessórios inteligentes (cordão de segurança que aciona alarme se puxado, etc.) tornam-no versátil para diferentes cenários, desde manutenção leve até segurança pessoal.	Menor autonomia e menor poder de sinalização (som/luz) que o modelo One – portanto, menos adequado para longos períodos sem recarga e ambientes extremamente ruidosos. Modelo <i>standard</i> não adequado a ambientes explosivos (a não ser que se utilize a variante <i>NEO Ex</i>, o que pode implicar compromisso em algumas características e	Semelhante ao TWIG <i>One</i> em tecnologia base (sensores, GSM, GPS), mas com <i>design</i> otimizado. Não ATEX na versão regular; <i>NEO Ex</i> disponível para atmosferas explosivas, com especificações possivelmente reduzidas em rede (ex.: talvez apenas 2G/3G). Bateria típica ~20-24h uso; grau de proteção IP67.	Investimento elevado por unidade, praticamente equiparável ao de um TWIG grande. Pode, contudo, evitar custos indiretos associados à não utilização: um dispositivo que o trabalhador realmente use é mais efetivo do que um mais caro deixado de lado – nesse sentido, o NEO pode gerar melhor retorno via eficácia operacional (se o perfil dos trabalhadores preferir algo leve).	Adequado para trabalhos solitários de risco moderado onde um TWIG maior seria exagero em tamanho, mas ainda assim se quer alta confiabilidade (melhor que aplicação/<i>Smartwatch</i>). Menos indicado para cenários de risco máximo (pela autonomia e sinalização menores). No contexto industrial do estudo, o TWIG <i>NEO</i> pode ser útil para determinados grupos de trabalhadores solitários (p.ex. em inspeções de rotina), mas para os casos mais críticos o TWIG <i>One Ex</i> oferece margem de segurança adicional.
--	--	---	--	---

Integra-se na mesma disponibilidade limitada plataforma/sistema dos no mercado).
demais TWIG, facilitando Para tirar partido da gestão unificada de localização indoor dispositivos grandes e precisa, depende de pequenos conforme o risco infraestrutura (balizas) de cada função. que pode não existir em todos os locais de trabalho.

Legenda: Critérios técnicos resumem particularidades como sensores, certificações e exigências de infraestrutura. Viabilidade económica considera custos e retorno em termos gerais. Adequação avalia o grau de alinhamento da solução com as exigências operacionais do trabalho solitário em contexto industrial.

Análise Integrada: Da comparação acima, pode-se depreender que cada solução avaliada atende a necessidades específicas, apresentando pontos fortes em determinados cenários e fraquezas noutros. Para o contexto industrial e operacional em estudo, onde se combinam riscos de natureza química (exposição a gases/vapores) e riscos de acidente individual (quedas, imobilizações em locais remotos, etc.), as soluções que melhor cumprem os critérios técnicos e de viabilidade foram o detetor multigás MSA *ALTAIR io 4* e o dispositivo de alarme pessoal TWIG *ONE Ex*, tendo em conta que nesta instalação já se encontram implementados os alarmes pessoais TWIG *ONE*.

Esses dois equipamentos emergem como prioritários por diversas razões complementares:

Cobertura abrangente dos riscos críticos: O MSA *Altair io 4* fornece monitorização contínua da atmosfera, fundamental para prevenir fatalidades por gases tóxicos ou explosivos, enquanto o TWIG *One Ex* assegura que qualquer queda, colisão ou incidente envolvendo o trabalhador solitário será imediatamente sinalizado e comunicado. Juntos, eles cobrem tanto os riscos ambientais (via deteção multigás) quanto os riscos pessoais (via deteção de homem-morto e SOS).

Robustez e certificação para ambiente industrial de alto risco: Ambos os dispositivos possuem construção robusta e são certificados para uso em atmosferas potencialmente explosivas – o *Altair io 4* é intrinsecamente seguro (conforme norma Ex) e o TWIG *One Ex* foi especificamente desenhado para proteger trabalhadores em zonas perigosas com certificação ATEX/IECEx. Esta característica é indispensável no cenário de indústrias de processo, onde qualquer equipamento eletrónico deve obedecer a rigorosas normas de segurança.

Fiabilidade e rapidez de alerta: O detetor multigás e o TWIG *One Ex* têm alarmes sonoros/vibratórios de alta intensidade que alertam imediatamente o próprio trabalhador de um perigo (por exemplo, presença de gás ou deteção de queda), ao mesmo tempo em que notificam remotamente outras pessoas – seja via ligação *Bluetooth* do *Altair* para colegas distantes, seja via chamada/SMS automático do TWIG para supervisores ou salas de controle. Essa redundância garante que a emergência não passe despercebida, permitindo intervenção rápida.

Aceitação e integração operacional: Por já serem dispositivos concebidos para a indústria, a integração destes no dia-a-dia de trabalho é mais natural: o detetor de gases já é um equipamento comumente exigido em certas tarefas, e o alarme TWIG pode ser acoplado ao cinto ou EPI sem grande incómodo, dado que foi projetado para tal. Assim, a curva de aprendizagem e adaptação tende a ser menor em comparação com soluções menos

convencionais (como palmilhas ou aplicações móveis), favorecendo a adoção consistente pelos trabalhadores.

Em termos económicos, apesar de representarem um investimento considerável, a segurança proporcionada pelos dois equipamentos justifica-se pela gravidade dos riscos mitigados. A potencial ocorrência de um acidente catastrófico (explosão, asfixia em espaço confinado, etc.) ou de uma fatalidade isolada poderia ter impactos humanos, legais e financeiros incomensuráveis para a organização. Portanto, concentrar recursos nas soluções de maior eficácia comprovada reflete uma estratégia de gestão prudente.

Importa destacar que as demais soluções analisadas não são descartadas – muitas podem funcionar como complementos úteis. Por exemplo, em áreas de menor risco, um *smartwatch* ou uma aplicação móvel podem reforçar a cultura de segurança; palmilhas de segurança podem ser testadas em projeto piloto para avaliar ganhos ergonómicos; e o *TWIG NEO* poderia equipar funcionários cujo perfil de trabalho solitário seja de baixo risco, mas ainda assim existente. No entanto, para o núcleo duro da estratégia de proteção de trabalhadores solitários industriais, os dispositivos *Altair io 4* e *TWIG One Ex* serão priorizados como soluções de primeira linha.

Em conclusão, a análise comparativa suportou a decisão de seleção destes dois equipamentos para implementação imediata no âmbito do projeto. Nos subcapítulos seguintes, será apresentado o plano de implementação destas soluções no terreno, incluindo uma aplicação experimental em contexto real de trabalho e, por fim, a avaliação do impacto obtido em termos de melhoria de segurança e saúde no trabalho solitário. Essa próxima etapa prática permitirá validar empiricamente os benefícios esperados e ajustar eventuais parâmetros, fechando assim o ciclo da investigação com evidências concretas e recomendações para o futuro.

3.5. Plano de Implementação das Soluções Selecionadas

Dando seguimento à seleção das soluções tecnológicas identificadas nos subcapítulos anteriores, elaborou-se um plano de implementação integrado com o objetivo de introduzir duas soluções complementares de segurança no contexto da empresa siderúrgica: (1) o detetor multigás *MSA Altair iO4* – um equipamento portátil de alta precisão com alarme de “homem caído” – e (2) o *TWIG One EX* – um dispositivo de proteção individual para trabalhadores solitários, dotado de funcionalidades avançadas de alarme automático e geolocalização. A utilização conjunta destes equipamentos permite uma abordagem integrada de prevenção e resposta: o detetor multigás atua ao nível da prevenção ambiental (identificando atempadamente gases perigosos, como atmosferas com défice de oxigénio ou

presença de monóxido de carbono), enquanto o dispositivo TWIG atua ao nível da monitorização do trabalhador (detetando imobilidade prolongada, quedas ou situações de pânico, e assegurando alertas imediatos em caso de emergência).

Este plano define de forma coordenada todas as fases do processo de implementação – desde o diagnóstico inicial até à formação dos utilizadores e avaliação dos resultados – garantindo que ambas as soluções são eficazmente integradas nos procedimentos operacionais da empresa. A estruturação em fases permite endereçar sequencialmente as necessidades técnicas, organizacionais e formativas, assegurando também a conformidade com os requisitos legais e normativos em vigor (incluindo as orientações de segurança ocupacional da ISO 45001). O resultado esperado é uma melhoria significativa das condições de trabalho e uma redução do risco associado ao trabalho solitário, através da monitorização contínua e do reforço da capacidade de resposta a incidentes. A Tabela 14 apresenta o plano de implementação das soluções selecionadas, detalhando as fases, principais ações previstas, recursos necessários e os responsáveis por cada etapa do processo.

Tabela 14 - Plano de Implementação das Soluções Tecnológicas de SST Seleccionadas

Fase	Principais Ações	Recursos Necessários	Responsáveis
Fase 1 – Diagnóstico e Planeamento (Levantamento inicial e preparação)	– Mapeamento de riscos e tarefas isoladas: identificação, em cada setor, dos locais, atividades e funções que envolvem trabalho solitário ou em zonas de risco. – Seleção de perfis-alvo: definição dos trabalhadores que necessitarão dos dispositivos (detetor multigás, TWIG ou ambos), com base na criticidade das tarefas e na exposição a riscos. – Infraestrutura de monitorização: escolha do local para a central de monitorização dos alarmes (por exemplo, sala de controlo de produção ou posto de segurança com supervisão 24h).	– Dados de levantamentos de SST existentes (avaliações de risco por função e setor). – Listagens de pessoal por posto e turno; critérios de priorização de risco. – Espaço físico e equipamentos para central de monitorização (computador com <i>software</i> de gestão de alarmes).	– Serviço de SST, conduzindo o levantamento de riscos e definição de necessidades. – Chefias de turno/setor, aportando conhecimento operacional para identificar tarefas críticas.
	– Aquisição dos equipamentos: compra do número necessário de dispositivos MSA <i>Altair iO4</i> e TWIG <i>One EX</i> , considerando a rotação de turnos e a cobertura de todas as áreas de risco identificadas. – Configuração inicial – <i>ALTAIR iO4</i> : parametrização dos detetores de gases (definição de limites de alarme para LIE, O ₂ , CO, H ₂ S, em conformidade com a legislação e normas aplicáveis; verificação de calibração de fábrica). – Configuração inicial – TWIG <i>One EX</i> : criação de perfis de utilizador em cada dispositivo (associando cada aparelho a um trabalhador ou posto), definição de parâmetros de alarme (tempo de imobilidade para disparo	– Fornecedores homologados: contacto com fornecedores para aquisição dentro das especificações (incluindo eventuais certificações Ex/ATEX para ambientes explosivos). – Manuais técnicos e <i>software</i> : acesso ao <i>software</i> de configuração e manual de parametrização dos dispositivos. – Infraestrutura de TI: computador ou servidor para correr a plataforma de monitorização; rede de comunicação disponível (<i>Wi-Fi</i> , GSM ou rádio) compatível com os dispositivos.	– Serviço de SST: especificação técnica e validação das configurações de segurança. – Departamento de Compras: processo de aquisição dos equipamentos. – Equipa de Informática: suporte na instalação de <i>software</i> e garantia de compatibilidade dos sistemas.

do alarme de “homem caído”, nível de sensibilidade do detetor de queda, contactos de emergência a acionar).

– Integração em sistema central: instalação e teste do *software* de monitorização (p. ex. plataforma TWIG *Point SP* ou equivalente) na central definida, incluindo a definição de contactos telefónicos/e-mails que receberão os alertas de emergência.

– Formação prática dos trabalhadores: realização de sessões de treino, demonstrando o uso correto do MSA *Altair iO4* e do TWIG *One EX*. Inclui simulações de emergências, para que os colaboradores pratiquem a resposta aos alarmes (ex.: exercício em que um trabalhador simula uma queda ou um ambiente com gás, para testar os dispositivos).

Fase 3 – Formação e Sensibilização

(Capacitação dos utilizadores e divulgação)

– Entrega de dispositivos e fichas técnicas: atribuição formal de cada dispositivo aos trabalhadores designados (registando em ficha quem recebe qual equipamento, número de série, etc.), acompanhada de documentação resumida (panfletos ou fichas de bolso) com instruções de uso e manutenção básica dos aparelhos.

– Campanha de comunicação interna: difusão de informação sobre o projeto e os novos procedimentos de segurança. Inclui afixação de cartazes nas áreas de convívio e quadros de aviso, divulgação de vídeos curtos demonstrativos e distribuição de manuais simplificados, reforçando a importância do uso dos dispositivos no dia a dia.

– Materiais de formação: apresentações, vídeos demonstrativos, manuais de condução das ações de formação e utilizador simplificados. – Serviço de SST: preparação e sensibilização.

– Recursos audiovisuais: projetor/sala para formações presenciais; eventualmente sessões para apoiar e reforçar junto das plataformas online para alcance de turnos suas equipas a importância das alternativas. – Chefias diretas: participação nas medidas.

– Equipamentos para treinamento: alguns dispositivos disponíveis exclusivamente para demonstração (evitando uso dos práticos, com espaço para *feedback* e aparelhos de serviço durante a formação). esclarecimento de dúvidas. – Trabalhadores formandos: envolvimento ativo nos exercícios

	– Início da utilização em área piloto: arranque da utilização efetiva dos dispositivos numa área ou unidade piloto (por exemplo, no setor SN Transformados e nas equipas de manutenção dos turnos), de forma controlada. Nesta fase, apenas este grupo restrito de colaboradores (cerca de 10–15 trabalhadores) utiliza os equipamentos durante o trabalho diário. – Acompanhamento intensivo: monitorização diária do uso dos dispositivos e das ocorrências de alarme. Os técnicos de SST e as chefias de turno verificam in loco se os trabalhadores estão a usar corretamente os equipamentos, esclarecem dúvidas e registam qualquer incidente ou dificuldade reportada.	– Equipamentos piloto: dispositivos <i>Altair</i> e TWIG atribuídos aos participantes do piloto, com baterias carregadas e calibradas. – Folhas de registo: formulários para anotar diariamente a utilização (quem usou, duração, problemas encontrados) e ocorrências de alarme, para efeito de monitorização e análise posterior. – Ferramentas de teste: equipamentos de calibração de gases, fontes de teste ou simuladores de quedas, conforme disponíveis, para verificar na prática o desempenho dos aparelhos.	– Chefias de Turno da área piloto: supervisão direta dos trabalhadores durante a pilotagem, garantindo aderência ao uso dos dispositivos no terreno. – Serviço de SST: acompanhamento técnico da pilotagem, conduzindo os testes de funcionalidade e recolhendo <i>feedback</i> dos utilizadores e supervisores. – Trabalhadores pilotos: utilização correta dos equipamentos e colaboração na identificação de dificuldades ou falhas durante esta fase experimental.
Fase 4 Implementação Piloto (Teste em ambiente real controlado)	– Testes técnicos no terreno: realização de testes específicos durante a pilotagem – por exemplo, verificação da cobertura de sinal do TWIG em diferentes pontos (incluindo zonas interiores, subterrâneas ou enclausuradas por estruturas metálicas) para identificar eventuais “zonas mortas” sem comunicação; simulação de alarmes SOS e de falta de movimento para confirmar o recebimento na central. Em paralelo, testes de deteção de gases e alarmes do <i>Altair</i> em condições controladas (por exemplo, aproximando brevemente o detetor de uma fonte calibrada de gás ou modificando a concentração de oxigénio no ambiente de teste) para assegurar que os alarmes sonoros/visuais disparam conforme esperado.		
Fase 5 – Avaliação e Ajustes (Análise do piloto e melhorias)	– Recolha de <i>feedback</i> dos utilizadores: ao fim de algumas semanas de piloto, aplicação de questionário breve e/ou realização de reuniões informais com os trabalhadores	– Instrumentos de recolha de <i>feedback</i>: questionários de avaliação pós-piloto;	– Serviço de SST: consolidação do <i>feedback</i> e dados técnicos, proposição de ajustes de segurança.

- envolvidos, para identificar dificuldades sentidas no uso pauta para entrevistas breves ou reuniões dos dispositivos, sugestões de melhoria e grau de *debriefing*.
confiança nas novas ferramentas.
- *Software* de análise: relatórios gerados pela plataforma *TWIG Point* ou *logs* de registos coletados na fase piloto (número de alarmes eventos do detetor multigás, para acionados, tipos de alarmes, tempos de resposta, etc.) e quantificar alarmes e incidentes.
 - Ferramentas de ajuste técnico: *kit* de calibração de gases, acesso às configurações avançadas dos dispositivos, eventuais equipamentos complementares
 - Ajustes de parametrização: com base na análise, (repetidores de sinal, baterias proceder às afinações necessárias. Podem incluir: sobressalentes).
alteração da sensibilidade ou do temporizador do alarme de ausência de movimento no TWIG (para reduzir falsos alarmes em tarefas estáticas prolongadas), atualização da lista de contactos de emergência ou modos de comunicação do dispositivo; recalibração dos sensores dos detetores multigás ou ajuste dos limites de alarme, caso se verifiquem desvios ou falsos positivos (por exemplo, em ambientes com poeiras ou outras interferências).
 - Resolução de problemas técnicos: implementar soluções para questões identificadas, como melhoria da cobertura de sinal (instalação de repetidores de rádio/*signal boosters* em zonas de sombra) ou substituição de algum componente se necessário (e.g., baterias de maior capacidade se a autonomia se revelar insuficiente para um turno completo).
- Departamento de Informática/Telecom: apoio na resolução de problemas de conectividade e implementação de melhoria de sinal.
- Trabalhadores envolvidos: contribuição sincera no *feedback*, indicando problemas práticos e sugestões, para refinar as soluções antes da expansão.

- Generalização dos equipamentos: após os ajustes, distribuição dos dispositivos restantes para cobrir todos os setores e colaboradores identificados inicialmente no mapeamento de trabalhos solitários. Nesta fase, o uso dos equipamentos de segurança passa a abranger toda a unidade fabril, conforme planejado.

- Inclusão em procedimentos internos: atualização formal dos documentos de SST da empresa para incorporar as novas práticas. Por exemplo, revisão das Instruções de Trabalho/Procedimentos Operacionais relevantes para incluir a obrigatoriedade de usar o TWIG e/ou detetor em certas tarefas; atualização dos Planos de Emergência

Fase 6 – Expansão e Integração Definitiva Internos para referenciar a resposta a alarmes automáticos; inclusão destes equipamentos nas listas de verificação de auditorias internas e nas fichas de EPI por a toda a unidade) função.

- Acompanhamento contínuo e manutenção: monitorização regular do sistema em operação (verificando registos de alarmes reais, tempos de resposta efetivos a incidentes, etc.) e implementação de um plano de manutenção preventiva dos dispositivos (calibrações TWIG (garantindo conformidade contínua). periódicas dos detetores de gás, verificações de funcionamento do TWIG, substituição programada de baterias). Paralelamente, deve-se continuar a formação e sensibilização dos trabalhadores, incorporando refrescos periódicos e simulações anuais envolvendo as novas tecnologias, de forma a manter alta a prontidão e a adesão às práticas de segurança.

- Inventário completo de dispositivos: lista final de todos os equipamentos distribuídos, associando a trabalhadores ou postos, para efeitos de controlo e manutenção.

- Documentação de SST: novos procedimentos, manuais e materiais de apoio atualizados; sistema de gestão documental para controlar revisões.

- Contrato de manutenção/calibração: se aplicável, acordos com fornecedores ou laboratórios para manutenção regular dos detetores de gás e verificação técnica dos dispositivos (calibrações TWIG (garantindo conformidade contínua).)

- Direção de SST / Comissão de Segurança e Saúde (CSS): aprovação e supervisão da integração das medidas no sistema de gestão de SST da empresa.

- Gestores de área/turno: assegurar a implementação prática nos seus departamentos e o cumprimento dos novos procedimentos pelo pessoal.

- Técnicos de SST: gestão das atividades de manutenção dos dispositivos e acompanhamento de indicadores de desempenho (número de alarmes, tempo de resposta, etc.), reportando periodicamente à gestão.

Nota: As fases acima descritas constituem um plano flexível, que poderá ser ajustado conforme as lições aprendidas ao longo do processo. Embora se tenha seguido uma sequência lógica de etapas, o calendário deve ser adaptado à disponibilidade de recursos e à realidade operacional da empresa, não estando aqui definido um cronograma semanal fixo. Em suma, este plano de implementação fornece um roteiro estruturado para a incorporação eficaz das soluções tecnológicas selecionadas, assegurando que todos os intervenientes conhecem as suas responsabilidades e que os recursos necessários (humanos, técnicos e materiais) são alocados de forma adequada.

Uma vez delineado e aprovado o plano de implementação, procedeu-se à aplicação experimental de algumas das medidas propostas, através de um programa-piloto em contexto real de trabalho. No subcapítulo seguinte, descreve-se este estudo de caso, detalhando as soluções testadas, o contexto da sua aplicação e os resultados iniciais observados.

3.6. Implementação Experimental – Estudo de Caso Piloto

Com o plano definido, foi implementado um estudo de caso piloto para testar, em ambiente real, as soluções tecnológicas selecionadas. Esta implementação experimental ocorreu de forma controlada num subsetor da fábrica – concretamente na unidade TRF e nas equipas de manutenção dos turnos – por representar um contexto de tarefas críticas onde frequentemente ocorrem trabalhos solitários. Participou no piloto um grupo restrito de colaboradores (cerca de 15 trabalhadores no total), abrangendo operadores de produção e técnicos de manutenção, que foram equipados com os dispositivos MSA *Altair iO4* e TWIG *One EX* durante as suas atividades habituais.

Durante a fase piloto (com aproximadamente duas semanas de duração), foram realizadas diversas ações de acompanhamento e teste: os trabalhadores utilizaram os equipamentos nos seus turnos regulares, sob monitorização diária dos respetivos chefes de turno e dos técnicos de SST. Estes responsáveis verificaram sistematicamente se os dispositivos eram usados corretamente e responderam prontamente a qualquer alarme ou dificuldade técnica. Paralelamente, efetuaram-se testes técnicos específicos para assegurar o correto funcionamento das soluções no terreno. No caso do dispositivo TWIG *One EX*, por exemplo, testou-se a cobertura de sinal em diferentes áreas da fábrica – incluindo zonas interiores e espaços confinados – para confirmar que os alertas SOS e os alarmes automáticos de “homem caído” eram efetivamente transmitidos para a central de segurança. Verificou-se que, na maioria das áreas, a comunicação funcionou de forma fiável; contudo, identificaram-se algumas “zonas mortas” com fraca receção de sinal, sobretudo em locais subterrâneos ou enclausurados por estruturas metálicas espessas. Estes pontos fracos de

cobertura foram registados para posterior mitigação (por exemplo, através da instalação de repetidores de sinal).

Em relação ao detetor multigás MSA *Altair iO4*, procederam-se a simulações controladas de exposição a gases para garantir a responsividade do equipamento. Foram utilizadas fontes de teste/calibração que permitiram expor brevemente o sensor a concentrações anómalas (como níveis elevados de monóxido de carbono ou redução do oxigénio ambiente). Os resultados foram positivos: os sensores detetaram corretamente as variações simuladas e os alarmes sonoros e visuais dispararam de forma audível e perceptível para os utilizadores. Estes testes confirmaram a elevada fiabilidade técnica do *Altair iO4* na deteção dos principais gases de risco (CO, H₂ S, O₂, LIE), mesmo em condições ambientais adversas (presença de poeiras metálicas, variações de temperatura, etc.).

Do ponto de vista da aceitação pelos trabalhadores, a implementação piloto revelou-se elucidativa. De um modo geral, constatou-se uma boa receptividade inicial das equipas operacionais aos novos equipamentos, especialmente após as sessões de formação prática. Muitos colaboradores manifestaram sentir-se mais seguros durante a execução de tarefas críticas, sabendo que dispunham de um meio de alerta imediato em caso de emergência. Num caso específico relatado, um técnico de manutenção afirmou que “antes, se ficasse preso ou inconsciente num espaço confinado, poderiam passar horas até alguém notar; agora, com o dispositivo, sei que um alarme será dado imediatamente”, ilustrando a perceção reforçada de segurança proporcionada pelo sistema de “homem solitário”.

No entanto, a experiência piloto também evidenciou desafios e aprendizagens importantes. Um dos pontos observados foi a dificuldade inicial de adaptação de alguns trabalhadores mais experientes, pouco habituados a portar dispositivos eletrónicos durante o trabalho. Houve registo de resistência inicial por parte de dois ou três operadores seniores, que consideraram os aparelhos “incómodos” no início. Este obstáculo foi sendo ultrapassado através do acompanhamento próximo: os técnicos de SST estiveram frequentemente no terreno durante os primeiros turnos de utilização, ajudando a ajustar a forma de transporte dos dispositivos (por exemplo, fixando o TWIG no cinto de forma confortável) e reforçando, com exemplos práticos, os benefícios da tecnologia. Após alguns dias e após a ocorrência simulada de um alarme (que demonstrou o funcionamento eficaz do sistema), mesmo os colaboradores mais renitentes passaram a usar os equipamentos espontaneamente, reconhecendo a sua utilidade.

Adicionalmente, os trabalhadores reportaram questões operacionais que requereram atenção. Uma das dificuldades referidas foi a necessidade de lembrar de carregar diariamente os dispositivos: nos primeiros dias, registaram-se casos de colaboradores que iniciaram o turno com a bateria do aparelho quase descarregada, o que comprometeu a autonomia

durante todo o período de trabalho. Em resposta, reforçou-se a comunicação sobre a rotina de carga (por exemplo, criando um lembrete no *briefing* de mudança de turno para verificar baterias) e avaliou-se a possibilidade de adquirir baterias suplementares ou *power banks* para emergências. Outra questão verificada foram os falsos alarmes: no caso do TWIG *One EX*, ocorreram alguns alarmes automáticos por ausência de movimento em situações que não representavam verdadeiras emergências (e.g., um trabalhador esteve a fazer uma inspeção visual prolongada, parado, e o dispositivo interpretou como imobilização accidental). Embora estes alarmes se tenham revelado falsos positivos, causaram alguma perturbação operacional até os procedimentos de confirmação serem afinados. A solução passou por ajustar a sensibilidade e temporização do sensor de movimento, reduzindo a probabilidade de alarme indevido em atividades intrinsecamente estáticas. Já no caso do detetor *Altair*, não se registaram alarmes falsos significativos, à exceção de um evento em que partículas de pó metálico em suspensão levaram a leituras momentaneamente instáveis; tal situação foi resolvida limpando-se o sensor e reforçando a necessidade de manutenção preventiva regular.

Em resumo, a implementação experimental permitiu validar na prática a eficácia das soluções tecnológicas propostas, enquanto forneceu um conjunto de *feedback* valioso para otimizar a sua utilização plena. Pontos fortes como a melhoria da percepção de segurança pelos trabalhadores e o bom desempenho técnico dos dispositivos foram confirmados. Em contrapartida, lições aprendidas – como a importância de criar rotinas de carregamento, de ajustar parâmetros dos alarmes e de melhorar a cobertura de sinal em certas áreas – emergiram deste piloto e foram incorporadas no plano de ações corretivas (ver Fase 5 do plano, subsecção 3.5).

Concluída a fase piloto, procede-se a avaliar de forma sistemática o impacto das medidas adotadas. No subcapítulo seguinte, apresentam-se os resultados dessa avaliação, recorrendo tanto a indicadores de segurança (quantitativos e observacionais) como à percepção dos trabalhadores recolhida através de questionários e outras técnicas, de modo a aferir os benefícios alcançados e eventuais aspetos a melhorar.

3.7. Avaliação do Impacto das Medidas Adotadas

Após a implementação experimental das soluções tecnológicas de monitorização, foi realizada uma avaliação abrangente do impacto dessas medidas, em alinhamento com o objetivo específico de verificar os benefícios obtidos em termos de SST. Esta avaliação baseou-se, por um lado, em indicadores de segurança operacionais (resultantes dos testes e observações técnicas durante o piloto) e, por outro lado, na percepção dos trabalhadores,

aferida através de dois questionários (um diagnóstico inicial e um questionário final de pós-implementação) e de *feedback* qualitativo recolhido junto dos colaboradores. A análise dos resultados será estruturada por temas-chave, de modo a cobrir tanto os aspetos técnicos como os fatores humanos e organizacionais relevantes.

Desempenho Técnico e Indicadores de Segurança

Do ponto de vista técnico-operacional, os resultados do estudo de caso indicam que as medidas implementadas tiveram um impacto positivo na prontidão e capacidade de resposta a emergências. Durante o período de pilotagem, não se registou nenhum acidente real envolvendo trabalhadores solitários; contudo, graças aos testes de simulação realizados, foi possível quantificar melhorias em indicadores de segurança importantes. Por exemplo, verificou-se que a introdução do dispositivo TWIG *One EX* reduziu significativamente o tempo esperado de alerta e resposta em caso de incidente: antes da implementação, estimava-se (com base em relatos e exercícios) que um trabalhador desacordado em área remota poderia demorar vários minutos a ser descoberto; com o novo sistema, esse intervalo passou a ser potencialmente de apenas alguns segundos (tempo de deteção da imobilidade + transmissão imediata do alarme). Esta diferença traduz-se numa melhoria estimada de cerca de 17% na perceção de rapidez de socorro, conforme demonstra a figura 9, segundo a opinião dos próprios trabalhadores recolhida nos questionários.

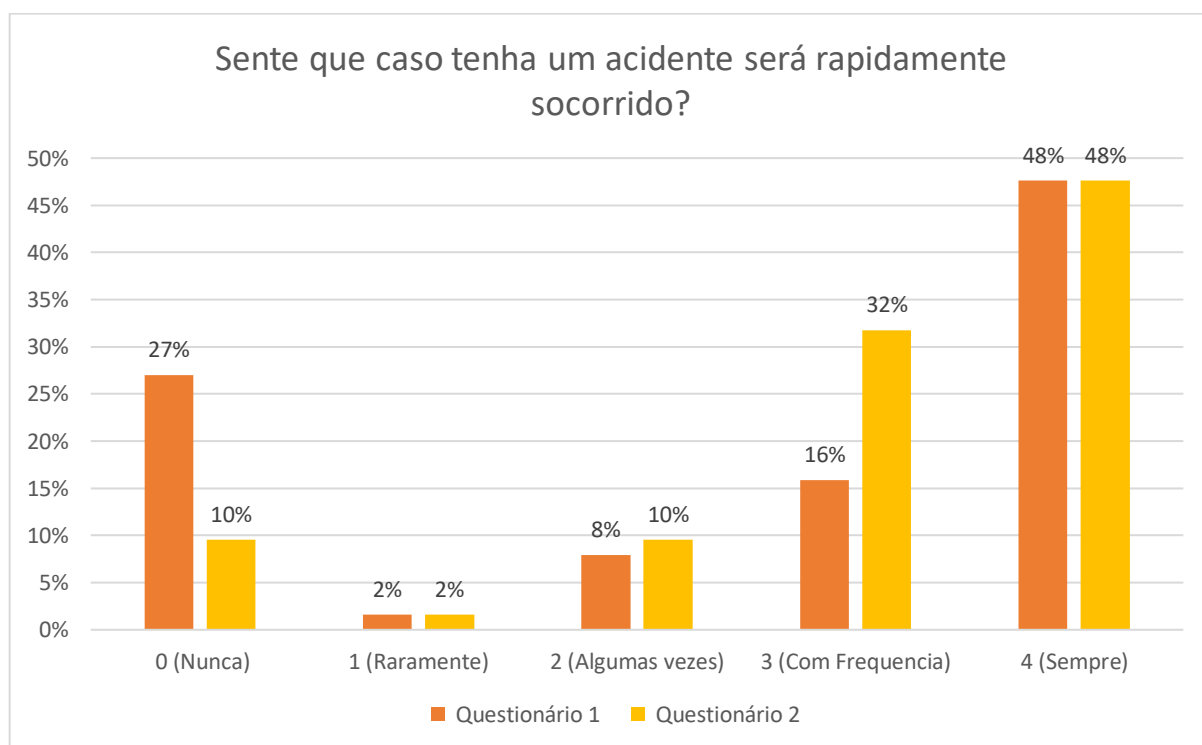


Figura 9 - Percepção de rapidez de socorro

Também a sensação geral de segurança dos trabalhadores apresentou um acréscimo. Dados do questionário final revelam um aumento de aproximadamente 11% na percepção de segurança durante o trabalho, quando comparado com a linha de base inicial, ver figura 10.

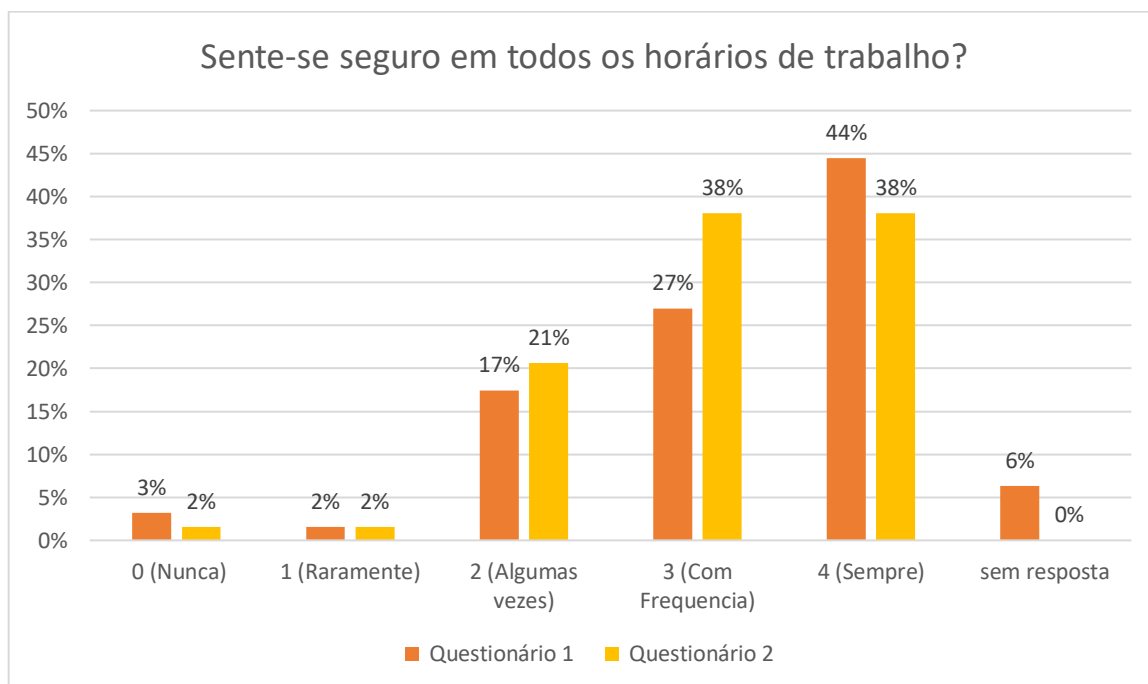


Figura 10 - Percepção de segurança durante o trabalho

Em particular, trabalhadores nas áreas piloto reportaram sentir-se mais confiantes de que seriam socorridos rapidamente em caso de acidente, graças à presença dos novos dispositivos. Estes indicadores de melhoria percebida corroboram a eficácia das tecnologias implementadas em criar um ambiente de trabalho mais seguro.

Adicionalmente, os dispositivos demonstraram um impacto positivo na detecção precoce de condições de risco. Conforme descrito no subcapítulo anterior, o detetor multigás MSA Altair iO4 mostrou elevada fiabilidade ao identificar atmosferas perigosas em testes, o que reforça a prevenção de exposições a gases tóxicos ou défices de oxigénio antes que causem incidentes. Embora no curto intervalo do piloto não tenham ocorrido situações reais de emergência para pôr à prova o sistema, a capacidade de alarme automático e remoto introduzida representa um ganho claro: situações potencialmente graves deixaram de depender exclusivamente de terceiros para serem sinalizadas, passando a gerar alertas imediatos através da tecnologia. Em suma, do prisma dos indicadores objetivos de segurança, a organização ficou dotada de meios mais robustos de monitorização e de resposta a incidentes, o que tende a reduzir a probabilidade de acidentes graves ou, pelo menos, mitigar as suas consequências caso ocorram.

Percepções e Cultura de Segurança dos Trabalhadores

No âmbito da avaliação qualitativa e comportamental, os questionários anônimos aplicados antes e depois da intervenção permitiram aferir mudanças na percepção dos trabalhadores quanto ao trabalho solitário e à cultura de segurança. Participaram no questionário diagnóstico inicial 63 trabalhadores de diversos setores da empresa, abrangendo principalmente funções operacionais (operadores de produção, manutenção mecânica/elétrica, etc.), e no questionário final respondeu um subconjunto representativo dos trabalhadores envolvidos na fase piloto, 63 trabalhadores. A análise comparativa dos resultados revela vários pontos relevantes:

Perfil dos Respondentes: A maioria dos inquiridos no diagnóstico inicial pertencia às áreas operacionais de produção e manutenção – por exemplo, 33% operadores de produção e 27% técnicos de manutenção mecânica, com o restante distribuído por encarregados, técnicos de qualidade, segurança, entre outros, conforme figura 11. Esta distribuição confirmou que o estudo englobou justamente os grupos com maior probabilidade de realizar tarefas isoladas.

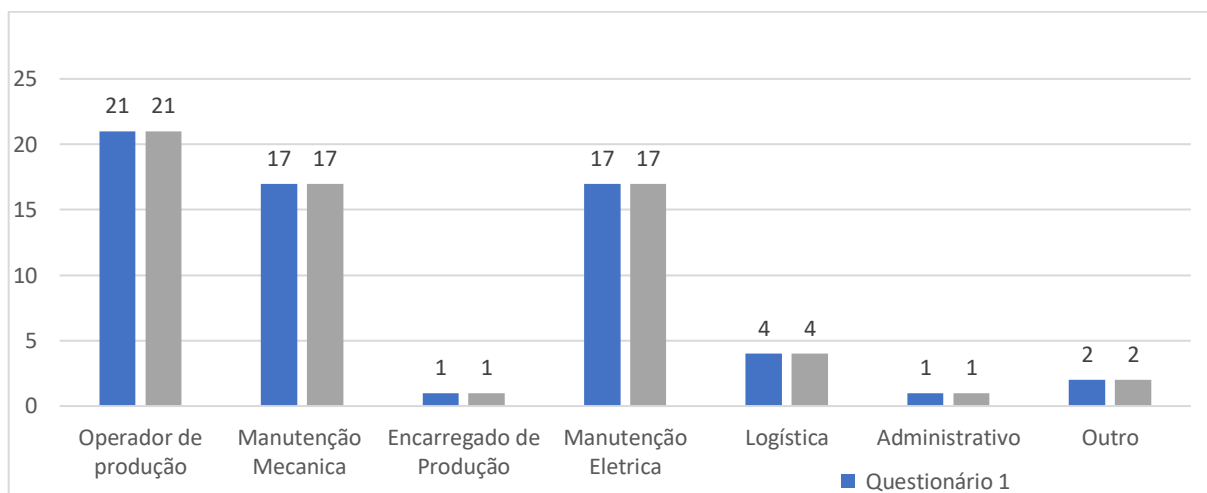


Figura 11 - Perfil dos Respondentes

Em termos de experiência profissional, cerca de metade dos trabalhadores possuía mais de 5 anos na indústria siderúrgica, o que sugere um bom conhecimento do terreno e dos riscos envolvidos nas suas funções, conforme figura 12.

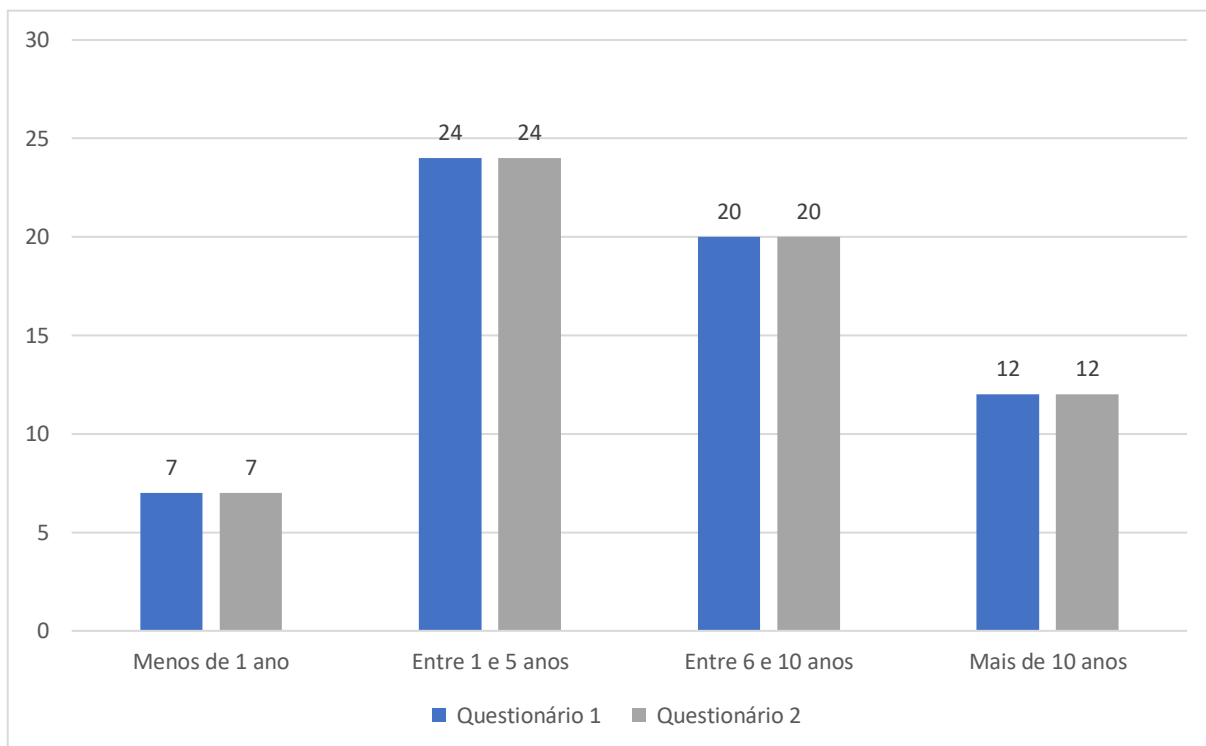


Figura 12 - Antiguidade na Indústria Siderúrgica

Conhecimento de Riscos e Procedimentos de SST: Antes da intervenção, os trabalhadores já demonstravam um elevado nível de consciência dos riscos ocupacionais. Quando questionados “Sabe quais são os riscos a que está exposto?”, 95,2% (60 de 63) dos participantes no inquérito inicial responderam afirmativamente, indicando conhecer os riscos do seu trabalho, face a apenas 4,8% que admitiram não saber. Este resultado sugere uma maturidade na cultura de segurança existente, possivelmente fruto de formações e comunicações internas prévias, conforme representa a figura 13.

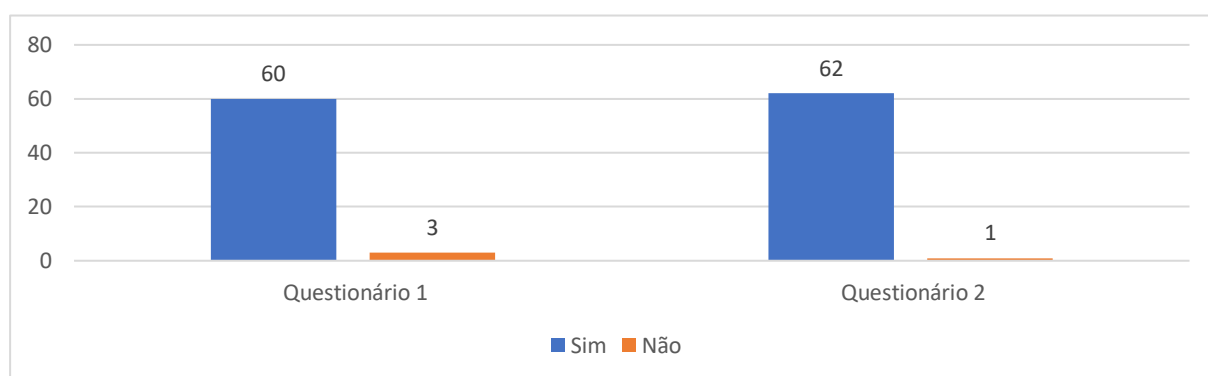


Figura 13 – Nível de conhecimento dos riscos profissionais percecionados pelos trabalhadores

Adicionalmente, praticamente todos reconheceram a importância de reportar perigos: quando inquiridos sobre o procedimento correto ao identificar um risco, a esmagadora maioria indicou a opção “Informar o superior hierárquico ou o técnico de segurança” em detrimento de alternativas incorretas (como “não reportar para evitar problemas”). Este dado revela que os colaboradores entendem a segurança como parte integrante do trabalho e sentem responsabilidade na comunicação de riscos – um aspecto positivo da cultura organizacional de SST. Contudo, o inquérito inicial também evidenciou oportunidades de melhoria em preparação para emergências: por exemplo, uma parcela dos trabalhadores (embora minoritária) não possuía formação em primeiros socorros nem conhecia em detalhe os procedimentos de resposta a emergências se tivessem de agir sozinhos. Tais achados reforçaram a pertinência de investir não apenas em tecnologia, mas também em formação complementar focada no trabalho solitário (como atuação autónoma em caso de acidente, uso de equipamentos de socorro, etc.).

Frequência de Trabalho solitário: No questionário inicial, procurou-se quantificar com que regularidade os colaboradores se encontravam em situações de trabalho não supervisionado ou solitário. Utilizando uma escala de 0 (nunca) a 4 (sempre), constatou-se que a resposta mais frequente à questão “Trabalha sem supervisão direta e pode estar solitário?” foi 2 – “Algumas vezes”. Cerca de 46% dos trabalhadores indicaram que ocasionalmente realizam tarefas isoladas, enquanto apenas uma minoria assinalou “nunca” (0) ou “sempre” (4). Este resultado confirmou que o trabalho solitário é um fenómeno presente na organização de forma intermitente, mas significativa, justificando plenamente a adoção de dispositivos de proteção para essas circunstâncias. No questionário final, aplicado após a fase piloto, observou-se uma tendência semelhante na frequência de trabalho solitário – afinal, a natureza das funções não se alterou no curto prazo; no entanto, é importante notar que a perceção de risco associada a essas situações sofreu alteração, conforme figura 14. Muitos trabalhadores relataram que, embora continuem a ficar sozinhos em certas tarefas, sentem-se agora menos vulneráveis graças à presença dos dispositivos de monitorização. Essa mudança de perceção fica patente em outras respostas, conforme se detalha a seguir.

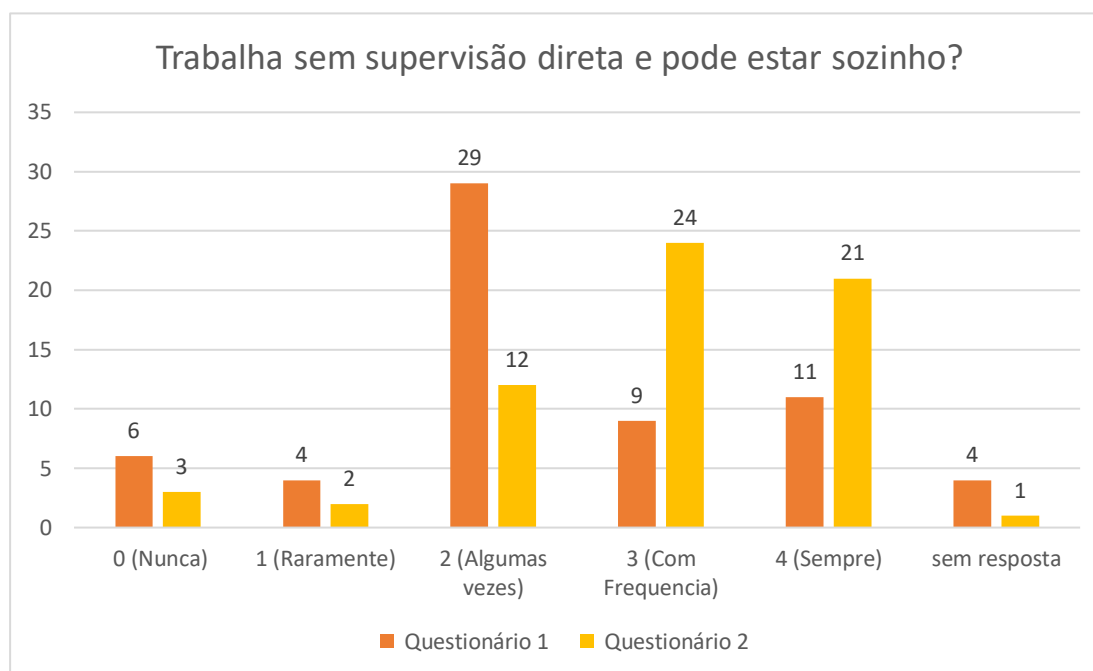


Figura 14 - Frequência de situações de trabalho sem supervisão direta e em isolamento operacional

Percepção de Segurança e Eficácia das Medidas: Um dos objetivos centrais era avaliar se, do ponto de vista dos trabalhadores, a implementação das medidas tecnológicas resultou em maior tranquilidade e confiança durante o trabalho solitário. No inquérito inicial, quando questionados “Sente-se seguro em todos os horários de trabalho?”, uma proporção relevante de trabalhadores expressou dúvidas quanto à segurança nos horários noturnos, indicando sentir-se menos seguro nas horas de menor presença de pessoal de apoio (nomeadamente no turno da madrugada). De forma correlata, à pergunta “Sente que caso tenha um acidente será rapidamente socorrido?”, as respostas mostraram alguma apreensão: vários participantes situaram-se nos níveis baixos da escala (0 ou 1, denotando discórdia com a afirmação), especialmente no contexto de trabalharem sozinhos durante a noite. Estes indicadores refletem um receio real pré-existente de não ter assistência imediata em caso de emergência, sobretudo fora do horário diurno.

Com a introdução dos dispositivos, o questionário final revelou uma clara melhoria na percepção de segurança. Houve um aumento significativo no número de trabalhadores que passaram a concordar que se sentem seguros em todos os horários – muitos referiram explicitamente que, sabendo que carregam um aparelho de alarme e localização, já não encaram os turnos noturnos com o mesmo nível de preocupação de outrora. Concretamente, verificou-se uma redução no grupo dos que atribuíam notas baixas (0 ou 1) à hipótese de resgate rápido em caso de acidente: depois da intervenção, a maioria dos inquiridos

posicionou-se nos níveis 2 ou 3 da escala, indicando maior confiança numa resposta célere. Esta evolução traduz-se nos valores globais mencionados anteriormente. Embora estes dados sejam baseados em percepções subjetivas, eles são coerentes com os resultados técnicos obtidos e evidenciam um impacto psicossocial positivo – os trabalhadores passaram a sentir-se mais amparados e valorizados em termos de segurança, conforme podem analisar figuras 15 a 17.

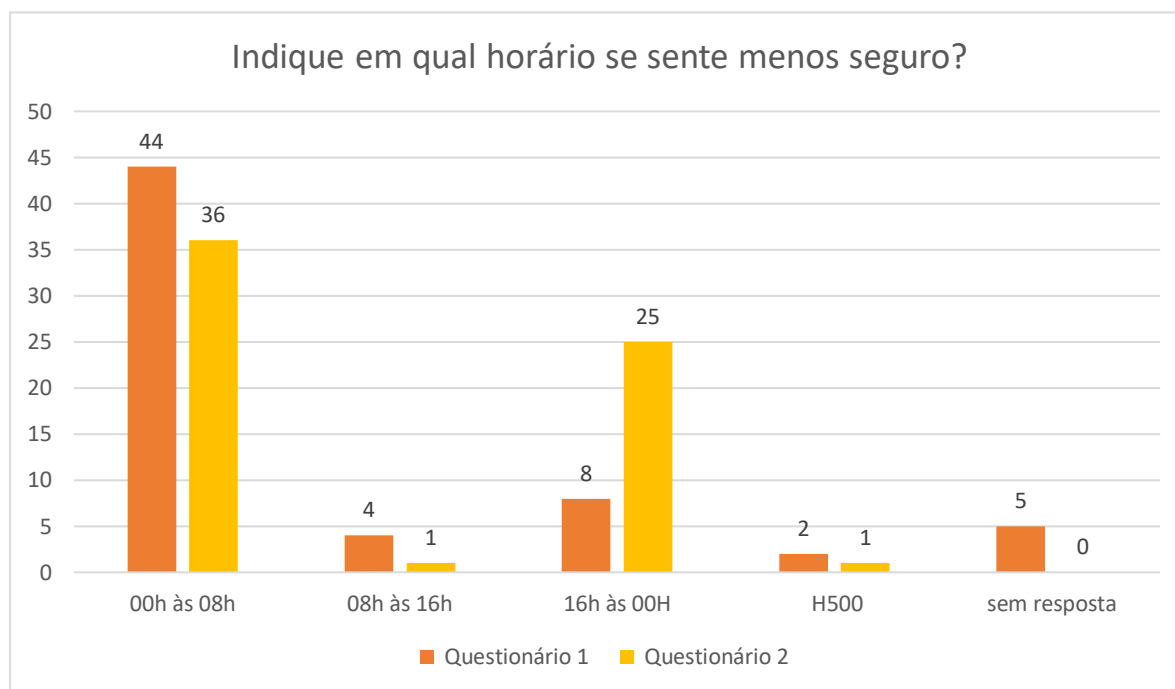


Figura 15 - Percepção de menor segurança por faixa horária de trabalho

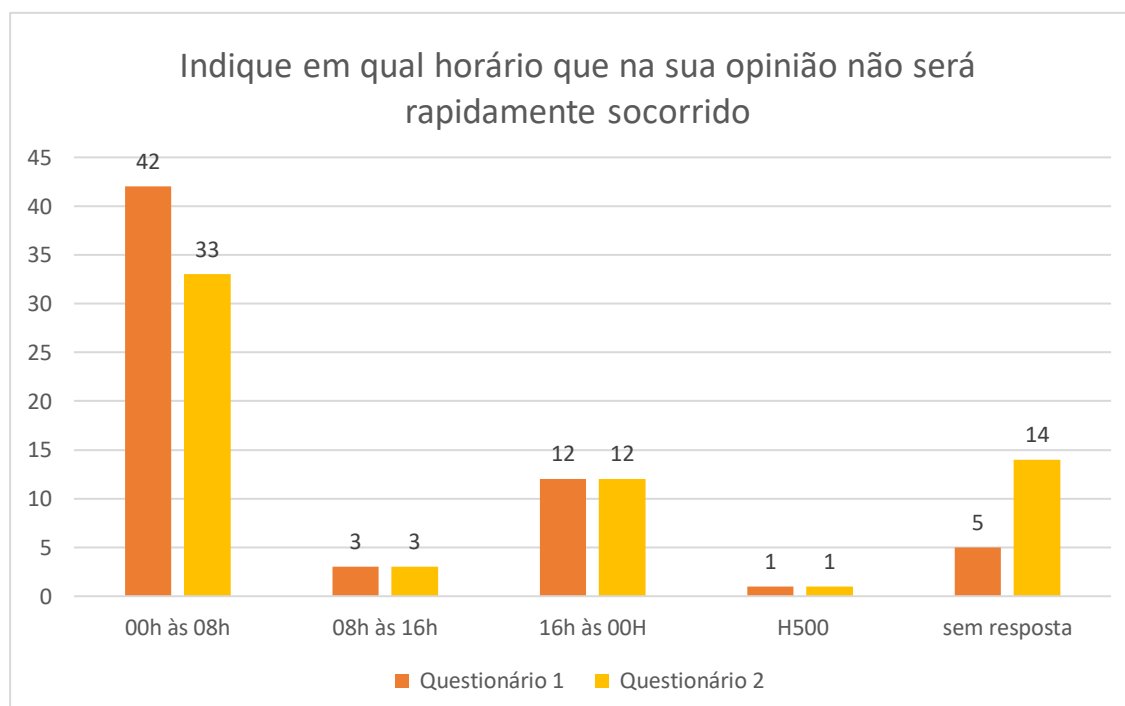


Figura 16 - Percepção de dificuldade de socorro por faixa horária

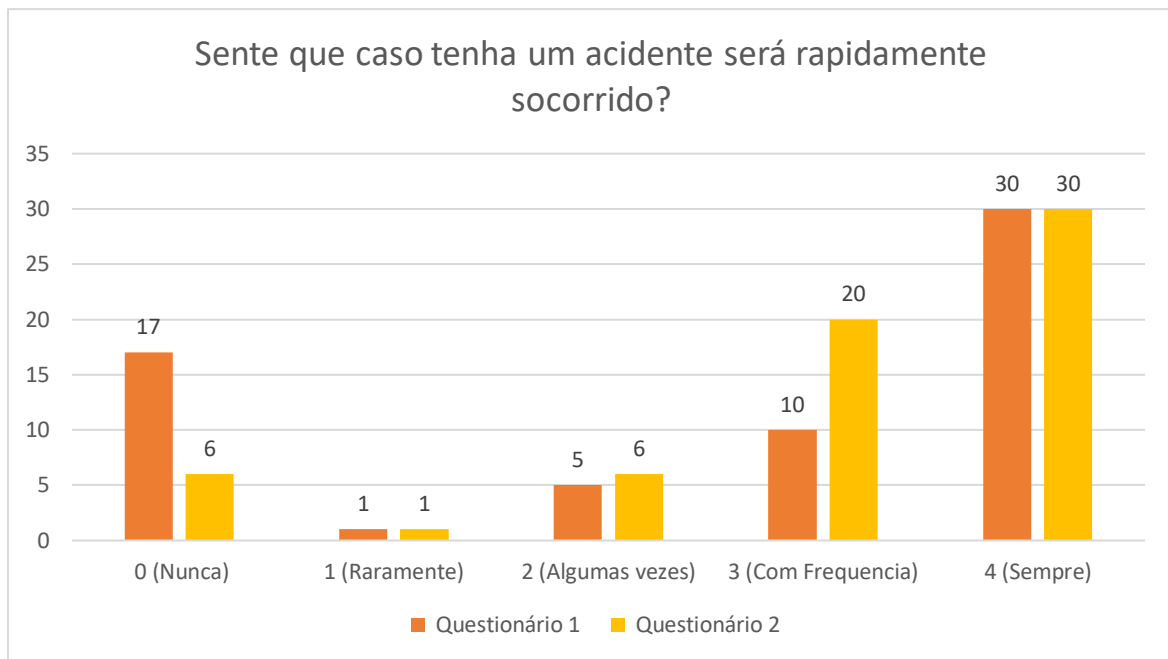


Figura 17 - Percepção quanto à rapidez do socorro em caso de acidente

Aceitação e Satisfação com as Tecnologias: Além das questões quantitativas, os questionários (sobretudo o final) incluíram espaço para comentários e identificaram que a medida de melhoria implementada no posto de trabalho foi reconhecida e aprovada pelos colaboradores. Quando questionados no segundo inquérito sobre que medida de melhoria foi implementada em termos de comunicação para trabalho solitário, a totalidade dos respondentes indicou o ***“uso de dispositivos de alarme e localização (ex: TWIG)” *, confirmando que a iniciativa foi bem comunicada e percebida. Alternativas fictícias ou indesejáveis (como “evitar reportar problemas para não causar alarmismo” ou “não seguir protocolos de segurança para evitar burocracia”) não foram escolhidas, o que reforça que os trabalhadores compreenderam a seriedade da medida e não a encaram como algo negativo ou burocrático, mas sim como um ganho. Quanto às tecnologias consideradas úteis para aumentar a segurança em trabalho solitário, tanto no questionário inicial como no final a preferência recaiu sobre dispositivos de alarme pessoal e geolocalização (como o TWIG) e meios de comunicação direta como rádios ou telemóveis, muito mais do que opções como vigilância por vídeo. Isto sugere que, mesmo antes da implementação, os trabalhadores já intuíram as vantagens de ter um dispositivo pessoal de alarme – e após a implementação, essa preferência manteve-se ou reforçou-se, dado que vivenciaram na prática a utilidade do TWIG One EX. Em termos de satisfação, embora o questionário final não contivesse uma pergunta direta de satisfação, o *feedback* informal recolhido apontou que a maioria dos

participantes considerou a experiência positiva. Vários destacaram que após as demonstrações e simulações perceberam melhor o valor dos equipamentos e passaram a recomendá-los para outros colegas ou outras áreas da fábrica, conforme figuras 18 e 19.

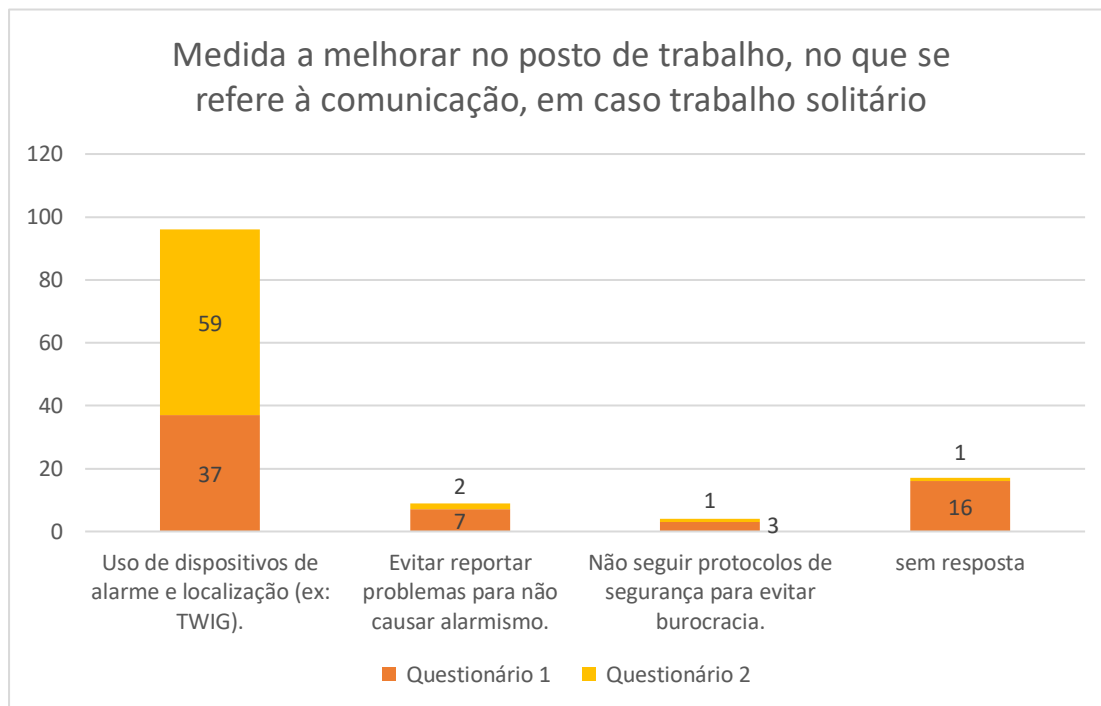


Figura 18 - Perceções sobre a comunicação em contextos de trabalho solitário

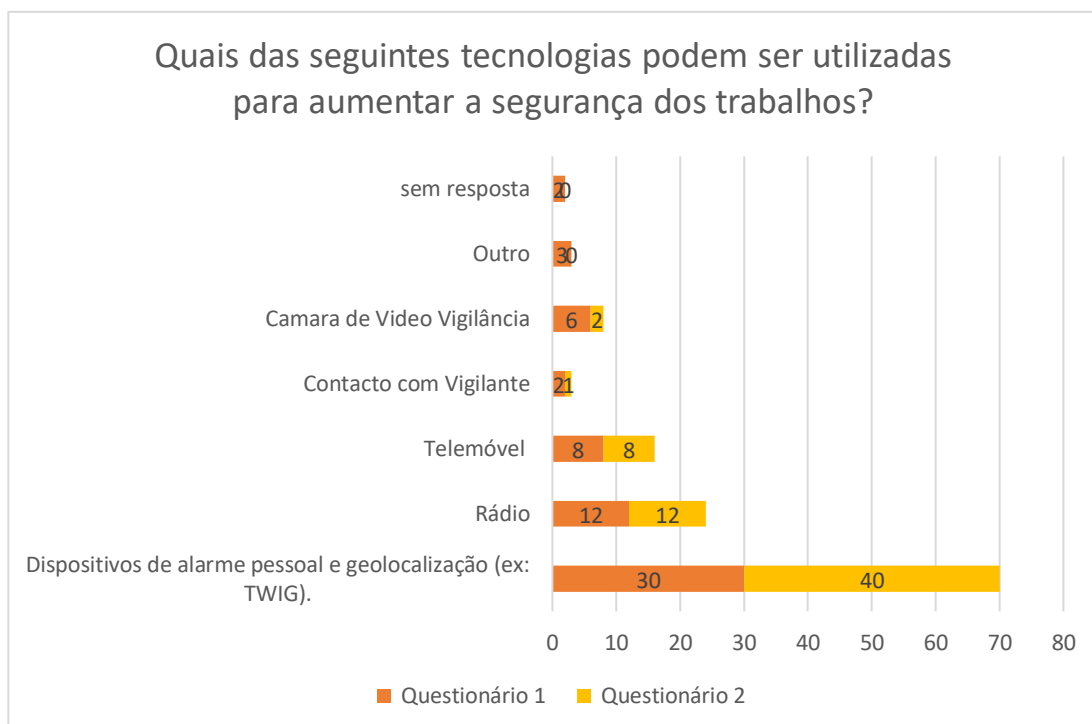


Figura 19 - Tecnologias percecionadas como potenciadoras da segurança no trabalho solitário

Informação adicional sobre os dados recolhidos e o respetivo tratamento estatístico pode ser consultada nos Apêndices E, F e G.

Em síntese, a avaliação do impacto das medidas adotadas indica que a introdução dos dispositivos de monitorização de trabalhadores solitários teve efeitos benéficos tanto objetivos quanto subjetivos. Tecnicamente, a empresa está agora mais bem preparada para detetar riscos e responder prontamente a incidentes em contexto de trabalho solitário. Humana e organizacionalmente, registou-se um fortalecimento da cultura de segurança: os trabalhadores sentem-se mais seguros, mais conscientes do apoio disponível e mais envolvidos nas práticas de prevenção (uma vez que a tecnologia também os lembra constantemente dos riscos, servindo de “lembrete” da importância da segurança em cada tarefa isolada).

É importante notar que alguns desafios remanescentes foram identificados e devem ser acompanhados ao longo do tempo: assegurar que toda a equipa adere consistentemente ao uso diário dos dispositivos (evitando relaxamento após o período inicial), ampliar a cobertura de comunicação do sistema em todas as zonas de trabalho, e manter um programa contínuo de formação e manutenção para que a eficácia das medidas não se degrade. No entanto, de uma forma geral, os indicadores de desempenho em SST melhoraram e os objetivos específicos traçados para este projeto – implementar soluções concretas e avaliar o seu impacto – foram atingidos com sucesso. Cada um dos resultados aqui descritos será posteriormente discutido à luz da literatura e das melhores práticas de segurança ocupacional no Capítulo 4, de modo a enquadrar os resultados desta investigação num contexto mais amplo e a retirar conclusões e recomendações finais para a organização.

Os subcapítulos 3.5, 3.6 e 3.7 descreveram, respetivamente, o planeamento, a execução e a avaliação inicial de uma intervenção inovadora de SST na indústria siderúrgica, focada na proteção de trabalhadores em situações de isolamento. O plano de implementação permitiu estruturar adequadamente as ações, o estudo de caso piloto confirmou a viabilidade e utilidade das soluções selecionadas, e a avaliação de impacto demonstrou melhorias tangíveis na segurança percecionada e potencial de resposta a emergências. No próximo capítulo, estes resultados serão analisados e discutidos em profundidade, relacionando-os com os objetivos definidos e com as referências teóricas, de forma a consolidar as conclusões deste trabalho.

4 Análise e Discussão de Resultados

Este capítulo apresenta uma análise detalhada dos resultados obtidos com a implementação de tecnologias de monitorização para trabalhadores solitários na indústria siderúrgica. A estrutura de análise segue os objetivos específicos do projeto – nomeadamente

os relativos ao plano de implementação, implementação experimental e avaliação de impacto das medidas – permitindo comparar os resultados com o que se pretendia alcançar. Destacam-se as melhorias observadas e os desafios enfrentados ao longo da execução do projeto, interpretando-os à luz da literatura relevante e dos objetivos definidos (*vide* Tabela 15).

Tabela 15 - Análise Crítica de Resultados

N.º	Objetivos Definidos	Resultados Obtidos	Análise Crítica
1	Identificar e caracterizar os trabalhos solitários na organização.	Foram identificados trabalhos solitários em funções críticas (manutenção, monitorização de centrais de gases, etc.). Antes da intervenção, 46% dos trabalhadores relataram trabalhar solitariamente em algumas situações.	A identificação adequada das atividades solitárias permitiu compreender a dimensão do problema e direcionar soluções tecnológicas específicas (Zimmerman <i>et al.</i> , 2023). Esta constatação realça também que o trabalho solitário tende a ser subvalorizado em avaliações formais de risco (OIT, 2005), justificando a pertinência deste estudo.
2	Identificar e analisar as soluções tecnológicas de monitorização de SST.	As soluções mais adequadas identificadas foram o TWIG (dispositivo de alarme pessoal) e um detetor multigás MSA portátil, características da indústria siderúrgica sejam desafios significativos dada a sua robustez e funcionalidades específicas. Dispositivos alternativos como palmilhas sensorizadas e relógios inteligentes revelaram limitações práticas no contexto industrial.	A seleção dos dispositivos revelou-se eficaz face aos riscos introdução de novas tecnologias de SST (Ferreira & Costa, 2023; Santos & Lopes, 2022), exigindo estratégias de formação e envolvimento dos trabalhadores.
3	Elaborar um estudo comparativo das soluções recolhidas.	O estudo comparativo demonstrou que o TWIG é mais adequado para trabalhos com elevada mobilidade do trabalhador, enquanto o detetor MSA se destaca em ambientes com potenciais atmosferas perigosas (gases tóxicos, défice de oxigénio, etc.). Também foram avaliados critérios de viabilidade económica, assegurando que as opções selecionadas eram sustentáveis.	A análise comparativa facilitou a decisão informada sobre as tecnologias a adotar, ao evidenciar o melhor ajustamento de cada solução a cenários operacionais distintos. No entanto, é necessária uma avaliação contínua das opções tecnológicas, dado o ritmo acelerado de evolução neste domínio (Zhang <i>et al.</i> , 2023).

N.º	Objetivos Definidos	Resultados Obtidos	Análise Crítica
4	Elaborar um plano de implementação para as soluções selecionadas.	Foi delineado um plano de implementação para integrar as soluções selecionadas. O plano contemplou desde a fase de diagnóstico coordenada e alinhada com as melhores práticas de SST, inicial até à formação dos utilizadores e avaliação piloto, definindo enfatizadas por normas como a ISO 45001 (ISO, 2018). Um roteiro responsabilidades, recursos necessários e cronogramas para cada etapa. Esta abordagem assegurou a integração eficaz do detetor MSA e do dispositivo TWIG nos procedimentos operacionais da empresa.	O planeamento estruturado permitiu uma implementação em termos de coordenação, este plano foi essencial para preparar o terreno para a fase experimental seguinte.
5	Proceder à implementação experimental de algumas das soluções selecionadas.	Durante a implementação (estudo de caso piloto), enfrentaram-se desafios como resistência inicial de alguns trabalhadores ao uso dos dispositivos e falhas de conectividade em zonas remotas da fábrica. Para mitigar esses problemas, foram realizados esforços de sensibilização e formação contínua e instalados repetidores de sinal nas áreas de sombra identificadas.	A execução piloto permitiu validar as tecnologias em ambiente real. Verificou-se que a integração dos dispositivos com os sistemas existentes da empresa foi crítica para o sucesso (Ferreira & Costa, 2023). Por outro lado, a falta de manutenção periódica ou de calibragem dos equipamentos pode comprometer a sua eficácia ao longo do tempo (Oliveira, 2011). O envolvimento ativo da equipa de SST no terreno e ajustes técnicos (por exemplo, parâmetros de deteção no TWIG) mostraram-se indispensáveis para superar resistências e otimizar a utilização dos equipamentos.
6	Avaliar o impacto das medidas adotadas, com base em indicadores de SST.	Observou-se uma melhoria nos indicadores de segurança: por exemplo, reduziu-se em cerca de 17% a perceção do tempo de resposta a incidentes, e aumentou em 11% a perceção de segurança entre os trabalhadores após a implementação das medidas. Estes resultados baseiam-se na comparação de inquéritos	Os resultados iniciais são promissores, indicando um efeito positivo das tecnologias na segurança percecionada. Os trabalhadores relatam sentir-se mais monitorizados e apoiados, o que reforça a cultura de segurança. No entanto, é necessário um acompanhamento contínuo para garantir a sustentabilidade destas melhorias a longo prazo. Recomenda-se manter a monitorização

N.º	Objetivos Definidos	Resultados Obtidos	Análise Crítica
		antes e depois da intervenção, bem como em indicadores internos dos indicadores de SST e das perceções regularmente, para de SST.	detetar eventuais regressões e consolidar os ganhos obtidos.

Conclusões

O presente trabalho teve como objetivo analisar e implementar soluções tecnológicas para a monitorização de trabalhadores solitários numa indústria siderúrgica, visando melhorar as condições de SST. A crescente complexidade das operações industriais e a necessidade de proteger trabalhadores que desempenham funções isoladas justificam a adoção de dispositivos modernos e integrados, capazes de garantir monitorização contínua e resposta rápida em emergências (Hollnagel, 2014). Neste contexto, abordou-se um problema muitas vezes negligenciado nas orientações tradicionais de segurança (como evidenciado pelo Código de Práticas da OIT, 2005) através de uma intervenção prática suportada em evidências científicas atuais.

Os objetivos propostos foram globalmente atingidos. Destaca-se a identificação dos diferentes postos de trabalho solitário existentes na organização e dos riscos a eles associados, a pesquisa e análise de soluções tecnológicas disponíveis no mercado, a comparação crítica entre dispositivos alternativos, a elaboração de um plano estruturado e a implementação piloto das soluções selecionadas, culminando na avaliação do impacto dessas medidas na perceção de segurança dos trabalhadores. A adoção de uma metodologia de investigação-ação, suportada por métodos mistos (qualitativos e quantitativos), permitiu compreender de forma abrangente as dinâmicas do trabalho solitário e testar intervenções em contexto real (Dresch *et al.*, 2015). Essa aproximação entre teoria e prática reforçou a validade dos resultados obtidos.

Os resultados evidenciam ganhos relevantes com a incorporação das novas tecnologias. A implementação de dispositivos como o TWIG *One Ex* e o detetor multigás MSA *Altair io4* contribuiu significativamente para o aumento da sensação de segurança dos trabalhadores envolvidos no estudo. Objetivamente, verificaram-se melhorias nos indicadores de SST da empresa, incluindo uma redução na perceção do tempo de resposta a incidentes e um aumento na confiança dos trabalhadores quanto à sua proteção em situações de isolamento. Estes dados corroboram a eficácia das tecnologias selecionadas, especialmente em funções que envolvem deslocações frequentes ou exposição a riscos ambientais críticos (Zimmerman *et al.*, 2023). Em síntese, a empresa tornou-se mais capaz de detetar perigos e responder prontamente a emergências no contexto do trabalho solitário.

Por outro lado, identificaram-se também limitações e lições importantes. Dispositivos inovadores como palmilhas sensorizadas ou *smartwatches* mostraram-se pouco adequados ao ambiente fabril, devido a insuficiente robustez e resistência às condições adversas (temperaturas, poeiras, impactos). Este facto sublinha a importância de selecionar tecnologias adaptadas ao contexto específico de trabalho, evitando soluções que, embora promissoras, não satisfaçam os requisitos práticos do terreno (Zhang *et al.*, 2023). Adicionalmente, a

aceitação inicial das novas tecnologias pelos trabalhadores revelou-se um desafio: houve alguma resistência, sobretudo por parte de funcionários menos familiarizados com dispositivos eletrônicos. No entanto, ações de formação contínua e o envolvimento direto dos colaboradores no processo de escolha e implementação das soluções foram fundamentais para superar essas barreiras culturais (Santos & Lopes, 2022). Gradualmente, os trabalhadores passaram de uma posição de desconfiança para a compreensão dos benefícios das ferramentas, especialmente após vivenciarem situações em que os dispositivos potencialmente evitaram consequências mais graves.

Outro aspeto crítico foi a integração tecnológica. A incorporação dos novos dispositivos nos sistemas e procedimentos existentes exigiu ajustes para evitar redundâncias e assegurar a gestão eficaz dos dados gerados. Uma integração bem-sucedida permitiu que os alarmes e informações recolhidas pelos equipamentos fossem tratados em tempo real pela equipa de SST, agilizando as respostas. Em paralelo, tornou-se evidente a necessidade de manutenção contínua e atualização tecnológica: falhas de conectividade em zonas mais remotas da fábrica e problemas de compatibilidade com alguns equipamentos de proteção individual tradicionais indicam que a melhoria deve ser acompanhada de um esforço permanente de otimização. Em suma, a adaptação contínua mostrou-se essencial para garantir que os ganhos obtidos se mantêm ao longo do tempo (Hollnagel, 2014).

Tendo em vista a consolidação e ampliação dos resultados alcançados, apresentam-se algumas recomendações práticas, combinando iniciativas de carácter organizacional e técnico:

- *Formação contínua:* Continuar a realizar formações periódicas e sensibilização junto dos trabalhadores, para assegurar a correta utilização dos dispositivos e tirar partido de todas as suas funcionalidades de segurança.
- *Cultura de segurança reforçada:* Promover uma cultura organizacional que incorpore o uso destas tecnologias como prática comum e valorizada, de modo que os trabalhadores encarem os dispositivos como parte integrante do seu equipamento de proteção.
- *Gestão centralizada da informação:* Implementar ou aprimorar um sistema central de gestão de segurança que integre os dados provenientes de diferentes dispositivos e sensores, permitindo uma monitorização agregada e análises de tendência que suportem a tomada de decisão preventiva.
- *Manutenção e atualização:* Estabelecer um plano de manutenção regular e atualização dos equipamentos tecnológicos (calibrações, verificações de bateria, testes de comunicação), garantindo que estes se mantêm fiáveis e eficazes face às exigências operacionais e ao surgimento de novas versões ou *patches de software*.

Em conclusão, este projeto contribuiu para alargar o conhecimento sobre a aplicação de tecnologias ao trabalho solitário na indústria siderúrgica, demonstrando na prática como a combinação de tecnologia robusta e boas práticas de gestão de segurança pode elevar o patamar de proteção dos trabalhadores. Os resultados obtidos sugerem que a abordagem adotada poderá ser replicada noutros contextos industriais de elevado risco, servindo de referência para iniciativas futuras. A integração bem-sucedida de dispositivos tecnológicos com esforços formativos e participativos destaca-se como essencial para promover ambientes de trabalho mais seguros, conscientes e resilientes (Hollnagel, 2014). A continuidade deste trabalho – seja através de monitorização prolongada, seja mediante novos estudos de caso noutras empresas – permitirá aprofundar a compreensão do impacto destas tecnologias e aperfeiçoar estratégias de implementação, reforçando o compromisso com a melhoria contínua em SST.

Referências Bibliográficas

- Assembleia da República. (2009). Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro — Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho. Diário da República, 1.ª série, n.º 177. <https://dre.pt/dre/detalhe/lei/102-2009-503961>
- Choudhry, R. M., & Fang, D. (2021). Emerging technologies and safety management in high-risk industries: A review of applications and implications. *Safety Science*, 138, 105227. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105227>
- Coghlan, D., & Brannick, T. (2019). *Doing action research in your own organization* (5th ed.). SAGE Publications
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications
- Cunha, J., & Ribeiro, P. (2021). Gestão de SST na Indústria Siderúrgica: Desafios e Soluções Tecnológicas. *Revista de Segurança Laboral*, 34(2), 45-59
- Dresch, A., Lacerda, D. P., & Antunes, J. A. V. (2015). *Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement*. Cham: Springer
- Duan, D., Jin, Y., & Li, S. (2024). Adaptive safety management: Integrating Safety-II into industrial practice. *Journal of Safety Research*, 80, 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.10.005>
- EU-OSHA. (2021). *Lone workers and their safety: EU guidance and recommendations*. European Agency for Safety and Health at Work. <https://osha.europa.eu>
- EIGA - European Industrial Gases Association. (2019). Doc 64/19 – Safety practices for working alone. <https://www.eiga.eu>
- Ferreira, D., & Costa, R. (2023). Desafios na Implementação de Tecnologias de SST em Indústrias de Risco. *Segurança Ocupacional*, 40(1), 58-65
- Flick, U. (2018). *An introduction to qualitative research* (6th ed.). SAGE Publications.
- Fundacentro. (2017). *Norma de Higiene Ocupacional NHO 06: Avaliação da exposição ocupacional ao calor*. São Paulo: Fundacentro
- González, M., & Fernández, R. (2022). Wearable technologies and occupational safety: A systematic review. *Sensors*, 22(7), 2630. <https://doi.org/10.3390/s22072630>

- Guillemy, N., Liévin, D., & Pagliero, D. (décembre de 2006). Travail isolé - Prévention des risques - Synthèse et application. (INRS, Ed.)
- HSE - Health and Safety Executive. (2013). Working alone: Health and safety guidance on the risks of lone working (INDG73). <https://www.hse.gov.uk/pubns/indg73.pdf>
- Heinrich, H. W. (1959). Industrial accident prevention: A scientific approach (4th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Herr, K., & Anderson, G. L. (2015). The action research dissertation: A guide for students and faculty (2nd ed.). SAGE Publications
- Hollnagel, E. (2014). Safety-I and Safety-II: The past and future of safety management. Farnham: Ashgate Publishing
- ILO - International Labour Organization. (2022). Occupational safety and health in a green economy. Geneva: ILO
- ISO - International Organization for Standardization. (2018). ISO 45001:2018 – Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use. ISO
- Kim, S., & Lee, J. H. (2023). Understanding lone worker safety in industrial environments: A qualitative meta-synthesis. *Journal of Occupational Health*, 65(1), e12498. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12498>
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2012). Tradução Sônia Midori Yamamoto. Administração de Marketing. Revisão técnica Edson Crescitelli
- Kwon, S. J., Choi, S. W., & Lee, E. B. (2024). Hazard Identification and Risk Assessment During Simultaneous Operations in Industrial Plant Maintenance Based on Job Safety Analysis. *Sustainability*, 16(21), 9277
- Lee, Y., Kim, U.-J., Han, E., Lee, S., Ham, S., Lee, W., Choi, W.-J., & Kang, S.-K. (2023). Association between lone work and self-rated health status using the 5th Korean Working Conditions Survey. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 35, e20. <https://doi.org/10.35371/aoem.2023.35.e20>
- Leka, S., & Jain, A. (2022). World Health Organization guidelines on mental health at work. Geneva: WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240053052>
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34–46. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>
- McNiff, J. (2017). Action research: All you need to know. SAGE Publications.
- Megasa (2024). Relatório não financeiro. www.megasa.es

Ministério da Solidariedade, Emprego e Segurança Social. (2015). Portaria n.º 71/2015, de 10 de março — Regulamenta a formação em segurança e saúde no trabalho. Diário da República, 1.ª série, n.º 48. <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/71-2015-66565390>

NIOSH. (1986). Criteria for a recommended standard: Occupational exposure to hot environments (Revised Criteria). National Institute for Occupational Safety and Health

Occupational Safety and Health Administration. (n.d.). General Duty Clause, Section 5(a)(1) of the OSH Act of 1970. <https://www.osha.gov/laws-regs/oshact/section5-duties>

OHSW&IM. (2012). Working Alone or in Isolation Procedure. University of South Australia, Human Resources Unit of Occupational Health, Safety and Welfare

Oliveira, D. P. R. (2011). Planejamento Estratégico: Conceitos, Metodologia e Práticas (31ª ed.). São Paulo: Atlas

OIT - Organização Internacional do Trabalho. (2005). Code of practice on safety and health in the iron and steel industry. Organização Internacional do Trabalho

Patel, H., Smith, R., & Ahmad, A. (2022). Real-time monitoring systems and lone worker safety: A case for integrated safety technologies. *IEEE Access*, 10, 120354–120365. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3218691>

Provan, D. J., Dekker, S., & Rae, A. J. (2023). Safety leadership: From reactive compliance to proactive engagement. *Safety Science*, 163, 106153. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106153>

Quivy, R., & Van Campenhoudt, L. (2013). Manuel de recherche en sciences sociales (6^e éd.). Dunod.

Reason, J. (1990). Human error. Cambridge: Cambridge University Press.

Rodrigues, C., & Almeida, P. (2024). Realidade Aumentada na SST: Formação e Capacitação. *Revista de Formação Profissional*, 15(1), 33-42

Safe Work Australia. (2019). Managing the risks of working alone: Code of Practice. <https://www.safeworkaustralia.gov.au/doc/model-code-practice-managing-risks-working-alone>

Santos, L., & Lopes, F. (2022). Promoção da Cultura de Segurança no Ambiente de Trabalho. *Estudos de Segurança Ocupacional*, 8(2), 91-104

Schulte, P. A., Guerin, R. J., Schill, A. L., Bhattacharya, A., Cunningham, T. R., Pandalai, S. P., Eggerth, D., & Stephenson, C. M. (2021). Considerations for incorporating

“well-being” in public policy for workers and workplaces. *American Journal of Public Health*, 111(4), 641–649. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2020.306100>

Shabani, S., Bachwenkizi, J., Mamuya, S. H., & Moen, B. E. (2024). The prevalence of occupational injuries and associated risk factors among workers in the iron and steel industries: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Occupational Health*, 66(1)

Silva, F., & Martins, M. (2023). Psicodinâmica do trabalho solitário na indústria pesada: Riscos invisíveis e estratégias de prevenção. *Revista Lusófona de Saúde Ocupacional*, 5(2), 45–59.

Smith, A., & Barling, J. (2022). *Brave New Workplace: Designing Productive, Healthy, and Safe Organizations*. Oxford University Press

Stenger, M., Roulin, N., & Clot, Y. (2014). Travail isolé et santé mentale: Enjeux et pratiques en milieu industriel. *Revue Internationale de Psychologie du Travail*, 26(1), 11–26

Suárez, R., Silva, M. A., & Oliveira, T. (2023). Working alone in high-risk industries: A systematic review of safety interventions. *Journal of Occupational Safety and Health*, 62(4), 215–228. <https://doi.org/10.1016/j.josh.2023.04.005>

UGT. (2017). Trabalho isolado: Propostas para uma regulação eficaz. União Geral de Trabalhadores – Portugal. <https://www.ugt.pt>

Wong, A., Lee, C. Y., & Chan, Y. K. (2020). Enhancing safety for lone workers: A review of smart wearable systems. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(4), 753–764. <https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1788912>

WorkSafeBC. (2022). Working alone or in isolation: A handbook for employers and supervisors. <https://www.worksafebc.com>

Yin, R. K. (2022). *Case study research and applications: Design and methods* (7th ed.). SAGE Publications

Zhang, X., Huang, D., Li, H., Zhang, Y., Xia, Y., & Liu, J. (2023). Self-training maximum classifier discrepancy for EEG emotion recognition. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, 8(4), 1480–1491. <https://doi.org/10.1049/cit2.12174>

Zimmerman, S. M., Scott, K. A., Wingate, K. C., Ramirez-Cardenas, A., Pompei, R., Hagan-Haynes, K., Hill, R. D., & Wood, E. (2023). Working alone and/or in remote locations: Opportunities to prevent the risk of fatality from cardiovascular events in oil and gas extraction workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 65(6), 481–487. <https://doi.org/10.1097/JOM.000000000000285>

Apêndices

Apêndice A - Questionário Diagnóstico Inicial

Apêndice B - Questionário Final de Avaliação

Apêndice C - Guião Questionário Diagnóstico Inicial

Apêndice D - Guião do Questionário Final de Avaliação

Apêndice E - Resultados Questionário 1

Apêndice F - Resultados Questionário 2

Apêndice G – Comparação de Resultados Questionários 1 e 2

Apêndice H - Consulta Mercado

Anexos

Anexo 1 - Contacto com Fornecedor Palmilhas - Valores

Anexo 2 - Panfleto Palmilhas

Anexo 3 - Panfleto de Interesse Detetor Multigás ALTAIR io4

Anexo 4 - Ficha Técnica Detetor Multigás ALTAIR io4

Anexo 5 - Panfleto Características Detetor Multigás ALTAIR io4

Anexo 6 - Panfleto de Conexão à Plataforma Detetor Multigás ALTAIR io4

Anexo 7 - Manual Detetor Multigás ALTAIR io4

Anexo 8 - Ficha Técnica Lone Worker Alarm Watch TWIG Eon

Anexo 9 - Ficha Técnica TWIG SOS Card

Anexo 10 – Safepoint aplicação para telemóvel

Anexo 11 - TWIG One

Anexo 12 - TWIG One Ex

Anexo 13 - Orçamento TWIG ONE EX

Anexo 14 - Orçamento TWIG ONE

Anexo 15 - Ficha Técnica TWIG NEO

Apêndice A

Questionário Diagnóstico Inicial – Percepção sobre o Trabalho Solitário e Necessidades em SST

(Aplicado antes da implementação das soluções tecnológicas)

O presente questionário tem como objetivo analisar a percepção do risco no seu ambiente de trabalho, nomeadamente no trabalho solitário (trabalho isolado sem supervisão direta).

As respostas são anónimas e destinam-se exclusivamente a fins académicos. A sua colaboração é valiosa; por favor responda com sinceridade.

Tempo estimado para resposta: 10 a 15 minutos.

1. Identificação do Respondente

Por favor, assinale a opção que se aplica ou preencha quando indicado:

1.1. Qual a sua função na empresa?

- ☐ Operador de Produção
- ☐ Manutenção (Mecânica)
- ☐ Manutenção (Elétrica)
- ☐ Encarregado de Produção
- ☐ Expedição / Logística
- ☐ Central de Gases
- ☐ Outro: _____

1.2. Qual o setor/departamento onde trabalha?

- ☐ Forno Elétrico
- ☐ Laminagem
- ☐ TRF
- ☐ Manutenção (Oficina)
- ☐ Expedição / Logística
- ☐ Central de Gases
- ☐ Outro: _____

1.3. Há quanto tempo trabalha na indústria siderúrgica?

- ☐ Menos de 1 ano
- ☐ Entre 1 e 5 anos
- ☐ Entre 6 e 10 anos

Apêndice A

Questionário Diagnóstico Inicial – Percepção sobre o Trabalho Solitário e Necessidades em SST

(Aplicado antes da implementação das soluções tecnológicas)

☐ Mais de 10 anos

2. Questões sobre Segurança no Trabalho

Indique a sua opinião ou conhecimento em relação às seguintes questões:

2.1. Sabe quais são os riscos a que está exposto no seu trabalho diário?

☐ Sim

☐ Não

Se respondeu "Sim", indique qual ou quais considera mais relevantes (coloque um 1 junto ao risco de maior exposição, 2 no segundo mais significativo, etc.):

☐ Ruído

☐ Radiações Óticas

☐ Stress Térmico

☐ Trabalho Solitário (Isolamento)

☐ Radiações Ionizantes

☐ Radiações Não Ionizantes

☐ Exposição a Poeiras

☐ Exposição a Agentes Químicos

☐ Contacto com peças ou equipamentos móveis

☐ Contacto com superfícies quentes

☐ Outro(s): _____

2.2. O que deve fazer um trabalhador quando identifica um risco de segurança no seu local de trabalho?

☐ Informar imediatamente o seu superior hierárquico ou o técnico de segurança.

☐ Apenas alertar os colegas mais próximos.

☐ Não reportar, para evitar problemas ou interrupções no trabalho.

2.3. Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) devem ser utilizados:

☐ Sempre que necessário, como medida de prevenção para reduzir os riscos no trabalho.

☐ Apenas porque o empregador decidiu (obrigatoriedade formal).

☐ Somente em emergências ou quando se sente inseguro.

2.4. Emergência

Responda às seguintes perguntas sobre preparação para emergências no trabalho:

2.4.1. Conhece as equipas de primeiros socorros da empresa (elementos responsáveis pelo primeiro atendimento em caso de acidente)?

☐ Sim ☐ Não

2.4.2. Tem formação em primeiros socorros?

☐ Sim ☐ Não

Apêndice A

Questionário Diagnóstico Inicial – Percepção sobre o Trabalho Solitário e Necessidades em SST

(Aplicado antes da implementação das soluções tecnológicas)

2.4.3. Tem formação em Desfibrilhação Automática Externa (DAE)?

☐ Sim ☐ Não

2.4.4. Sabe como atuar numa situação de emergência? (Por exemplo, sabe que passos tomar se presenciar ou for vítima de um acidente de trabalho?)

☐ Sim ☐ Não

2.4.5. Saberá como atuar numa emergência se estiver sozinho? (Sem ajuda imediata de colegas/superiores no local.)

☐ Sim ☐ Não

(Se respondeu "Sim" à questão anterior, por favor explique brevemente o que faria:)

2.4.6. Dispõe de algum sistema/meio de comunicação de emergência durante o trabalho? (Por exemplo: rádio, telemóvel da empresa, alarme pessoal, etc.)

☐ Sim ☐ Não

Se respondeu "Sim", especifique qual:

2.5. Trabalho Solitário

(Nesta seção, considere "trabalho solitário" como situações em que trabalha sem a presença próxima de colegas ou supervisão direta. Assinale a frequência com que ocorrem estas situações, numa escala de 0 a 4, em que 0 = Nunca e 4 = Sempre):

2.5.1. Trabalha sem supervisão direta e pode ficar isolado durante a execução das suas tarefas?

0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

2.5.2. Está sempre em contacto com colegas durante o trabalho (ou seja, raramente fica sozinho)?

0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

2.5.3. Sente-se seguro em todos os horários do seu trabalho? (Incluindo turnos da noite/madrugada, se aplicável.)

0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

2.5.4. Indique em qual horário do dia se sente menos seguro no trabalho:

(Por exemplo: turno da noite, madrugada, etc.)

2.5.5. Sente que, caso tenha um acidente, será rapidamente socorrido?

0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Apêndice A

Questionário Diagnóstico Inicial – Percepção sobre o Trabalho Solitário e Necessidades em SST

(Aplicado antes da implementação das soluções tecnológicas)

2.5.6. Indique em qual horário acha que seria mais difícil receber socorro rápido:

(Por exemplo: “durante a noite”, “início da manhã, quando há menos gente”, etc.)

Melhorias na Segurança do Trabalho Isolado

2.6. Na sua opinião, que medida poderia ser implementada ou melhorada no seu posto de trabalho para aumentar a segurança em caso de trabalho isolado, especificamente no que toca à comunicação em emergência?

☐ Uso de dispositivos de alarme pessoal e localização (por exemplo, dispositivo “homem isolado” tipo TWIG, botão de pânico, etc.).

☐ Evitar reportar problemas ou acidentes menores, para não causar alarmismo desnecessário.

☐ Não seguir estritamente os protocolos de segurança, de modo a ganhar rapidez e evitar burocracias.

(Escolha apenas uma opção, aquela que considera mais adequada. Se tiver outra sugestão, _____ indique-a _____ por _____ favor:)

2.7. Quais das seguintes tecnologias ou meios considera que podem ser utilizados para aumentar a segurança de trabalhadores em situações de isolamento?

☐ Dispositivos de alarme pessoal com geolocalização (ex: TWIG ou semelhantes)

☐ Rádio de comunicação interna

☐ Telemóvel (com rede disponível na fábrica)

☐ Contacto regular com um vigilante/segurança da fábrica

☐ Câmara de videovigilância dedicada

☐ Outro: _____

Obrigada pela sua participação!

As suas respostas serão tratadas de forma confidencial e contribuirão para o desenvolvimento de melhorias nas condições de Segurança e Saúde no Trabalho na nossa empresa.

Apêndice B

Questionário Final de Avaliação – Impacto da Implementação de Soluções Tecnológicas em Contexto de Trabalho Solitário

(Aplicado após a implementação experimental)

Este questionário tem como objetivo avaliar a percepção do risco no seu ambiente de trabalho **após a implementação de medidas de segurança para trabalho isolado**. Tal como no questionário inicial, as respostas são anónimas e destinam-se exclusivamente a fins académicos.

Pretende-se compreender as eventuais mudanças na percepção dos trabalhadores e recolher a sua opinião sobre as medidas introduzidas.

Tempo estimado para resposta: 10 a 15 minutos.

Identificação do Respondente

(Por favor, indique a sua função e setor, para contextualizar as respostas):

- 1.1. Qual a sua função na empresa?
- ☐ Operador de Produção
 - ☐ Manutenção Mecânica
 - ☐ Manutenção Elétrica
 - ☐ Encarregado de Produção
 - ☐ Logística / Expedição
 - ☐ Outro: _____
- 1.2. Qual o setor onde trabalha?
- ☐ Forno Elétrico
 - ☐ Laminagem
 - ☐ TRF
 - ☐ Manutenção (Oficina)
 - ☐ Expedição / Logística ☐ Central de Gases
 - ☐ Outro: _____
- 1.3. Há quanto tempo trabalha na indústria siderúrgica?
- ☐ Menos de 1 ano
 - ☐ Entre 1 e 5 anos
 - ☐ Entre 6 e 10 anos
 - ☐ Mais de 10 anos

Trabalho Solitário

Considerando as medidas recentes adotadas para monitorização do trabalho isolado, responda às seguintes questões. Assinale na escala de 0 a 4 a frequência ou grau em que concorda com cada afirmação (0 = Nunca/Discordo Totalmente, 4 = Sempre/Concordo Totalmente):

Apêndice B

Questionário Final de Avaliação – Impacto da Implementação de Soluções Tecnológicas em Contexto de Trabalho Solitário

(Aplicado após a implementação experimental)

2.1. **Trabalha sem supervisão direta e pode ficar isolado** no desempenho das suas funções (continua a ocorrer trabalho isolado no seu caso).

0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

2.2. **Está sempre em contacto com colegas** durante o trabalho (raramente fica totalmente sozinho em alguma tarefa).

0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

2.3. **Sente-se seguro em todos os horários** do seu trabalho, mesmo quando está sozinho ou em horários noturnos.

0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

2.4. Indique **em qual horário do dia se sente menos seguro** durante o trabalho:

(Se há algum período do turno em que se sente mais vulnerável, indique qual; caso se sinta seguro em todos, pode deixar em branco.)

2.5. **Sente que, caso tenha um acidente, será rapidamente socorrido** pela empresa/colegas, mesmo se estiver sozinho?

0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

2.6. Indique **em qual horário** acha que **seria mais difícil receber socorro rápido** em caso de acidente: _____

(Ex.: “de madrugada, quando há menos pessoal de apoio”, etc. Se considera que seria socorrido rapidamente em qualquer horário, deixe em branco.)

2.7. Foi **implementada alguma medida de melhoria** no seu posto de trabalho no que se refere à comunicação/segurança em caso de trabalho solitário?

☐ Uso de **dispositivos de alarme pessoal e localização** (por exemplo, dispositivo TWIG “homem isolado”).

☐ **Evitar reportar problemas** para não causar alarmismo.

☐ **Deixar de seguir alguns protocolos de segurança** para ganhar agilidade (medida não recomendada).

(Assinale a opção correspondente à medida que efetivamente foi adotada. Caso mais de uma se aplique, escolha a principal.)

2.8. Quais das **seguintes tecnologias ou meios** considera mais úteis para **aumentar a segurança** de trabalhadores solitários, de acordo com a sua experiência recente?

☐ Dispositivos de alarme pessoal com geolocalização (ex.: TWIG ou similar)

☐ Rádio de comunicação

Apêndice B

Questionário Final de Avaliação – Impacto da Implementação de Soluções Tecnológicas em Contexto de Trabalho Solitário

(Aplicado após a implementação experimental)

- ☐ Telemóvel
- ☐ Contacto periódico com vigilante/porteiro
- ☐ Sistema de câmara de videovigilância
- ☐ Outro: _____

Obrigada pela sua participação!

As suas respostas contribuem para avaliar os efeitos das medidas de segurança implementadas e identificar oportunidades de melhoria contínua na proteção de todos os trabalhadores.

Apêndice C

Guião do Questionário Diagnóstico Inicial – Perceção sobre o Trabalho Solitário e Necessidades em SST

*Este guião tem como objetivo documentar a estrutura e a intenção de cada questão do questionário inicial sobre Segurança e Saúde no Trabalho, especificamente dirigido ao trabalho solitário. O público-alvo do questionário foram os trabalhadores cuja função envolve tarefas isoladas, conforme mapeamento efetuado no estudo. O questionário de diagnóstico foi aplicado durante o mês de **março de 2025**.*

N.º da questão	Questão formulada	Objetivo da questão
1.1	Qual a sua função na empresa?	Clarificar o perfil ocupacional do respondente e verificar se este se enquadra nas funções/tarefas consideradas de trabalho isolado identificadas no estudo.
1.2	Qual o setor/departamento onde trabalha?	Avaliar a área específica em que o respondente trabalha, verificando igualmente se corresponde aos setores com trabalhos isolados previamente mapeados.
1.3	Há quanto tempo trabalha na indústria siderúrgica?	Estabelecer um fator temporal (experiência do trabalhador) e compreender o possível nível de integração na cultura de segurança da empresa – pressupondo que mais anos de casa podem refletir maior conhecimento dos procedimentos de SST.
2.1	Sabe quais são os riscos a que está exposto no seu trabalho diário?	Avaliar a perceção de risco do trabalhador: se tem consciência dos riscos ocupacionais da sua função e, indiretamente, se reconhece o trabalho isolado como uma condição de risco a considerar.
2.2	O que deve fazer um trabalhador quando identifica um risco de segurança no seu local de trabalho?	Verificar o nível de conhecimento do trabalhador quanto aos procedimentos de comunicação de riscos . Pretende-se apurar se o colaborador compreende que a segurança é parte do trabalho – i.e., que identificar e reportar riscos é sua responsabilidade e não uma “imposição externa”.
2.3	Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) devem ser utilizados:	Avaliar a atitude face aos EPI e o conhecimento sobre quando os usar. A resposta pretendida (sempre que necessário para reduzir riscos) indica se o trabalhador entende o papel preventivo dos EPI e sabe quais deve utilizar na sua função/tarefa.

Apêndice C

Guião do Questionário Diagnóstico Inicial – Perceção sobre o Trabalho Solitário e Necessidades em SST

N.º da questão	Questão formulada	Objetivo da questão
2.4	Emergência	
2.4.1	Conhece as equipas de primeiros socorros da empresa (elementos responsáveis pelo primeiro atendimento em caso de acidente)?	Identificar se, em caso de emergência, o trabalhador sabe quem contactar internamente (equipas de primeiros socorros ou de emergência da empresa). Em trabalho isolado, essa noção é crucial, dado que incidentes podem requerer auxílio rápido.
2.4.2	Tem formação em 1ª socorros?	Verificar se o trabalhador possui formação básica de emergência (primeiros socorros). No contexto de trabalho isolado, a capacidade de auto-prestar primeiros socorros ou assistir colegas é importante, indicando necessidade de formação caso haja lacunas.
2.4.3	Tem formação em Desfibrilhação Automática Externa (DAE)?	Averiguar se o trabalhador tem formação específica em DAE, como parte da avaliação de competências de emergência . Novamente, visa identificar necessidades de formação adicionais entre aqueles que trabalham isoladamente.
2.4.4	Sabe como atuar numa situação de emergência? (Por exemplo, sabe que passos tomar se presenciar ou for vítima de um acidente de trabalho?)	Compreender se o trabalhador conhece, em termos gerais, os procedimentos de atuação em emergências no contexto laboral. Isto indica o grau de preparação teórica do colaborador para reagir corretamente a um acidente ou situação crítica.
2.4.5	Saberia como atuar numa emergência se estiver sozinho? (Sem ajuda imediata de colegas/superiores no local.)	Aferir especificamente se o trabalhador se sente preparado para agir numa emergência estando isolado , sem apoio imediato. Visa evidenciar necessidade de formação mais específica para trabalho isolado (procedimentos de autoproteção, etc.).
2.4.6	Dispõe de algum sistema/meio de comunicação de emergência durante o trabalho? (Por exemplo: rádio, telemóvel da empresa, alarme pessoal, etc.)	Entender se o trabalhador dispõe de meios de comunicação direta durante o trabalho (p.ex. rádio, telemóvel, alarme), e quais. Isto permite identificar se existem já ferramentas de comunicação e se há potencial para melhoria (por ex., introdução de novos dispositivos).
2.5	Trabalho Solitário	

Apêndice C

Guião do Questionário Diagnóstico Inicial – Perceção sobre o Trabalho Solitário e Necessidades em SST

N.º da questão	Questão formulada	Objetivo da questão
2.5.1	Trabalha sem supervisão direta e pode ficar isolado durante a execução das suas tarefas?	Verificar a perceção do trabalhador quanto à frequência de trabalho isolado . Esclarecer se o próprio tem consciência de exercer tarefas isoladas e com que regularidade (nunca, raramente, às vezes, etc.), o que indica também o nível de risco a que se sente exposto.
2.5.2	Está sempre em contacto com colegas durante o trabalho (ou seja, raramente fica sozinho)?	Analisar, de forma inversa à 2.5.1, a perceção do trabalhador sobre quanto tempo permanece acompanhado . Ajuda a entender se o isolamento é esporádico ou frequente na rotina de trabalho.
2.5.3	Sente-se seguro em todos os horários do seu trabalho? (Incluindo turnos da noite/madrugada, se aplicável.)	Conhecer os receios do trabalhador relativos ao horário de trabalho, especificamente se há turnos (como o noturno) em que se sente menos seguro. Esta questão explora se existem períodos considerados mais críticos em termos de segurança percebida.
2.5.4	Indique em qual horário se sente menos seguro.	Identificar qual o período do dia em que o trabalhador se sente mais inseguro. Complementa a questão anterior, pedindo um detalhe específico – por exemplo, se o turno da noite é apontado como mais inseguro – e reforçando a evidência da necessidade de sistemas de “homem isolado” nesses períodos.
2.5.5	Sente que caso tenha um acidente será rapidamente socorrido?	Avaliar o sentimento de segurança/assistência do trabalhador: se acredita que, em caso de acidente, receberá socorro imediato. Em trabalho isolado, a resposta negativa indicaria uma perceção de vulnerabilidade e justifica intervenções (tecnológicas ou de processo) para melhorar tempos de resposta.
2.5.6	Indique em qual horário que na sua opinião não será rapidamente socorrido.	Similar à 2.5.4, esta questão visa detalhar quando o trabalhador acha que a resposta a um acidente seria mais demorada. Isto pode apontar, por exemplo, o turno noturno (quando há menos pessoal de vigilância) como o mais crítico, sustentando a priorização de medidas nesses horários.

Apêndice C

Guião do Questionário Diagnóstico Inicial – Perceção sobre o Trabalho Solitário e Necessidades em SST

N.º da questão	Questão formulada	Objetivo da questão
2.6	Na sua opinião, que medida poderia ser implementada ou melhorada no seu posto de trabalho para aumentar a segurança em caso de trabalho isolado, especificamente no que toca à comunicação em emergência?	Obter a opinião do trabalhador sobre como melhorar a segurança no contexto de trabalho solitário, focando na comunicação em emergências. As opções apresentadas testam a atitude do respondente: a opção correta (uso de dispositivos de alarme/localização) indica abertura para soluções tecnológicas, enquanto as opções de “evitar reportar” ou “não seguir protocolos” são respostas indesejáveis que servem para revelar possíveis conceções erradas ou resistência a seguir procedimentos.
2.7	Quais das seguintes tecnologias ou meios considera que podem ser utilizados para aumentar a segurança de trabalhadores em situações de isolamento?	Identificar a perceção do trabalhador sobre ferramentas tecnológicas úteis para segurança em trabalho solitário. As respostas permitem saber se o colaborador reconhece, por exemplo, valor em alarmes pessoais, ou se confia mais em meios tradicionais (rádio, telemóvel, vigilância humana). Esta questão fornece perceções sobre a aceitabilidade das tecnologias propostas e possíveis preferências ou sugestões adicionais (campo "Outro").

Apêndice D

Guião do Questionário Final de Avaliação – Impacto da Implementação de Soluções Tecnológicas em Contexto de Trabalho Solitário (Avaliação Pós-Implementação)

Este guião documenta as questões do questionário final de avaliação, aplicado após a implementação das medidas de segurança para trabalho isolado. O objetivo é clarificar o propósito de cada pergunta e orientar a interpretação das respostas. O público-alvo foram os trabalhadores envolvidos no projeto-piloto e outros colaboradores em funções similares de trabalho isolado. O questionário final foi administrado no mês de maio de 2025.

N.º da questão	Questão formulada	Objetivo da questão
1.1	Qual a sua função na empresa?	Confirmar o perfil do respondente (função exercida) para contextualizar as respostas e verificar se pertence ao grupo de trabalho isolado alvo da intervenção, tal como no questionário inicial.
1.2	Qual o setor onde trabalha?	Identificar o setor do trabalhador, assegurando continuidade do mapeamento de áreas críticas e permitindo cruzar perceções por departamento, comparativamente ao diagnóstico inicial.
1.3	Há quanto tempo trabalha na indústria siderúrgica?	Registar a experiência na empresa/indústria do respondente. Mantém-se a intenção de relacionar a antiguidade com a familiaridade com a cultura de segurança; também serve para caracterização da amostra final em relação à inicial.
2.1	Trabalha sem supervisão direta e pode ficar isolado no desempenho das suas funções (continua a ocorrer trabalho isolado no seu caso).	Verificar novamente a frequência de trabalho isolado do respondente após a intervenção. Pretende-se comparar com a perceção inicial (questão equivalente no diagnóstico) e ver se houve alguma mudança ou simplesmente reafirmar a condição de trabalho.
2.2	Está sempre em contacto com colegas durante o trabalho (raramente fica totalmente sozinho em alguma tarefa).	Complementar a 2.1, avaliando o inverso – o grau de acompanhamento no trabalho. Novamente, permite comparação direta com o resultado inicial para detetar variações na perceção do isolamento.

Apêndice D

Guião do Questionário Final de Avaliação – Impacto da Implementação de Soluções Tecnológicas em Contexto de Trabalho Solitário

(Avaliação Pós-Implementação)

N.º da questão	Questão formulada	Objetivo da questão
2.3	Sente-se seguro em todos os horários do seu trabalho, mesmo quando está sozinho ou em horários noturnos.	Avaliar a percepção atual de segurança do trabalhador ao longo de todos os horários/turnos, após a implementação das medidas. Esta pergunta verifica se os receios identificados inicialmente (p.ex. quanto ao turno da noite) foram atenuados.
2.4	Indique em qual horário se sente menos seguro.	Identificar qual o período do dia em que o trabalhador ainda se sente menos seguro, após a intervenção. Serve para ver se ainda persiste algum horário crítico na percepção (por exemplo, se o turno da noite continua a inspirar mais insegurança ou se houve melhoria).
2.5	Sente que, caso tenha um acidente, será rapidamente socorrido pela empresa/colegas, mesmo se estiver sozinho?	Verificar a confiança atual na rapidez do socorro em caso de acidente trabalhando isoladamente. Esta questão é central para medir o impacto da medida: espera-se que, com o dispositivo “homem isolado” implementado, os trabalhadores sintam maior confiança no pronto atendimento a um eventual acidente.
2.6	Indique em qual horário na sua opinião não será rapidamente socorrido.	Especificar qual o horário/período em que o trabalhador acha que o socorro seria mais demorado, mesmo após as medidas. Complementa a questão 2.5, permitindo identificar se ainda há algum <i>gap</i> percecionado (ex.: “de madrugada ainda seria difícil, apesar do dispositivo”).
2.7	Foi implementada alguma medida de melhoria no seu posto de trabalho no que se refere à comunicação/segurança em caso de trabalho solitário?	Confirmar se o trabalhador reconhece a medida implementada . A opção correta será “Uso de dispositivos de alarme e localização (TWIG)”, esperando-se que todos assinalem essa, visto ter sido efetivamente adotada. As outras opções são cenários hipotéticos negativos; se alguém as indicasse, revelaria ou falta de compreensão ou insatisfação com a medida real.
2.8	Quais das seguintes tecnologias ou meios considera mais úteis para aumentar a segurança de	Avaliar a opinião atualizada sobre tecnologias de segurança para trabalho isolado, após a experiência com o projeto. Visa perceber se a experiência confirmou a preferência por dispositivos como o TWIG ou se trouxe à tona outras sugestões. Comparativamente à

Apêndice D

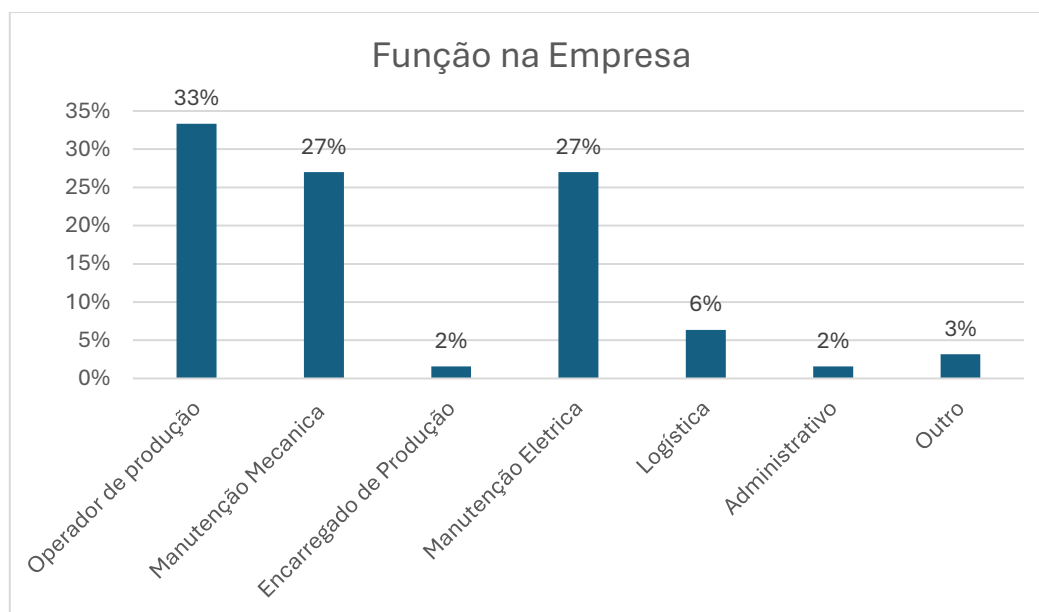
Guião do Questionário Final de Avaliação – Impacto da Implementação de Soluções Tecnológicas em Contexto de Trabalho Solitário

(Avaliação Pós-Implementação)

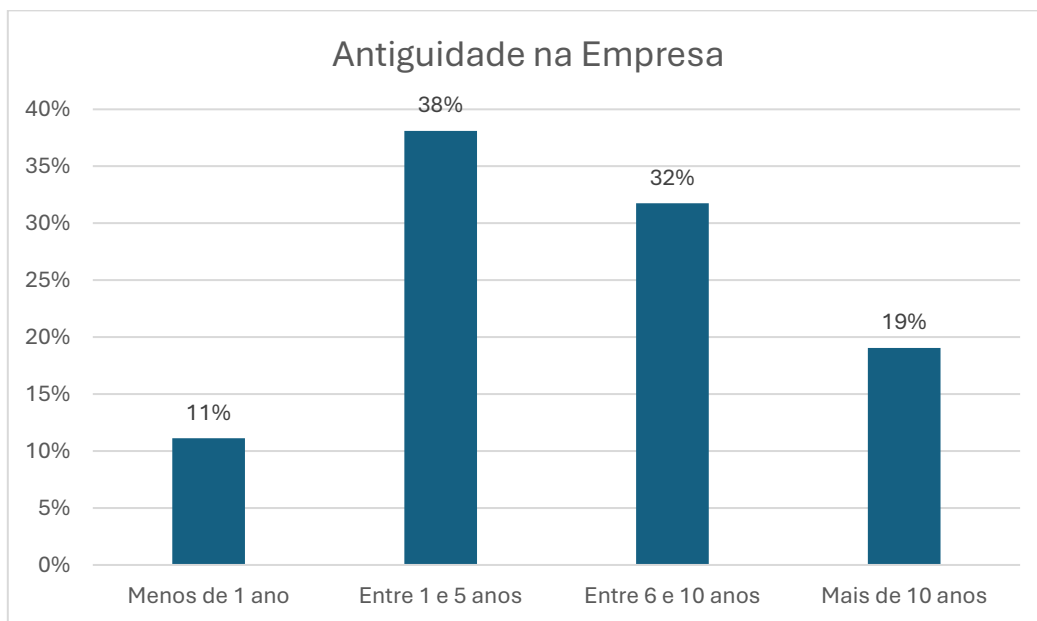
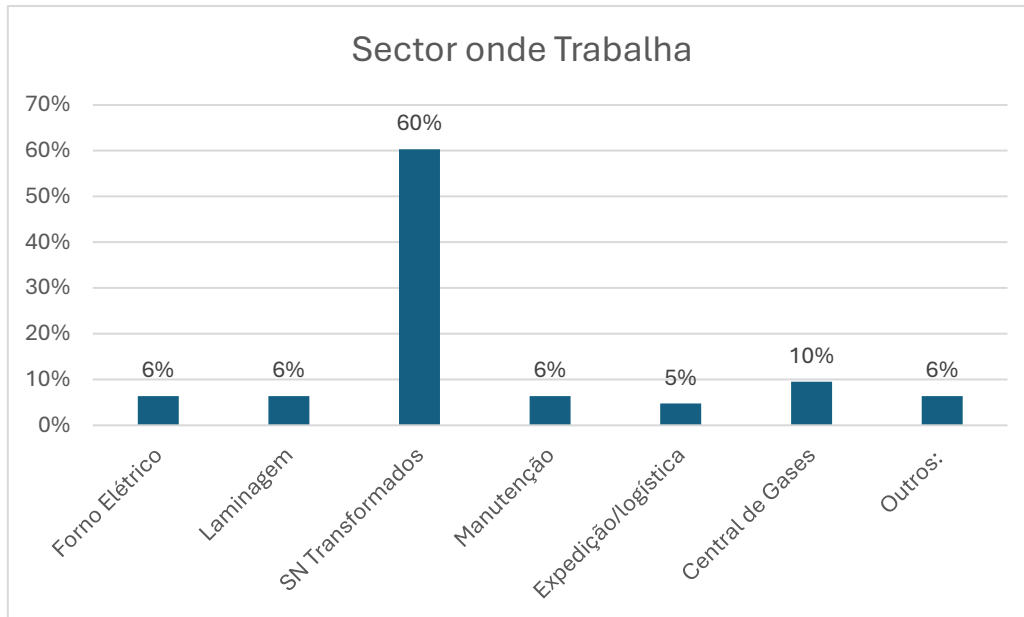
N.º da questão	Questão formulada	Objetivo da questão
	trabalhadores solitários, de acordo com a sua experiência recente?	resposta inicial (Apêndice C, 2.7), observa-se se houve mudança de perspetiva ou reforço das opções.

Apêndice E - Resultados Questionário

1.1. Qual a sua função na empresa?		
Operador de produção	21	33%
Manutenção Mecânica	17	27%
Encarregado de Produção	1	2%
Manutenção Elétrica	17	27%
Logística	4	6%
Administrativo	1	2%
Outro	2	3%
Total	63	
1.2. Qual o setor onde trabalha?		
Forno Elétrico	4	6%
Laminagem	4	6%
SN Transformados	38	60%
Manutenção	4	6%
Expedição/logística	3	5%
Central de Gases	6	10%
Outros:	4	6%
Total	63	
1.3. Há quanto tempo trabalha na indústria siderúrgica?		
Menos de 1 ano	7	11%
Entre 1 e 5 anos	24	38%
Entre 6 e 10 anos	20	32%
Mais de 10 anos	12	19%
Total	63	



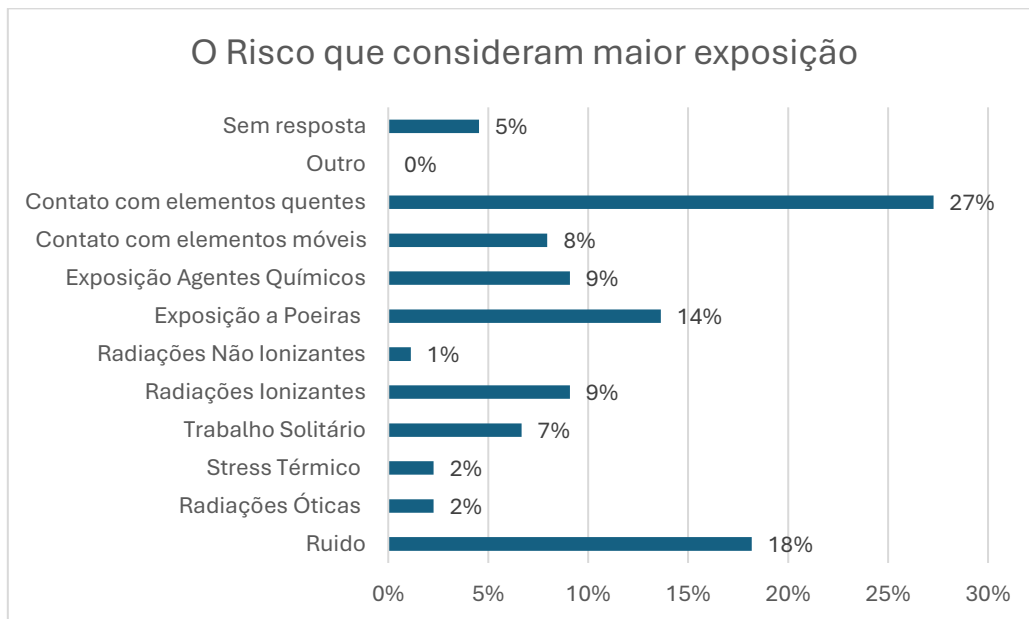
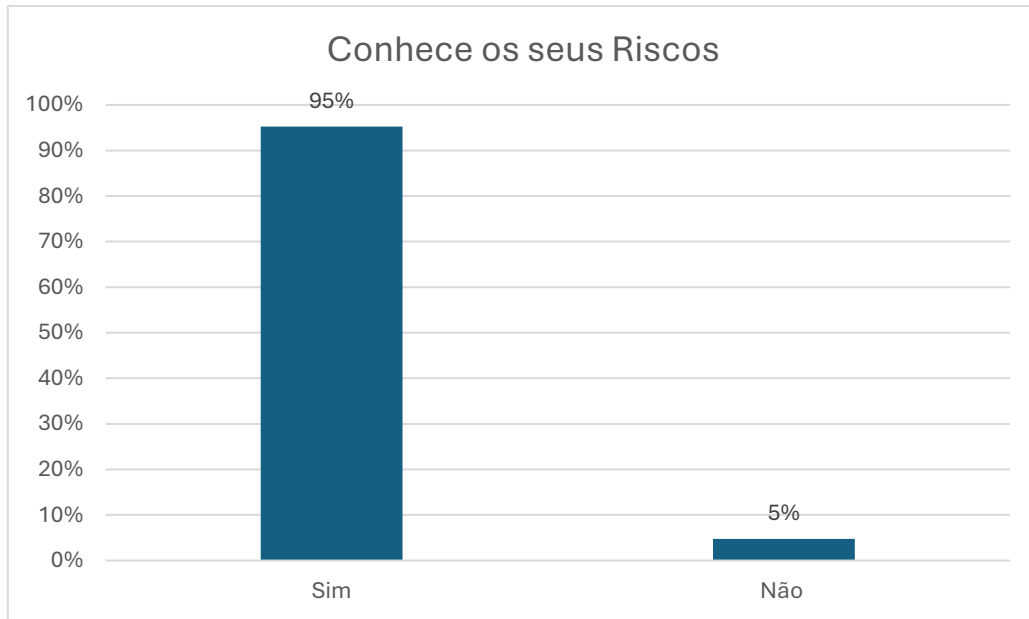
Apêndice E - Resultados Questionário



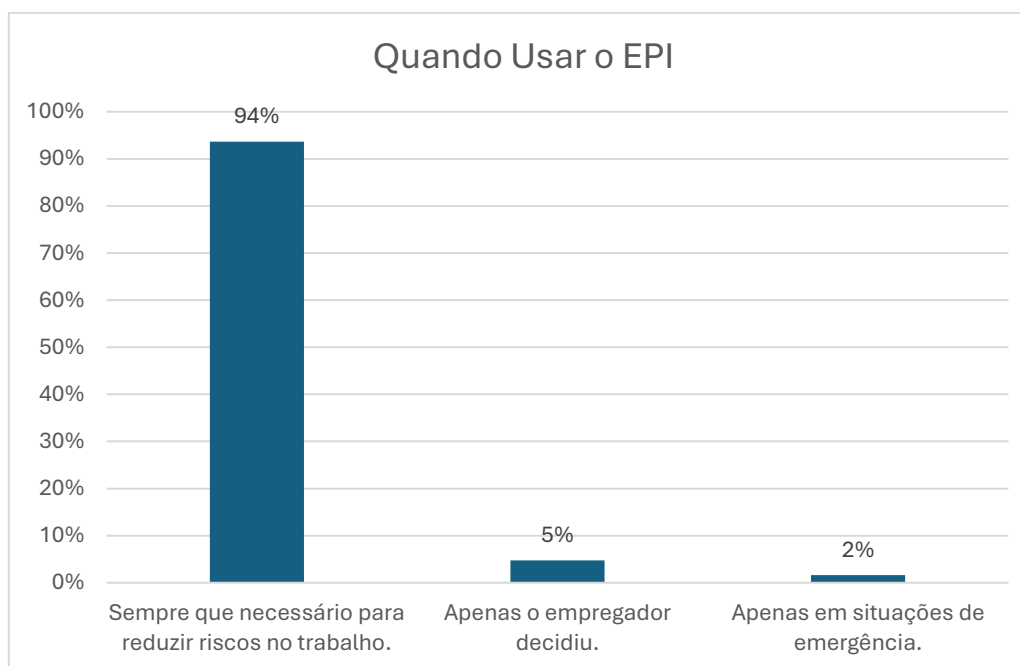
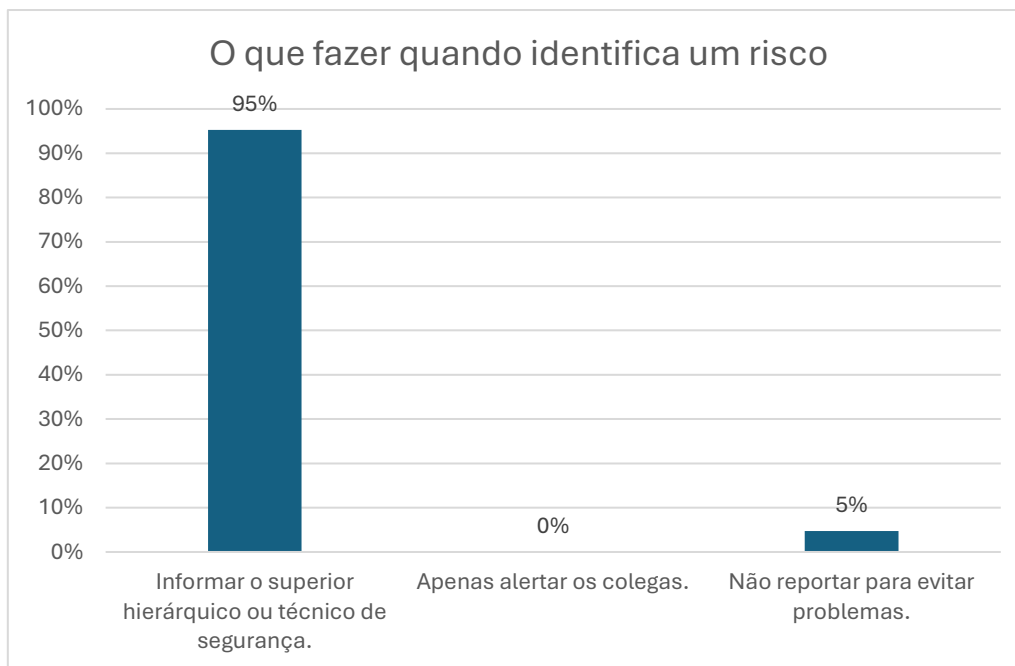
Apêndice E - Resultados Questionário

1. Sabe quais são os Riscos a que esta exposto?					
Sim	60			95%	
Não	3			5%	
Total	63				
Se sim, identifique quais aqueles que considera com maior exposição, em quem 1 é aquele com maior exposição.					
Ruido	16			18%	
Radiações Óticas	2			2%	
Stress Térmico	2			2%	
Trabalho Solitário	4			7%	
Radiações Ionizantes	8			9%	
Radiações Não Ionizantes	1			1%	
Exposição a Poeiras	12			14%	
Exposição Agentes Químicos	8			9%	
Contato com elementos móveis	7			8%	
Contato com elementos quentes	24			27%	
Outro				0%	
Sem resposta	4			5%	
Total	88				
2. O que deve fazer um trabalhador identificar um risco de segurança?					
Informar o superior hierárquico ou técnico de segurança.	60			95%	
Apenas alertar os colegas.	0			0%	
Não reportar para evitar problemas.	3			5%	
Total	63				
3. Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) devem ser utilizados:					
Sempre que necessário para reduzir riscos no trabalho.	59			94%	
Apenas o empregador decidiu.	3			5%	
Apenas em situações de emergência.	1			2%	
Total	63				
4. Emergência?	SIM	NÃO	SIM	NÃO	Total
Conhece as equipas de 1º socorros?	44	19	70%	30%	63
Tem formação em 1ª socorros?	36	27	57%	43%	63
Tem formação em Desfibrilhação Automática Externa (DAE)?	16	47	25%	75%	63
Sabe como atuar em emergência?	57	6	90%	10%	63
Sabe como atuar em emergência se estiver sozinho?	58	5	92%	8%	63
Tem algum sistema de comunicação?	59	4	94%	6%	63
Telemóvel	12		100%	0%	12
Rádio	62		100%	0%	62
Sem resposta	1		100%	0%	1

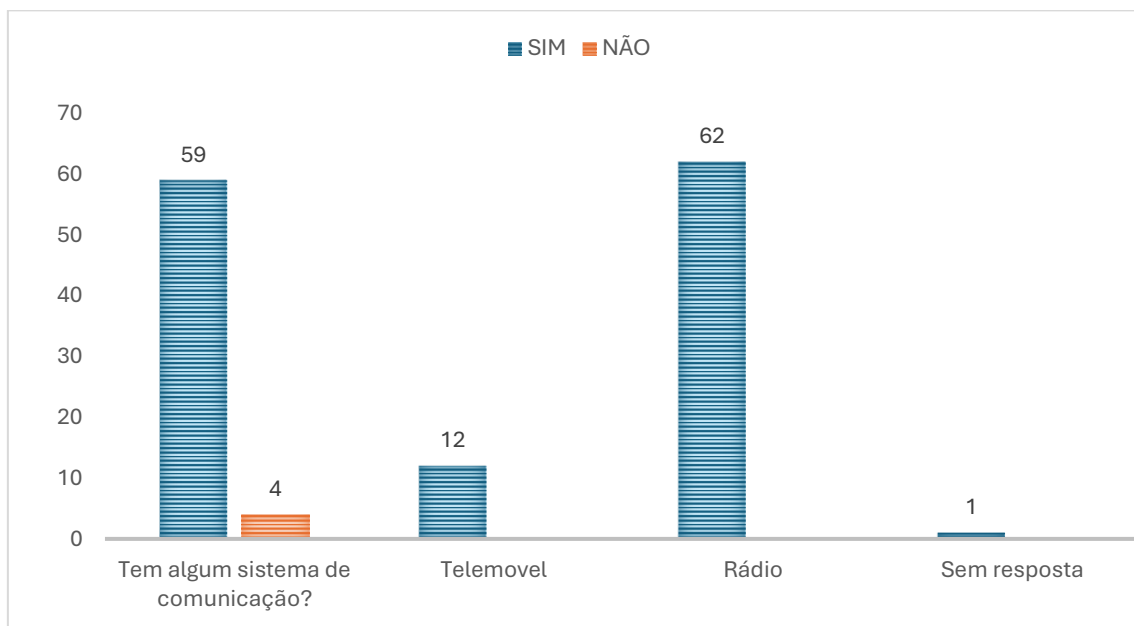
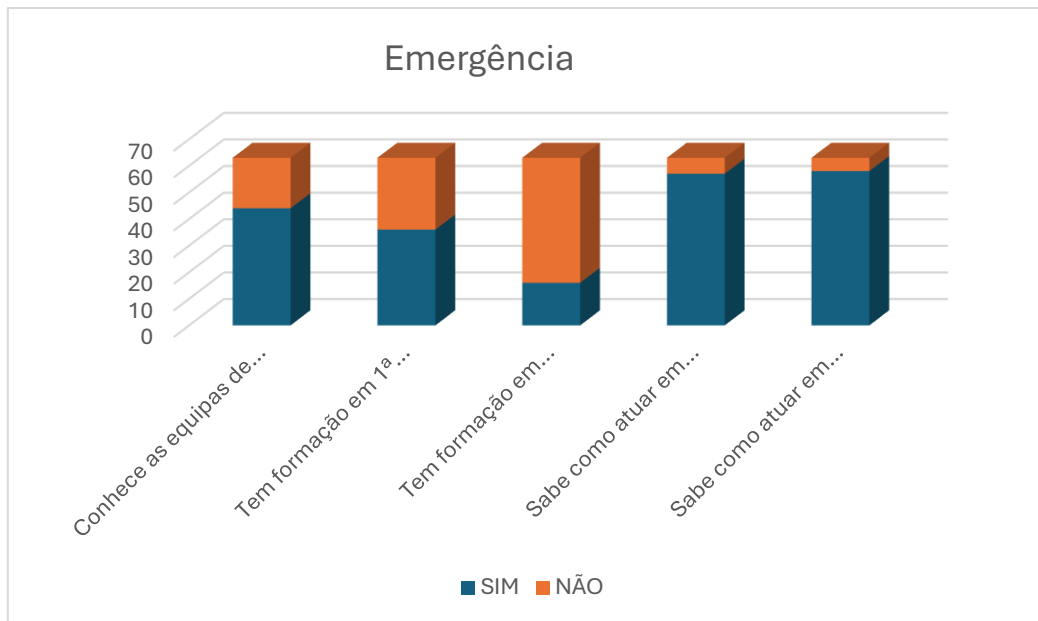
Apêndice E - Resultados Questionário



Apêndice E - Resultados Questionário



Apêndice E - Resultados Questionário



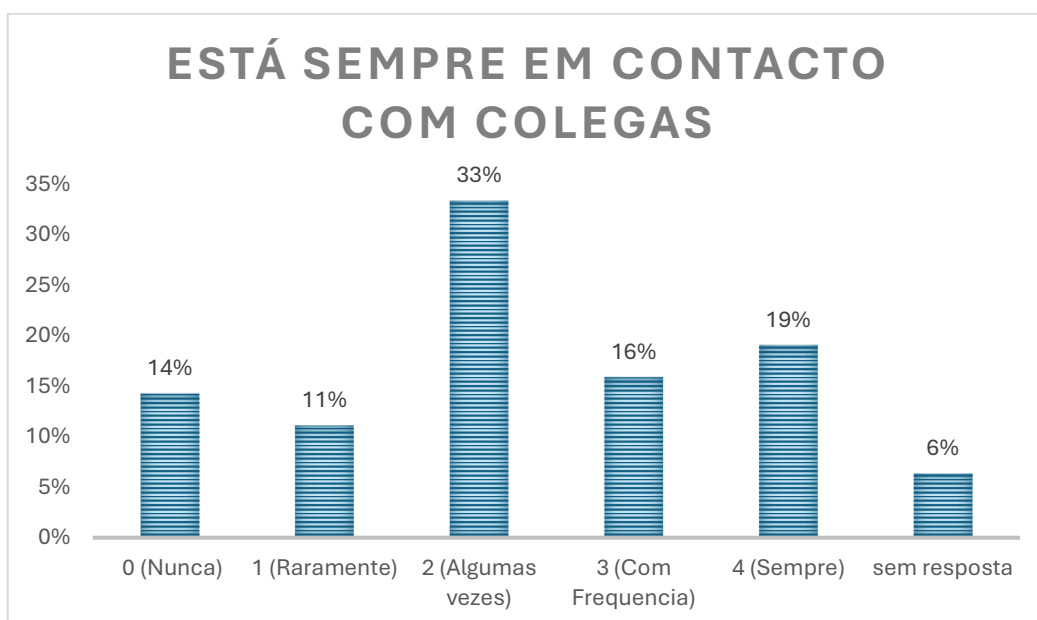
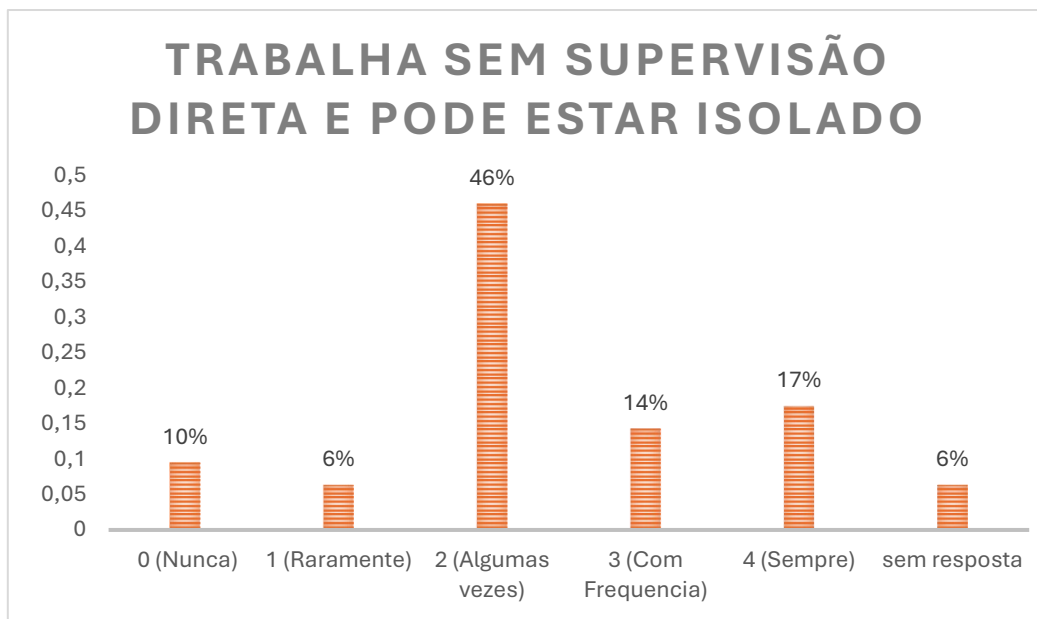
Apêndice E - Resultados Questionário

<u>Numa escala de 0 a 4, onde 0 é Nunca e 4 é Sempre, indique:</u>		
Trabalha sem supervisão direta e pode estar isolado?		
0 (Nunca)	6	10%
1 (Raramente)	4	6%
2 (Algumas vezes)	29	46%
3 (Com Frequência)	9	14%
4 (Sempre)	11	17%
sem resposta	4	6%
Total	63	
Está sempre em contacto com colegas?		
0 (Nunca)	9	14%
1 (Raramente)	7	11%
2 (Algumas vezes)	21	33%
3 (Com Frequência)	10	16%
4 (Sempre)	12	19%
sem resposta	4	6%
Total	63	
Sente-se seguro em todos os horários de trabalho?		
0 (Nunca)	2	3%
1 (Raramente)	1	2%
2 (Algumas vezes)	11	17%
3 (Com Frequência)	17	27%
4 (Sempre)	28	44%
sem resposta	4	6%
Total	63	
Indique em qual horário se sente menos seguro?		
00h às 08h	44	70%
08h às 16h	4	6%
16h às 00H	8	13%
H500	2	3%
sem resposta	5	8%
Total	63	
Sente que caso tenha um acidente será rapidamente socorrido?		
0 (Nunca)	17	27%
1 (Raramente)	1	2%
2 (Algumas vezes)	5	8%
3 (Com Frequência)	10	16%
4 (Sempre)	30	48%
Total	63	

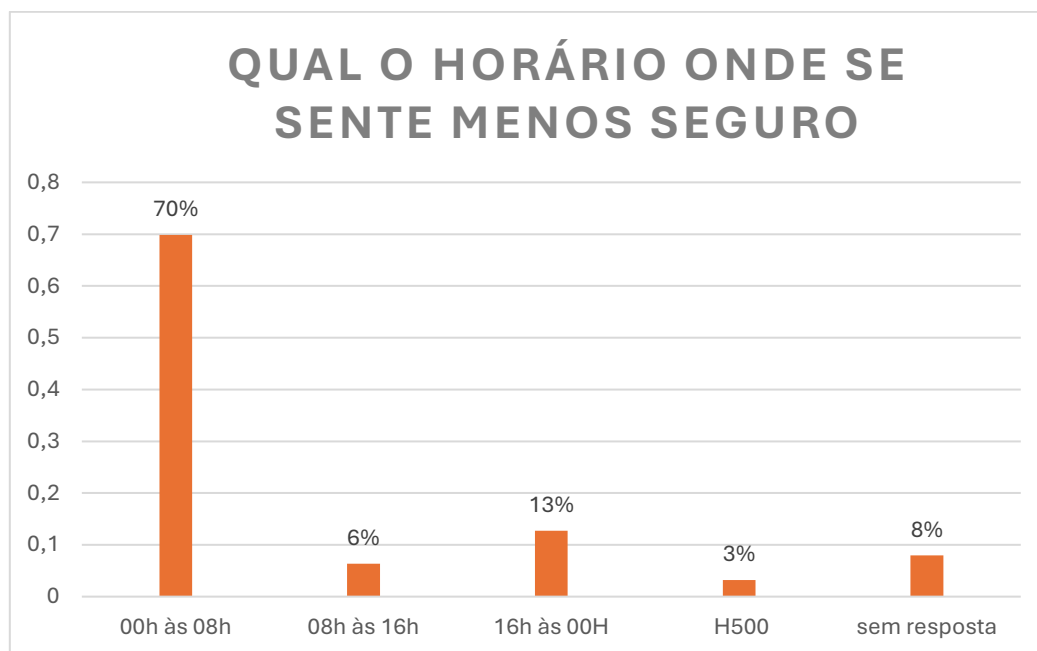
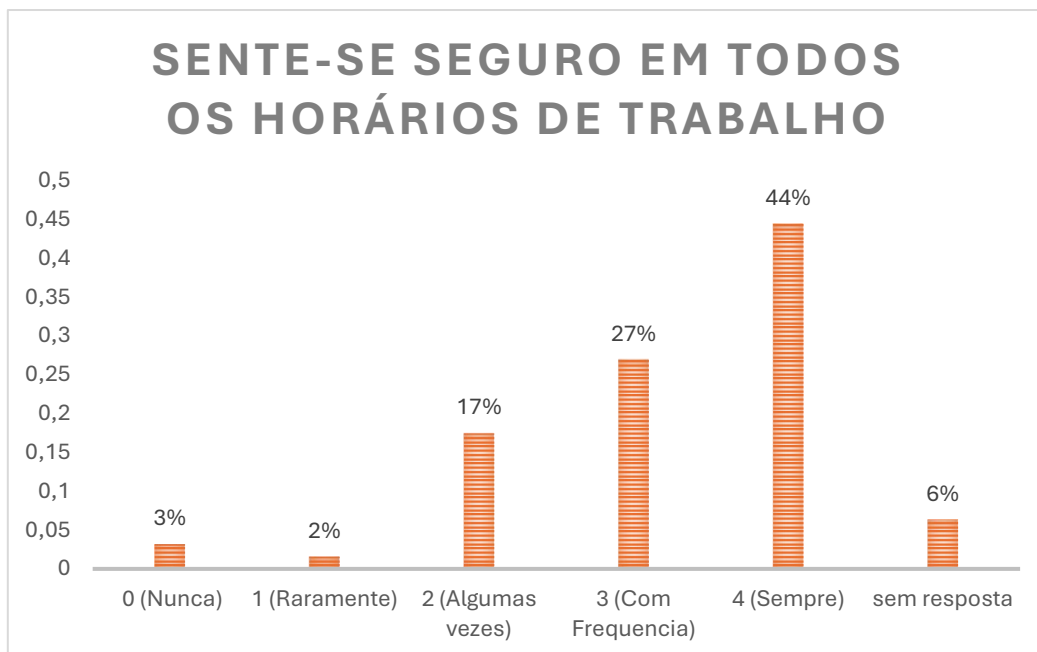
Apêndice E - Resultados Questionário

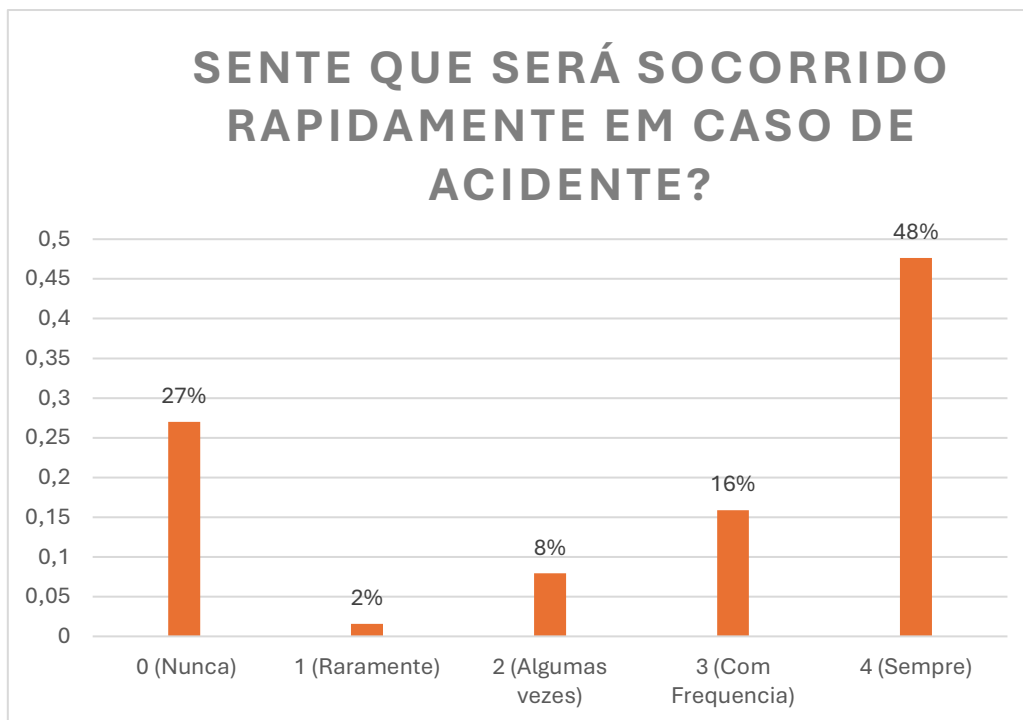
Indique em qual horário que na sua opinião não será rapidamente socorrido		
00h às 08h	42	67%
08h às 16h	3	5%
16h às 00H	12	19%
H500	1	2%
sem resposta	5	8%
Total	63	
Indique, a medida que poderá ser melhorada no seu posto de trabalho, no que se refere à comunicação, em caso trabalho solitário:		
Uso de dispositivos de alarme e localização (ex: TWIG).	37	59%
Evitar reportar problemas para não causar alarmismo.	7	11%
Não seguir protocolos de segurança para evitar burocracia.	3	5%
sem resposta	16	25%
Total	63	
Quais das seguintes tecnologias podem ser utilizadas para aumentar a segurança dos trabalhos		
Dispositivos de alarme pessoal e geolocalização (ex: TWIG).	30	48%
Rádio	12	19%
Telemóvel	8	13%
Contacto com Vigilante	2	3%
Camara de Video Vigilância	6	10%
Outro	3	5%
sem resposta	2	3%
Total	63	

Apêndice E - Resultados Questionário



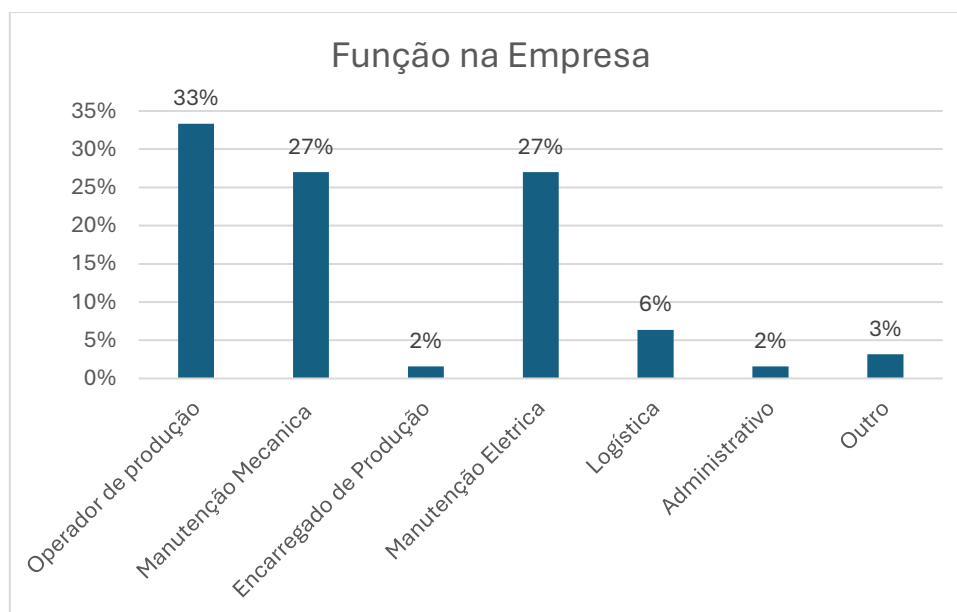
Apêndice E - Resultados Questionário



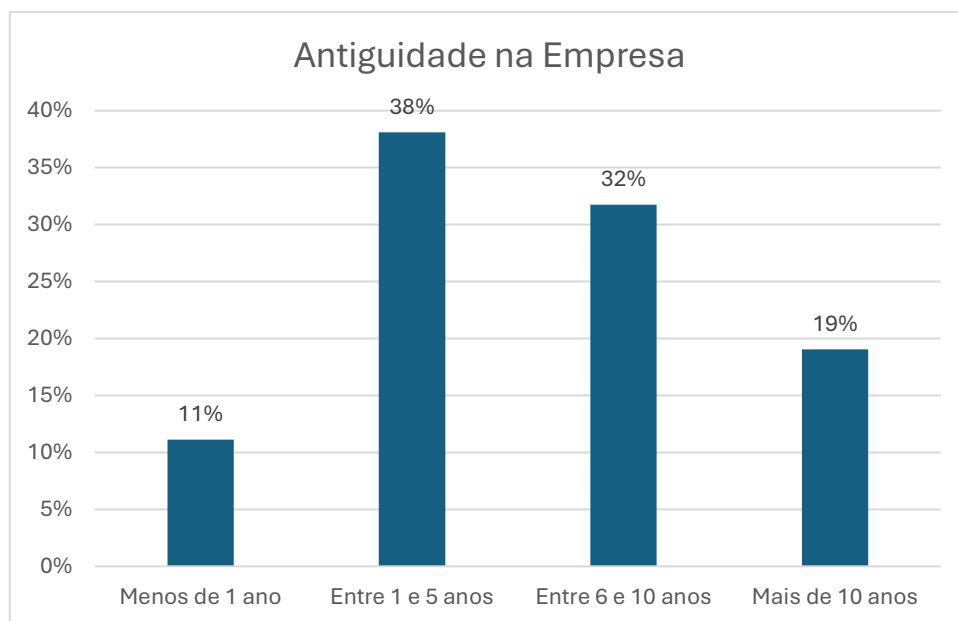
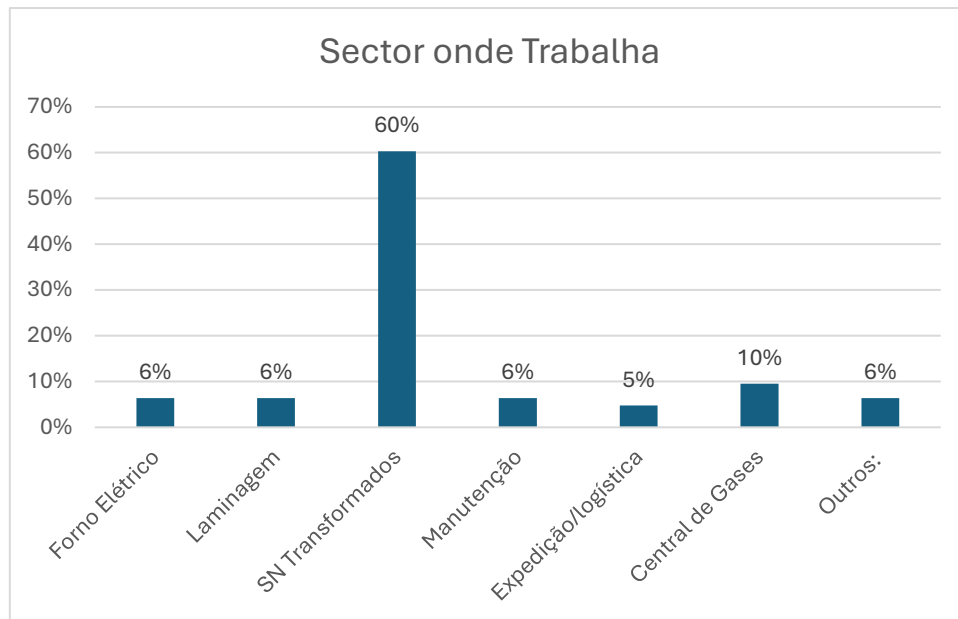


Apêndice F - Resultados Questionário 2

1.1. Qual a sua função na empresa?		
Operador de produção	21	33%
Manutenção Mecânica	17	27%
Encarregado de Produção	1	2%
Manutenção Elétrica	17	27%
Logística	4	6%
Administrativo	1	2%
Outro	2	3%
Total	63	
1.2. Qual o setor onde trabalha?		
Forno Elétrico	4	6%
Laminagem	4	6%
SN Transformados	38	60%
Manutenção	4	6%
Expedição/logística	3	5%
Central de Gases	6	10%
Outros:	4	6%
Total	63	
1.3. Há quanto tempo trabalha na indústria siderúrgica?		
Menos de 1 ano	7	11%
Entre 1 e 5 anos	24	38%
Entre 6 e 10 anos	20	32%
Mais de 10 anos	12	19%
Total	63	



Apêndice F - Resultados Questionário 2

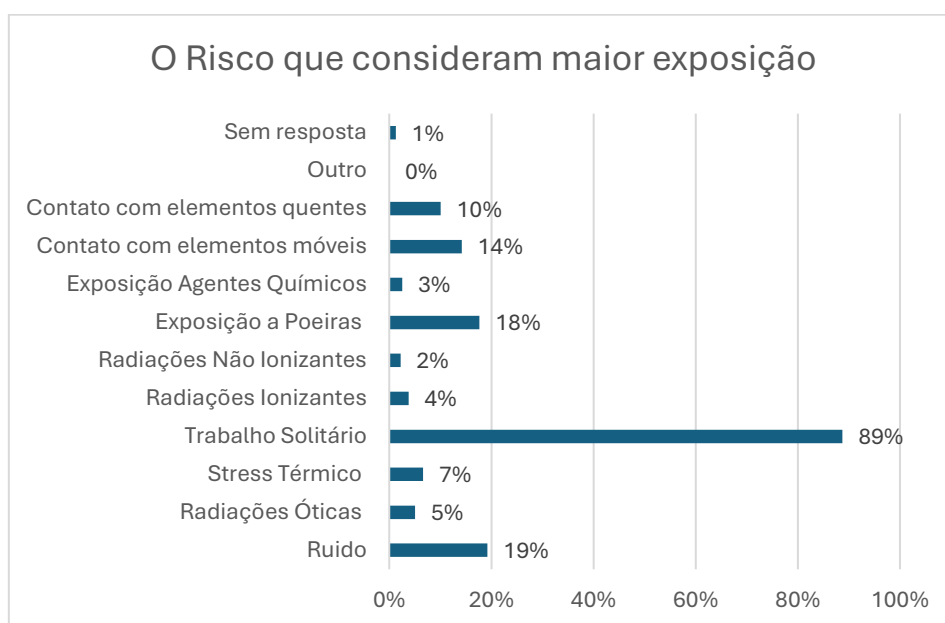
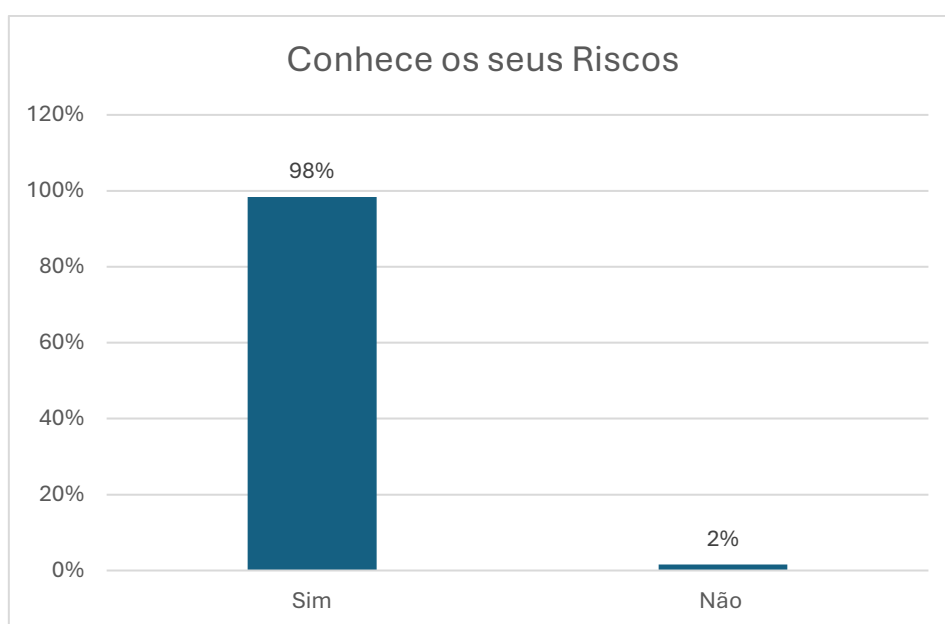


Apêndice F - Resultados Questionário 2

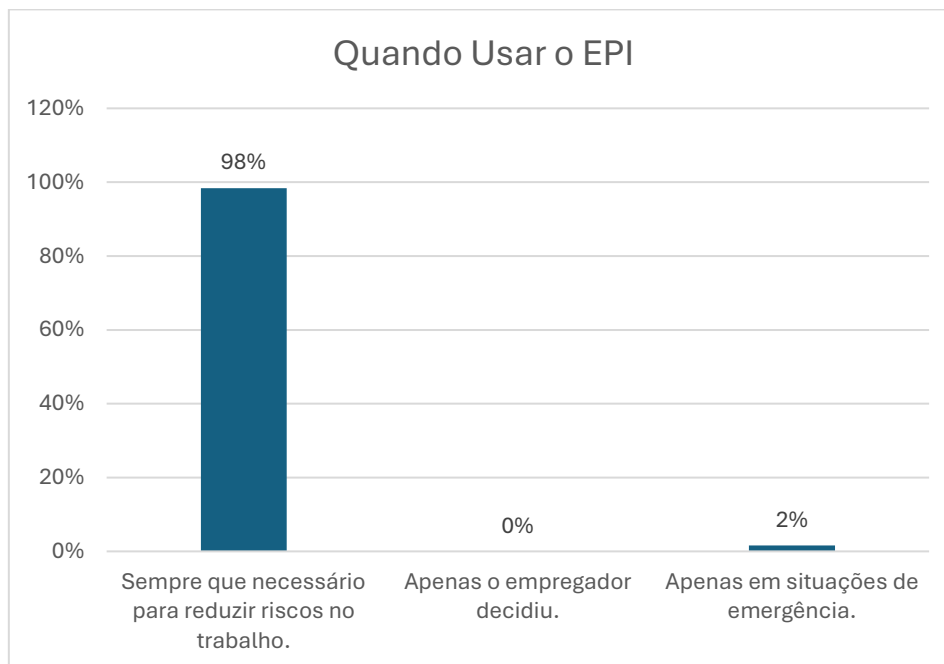
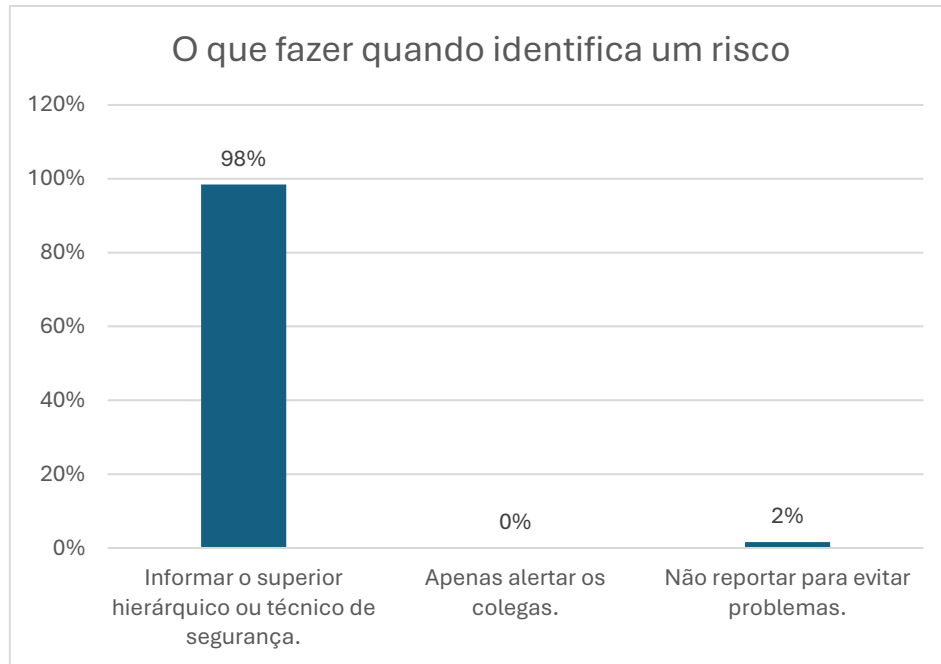
1. Sabe quais são os Riscos a que esta exposto?		
Sim	62	98%
Não	1	2%
Total	63	
Se sim, identifique quais aqueles que considera com maior exposição, em quem 1 é aquele com maior exposição.		
Ruido	61	19%
Radiações Óticas	16	5%
Stress Térmico	21	7%
Trabalho Solitário	55	89%
Radiações Ionizantes	12	4%
Radiações Não Ionizantes	7	2%
Exposição a Poeiras	56	18%
Exposição Agentes Químicos	8	3%
Contato com elementos móveis	45	14%
Contato com elementos quentes	32	10%
Outro		0%
Sem resposta	4	1%
Total	317	
2. O que deve fazer um trabalhador identificar um risco de segurança?		
Informar o superior hierárquico ou técnico de segurança.	62	98%
Apenas alertar os colegas.	0	0%
Não reportar para evitar problemas.	1	2%
Total	63	
3. Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) devem ser utilizados:		
Sempre que necessário para reduzir riscos no trabalho.	62	98%
Apenas o empregador decidiu.	0	0%
Apenas em situações de emergência.	1	2%
Total	63	

Apêndice F - Resultados Questionário 2

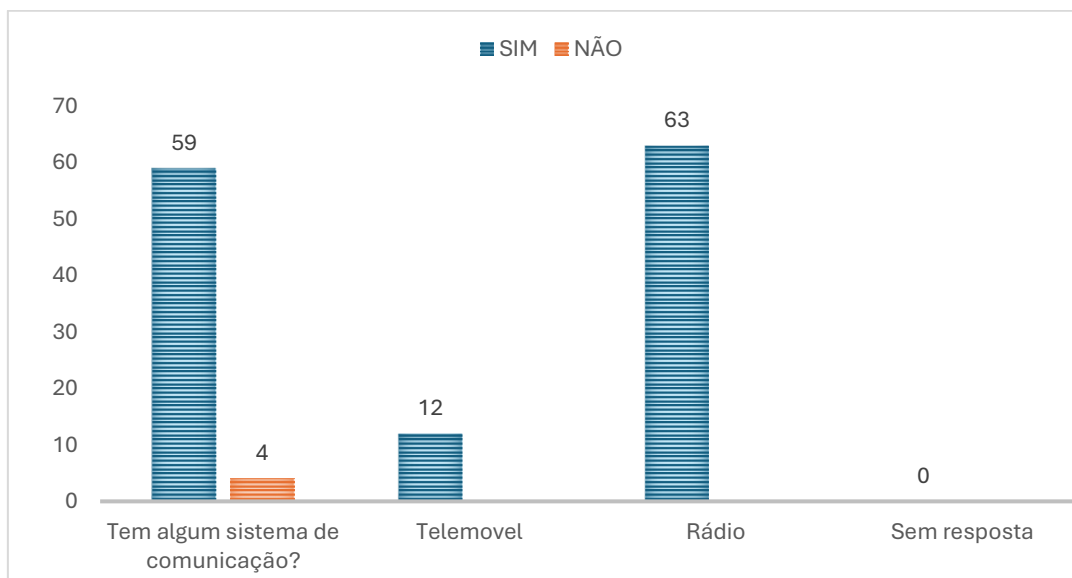
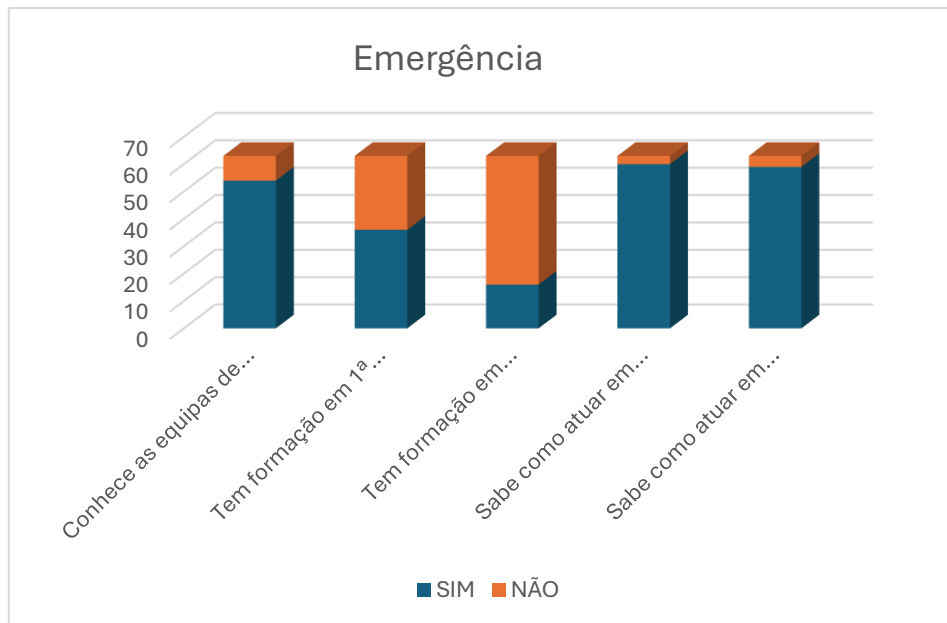
4. Emergência?	SIM	NÃO	SIM	SIM	Total
Conhece as equipas de 1º socorros?	54	9	86%	14%	63
Tem formação em 1ª socorros?	36	27	57%	43%	63
Tem formação em Desfibrilhação Automática Externa (DAE)?	16	47	25%	75%	63
Sabe como atuar em emergência?	60	3	95%	5%	63
Sabe como atuar em emergência se estiver sozinho?	59	4	94%	6%	63
Tem algum sistema de comunicação?	59	4	94%	6%	63
Telemóvel	12		100%	0%	12
Rádio	63		100%	0%	63
Sem resposta	0				0



Apêndice F - Resultados Questionário 2



Apêndice F - Resultados Questionário 2

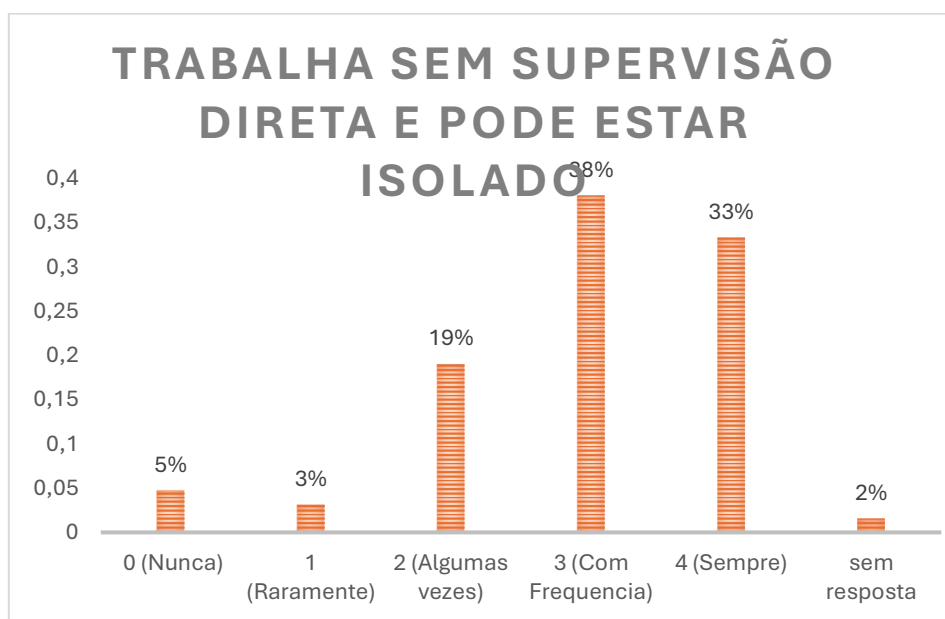


Apêndice F - Resultados Questionário 2

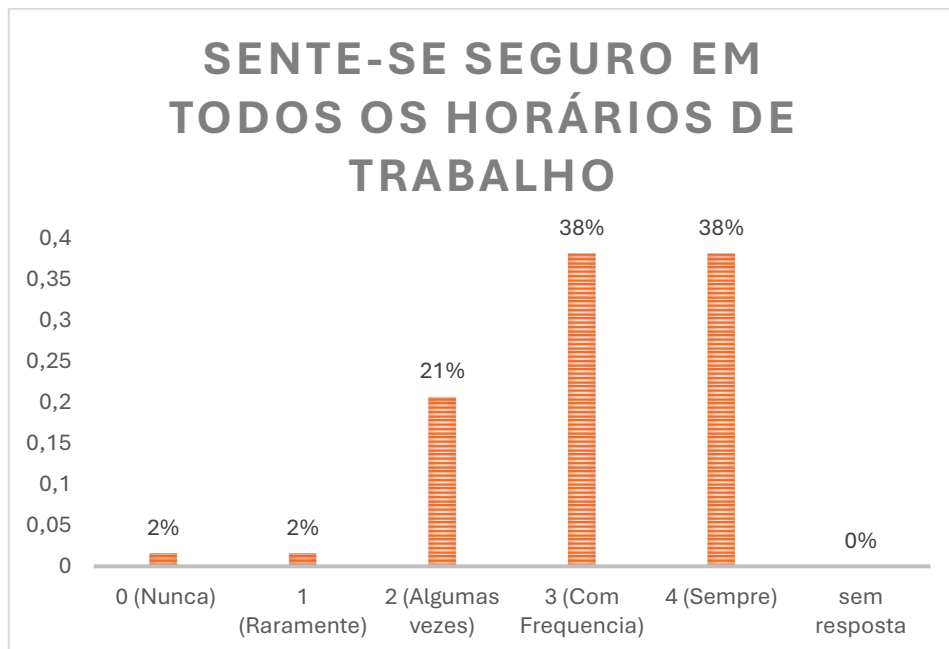
<u>Numa escala de 0 a 4, onde 0 é Nunca e 4 é Sempre, indique:</u>		
Trabalha sem supervisão direta e pode estar isolado?		
0 (Nunca)	3	5%
1 (Raramente)	2	3%
2 (Algumas vezes)	12	19%
3 (Com Frequência)	24	38%
4 (Sempre)	21	33%
sem resposta	1	2%
Total	63	
Está sempre em contacto com colegas?		
0 (Nunca)	12	19%
1 (Raramente)	11	17%
2 (Algumas vezes)	18	29%
3 (Com Frequência)	10	16%
4 (Sempre)	10	16%
sem resposta	2	3%
Total	63	
Sente-se seguro em todos os horários de trabalho?		
0 (Nunca)	1	2%
1 (Raramente)	1	2%
2 (Algumas vezes)	13	21%
3 (Com Frequência)	24	38%
4 (Sempre)	24	38%
sem resposta	0	0%
Total	63	
Indique em qual horário se sente menos seguro?		
00h às 08h	36	57%
08h às 16h	1	2%
16h às 00H	25	40%
H500	1	2%
sem resposta	0	0%
Total	63	
Sente que caso tenha um acidente será rapidamente socorrido?		
0 (Nunca)	6	10%
1 (Raramente)	1	2%
2 (Algumas vezes)	6	10%
3 (Com Frequência)	20	32%
4 (Sempre)	30	48%
Total	63	

Apêndice F - Resultados Questionário 2

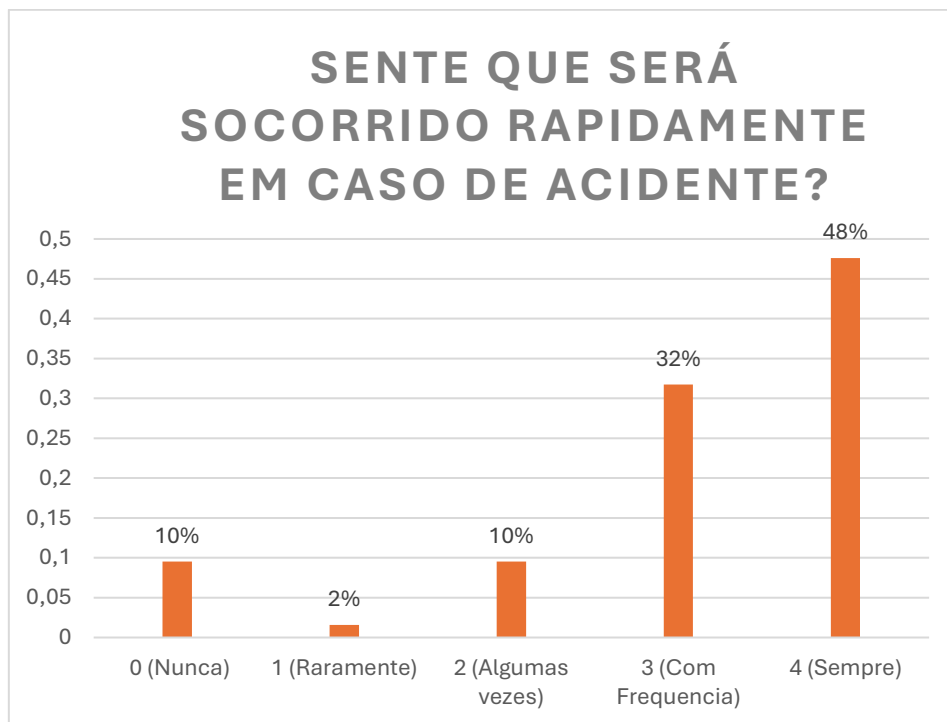
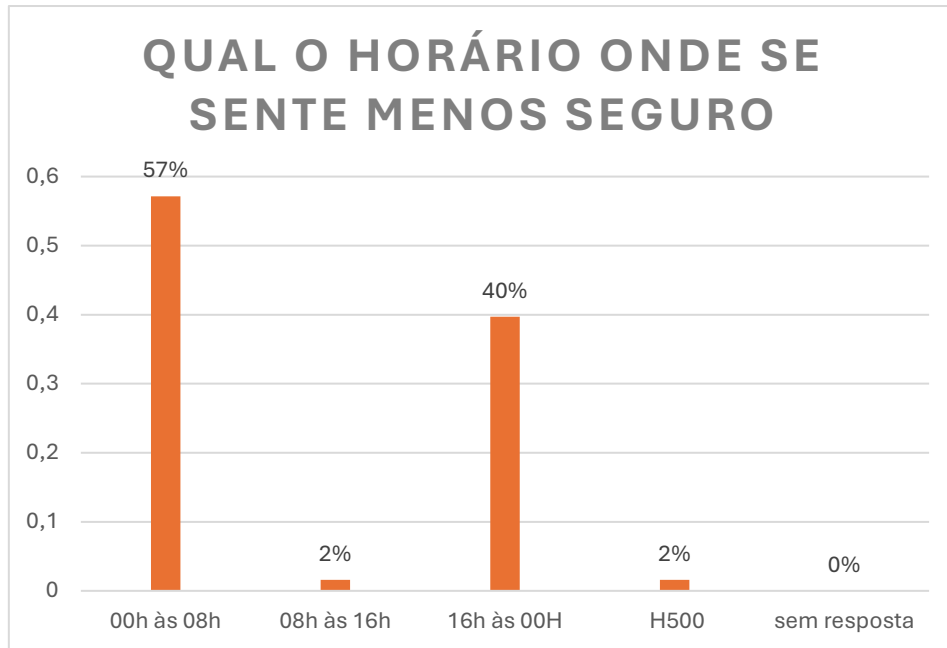
Indique em qual horário que na sua opinião não será rapidamente socorrido		
00h às 08h	33	52%
08h às 16h	3	5%
16h às 00H	12	19%
H500	1	2%
sem resposta	14	22%
Total	63	
Indique, a medida que poderá ser melhorada no seu posto de trabalho, no que se refere à comunicação, em caso trabalho solitário:		
Uso de dispositivos de alarme e localização (ex: TWIG).	59	94%
Evitar reportar problemas para não causar alarmismo.	2	3%
Não seguir protocolos de segurança para evitar burocracia.	1	2%
sem resposta	1	2%
Total	63	
Quais das seguintes tecnologias podem ser utilizadas para aumentar a segurança dos trabalhos		
Dispositivos de alarme pessoal e geolocalização (ex: TWIG).	40	63%
Rádio	12	19%
Telemóvel	8	13%
Contacto com Vigilante	1	2%
Camara de Video Vigilância	2	3%
Outro	0	0%
sem resposta	0	0%
Total	63	

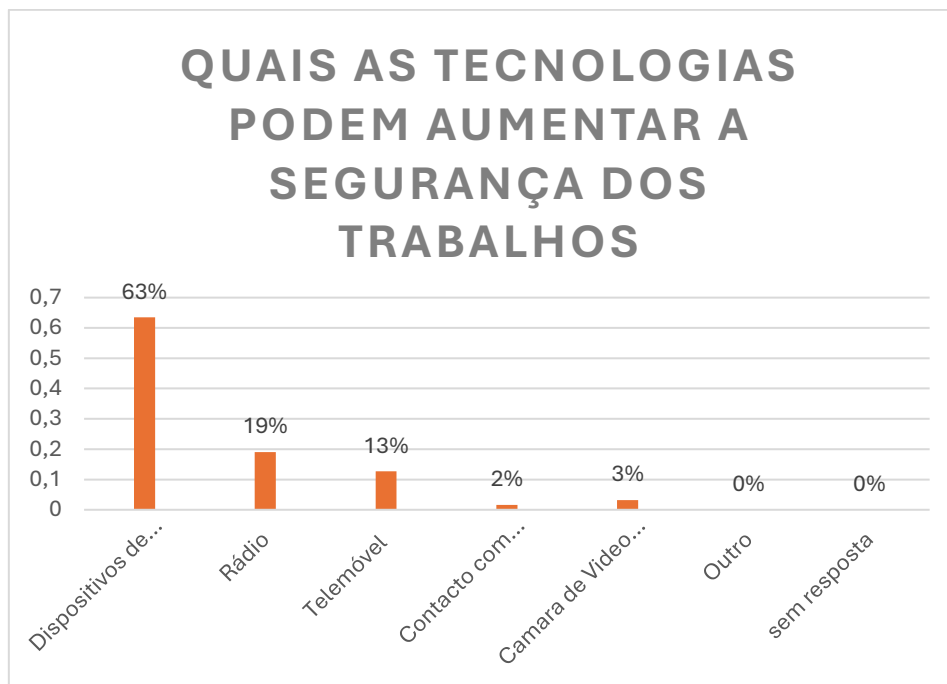
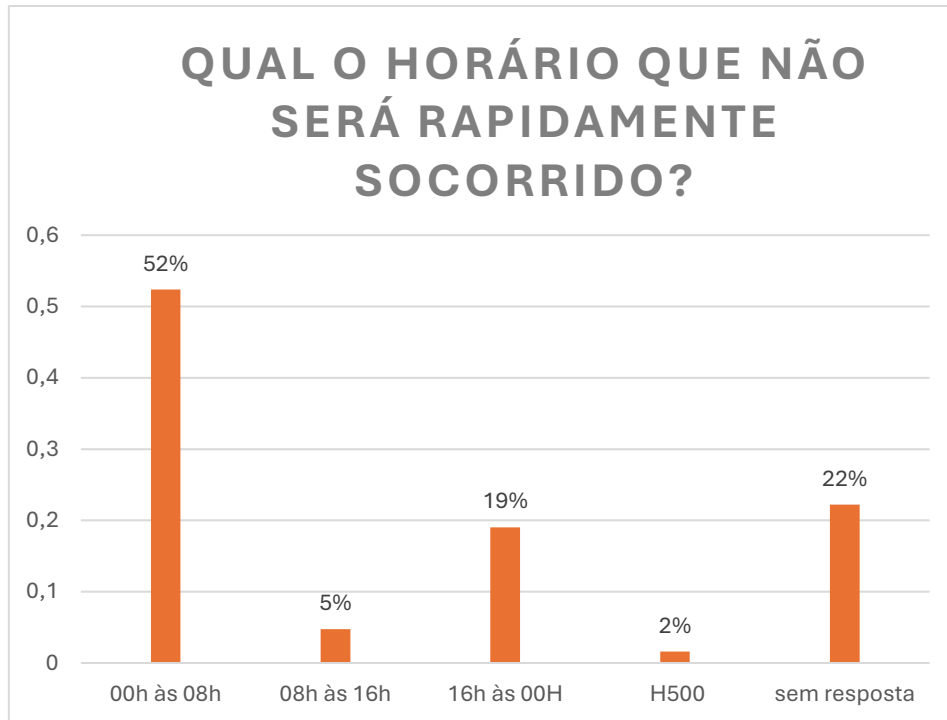


Apêndice F - Resultados Questionário 2



Apêndice F - Resultados Questionário 2

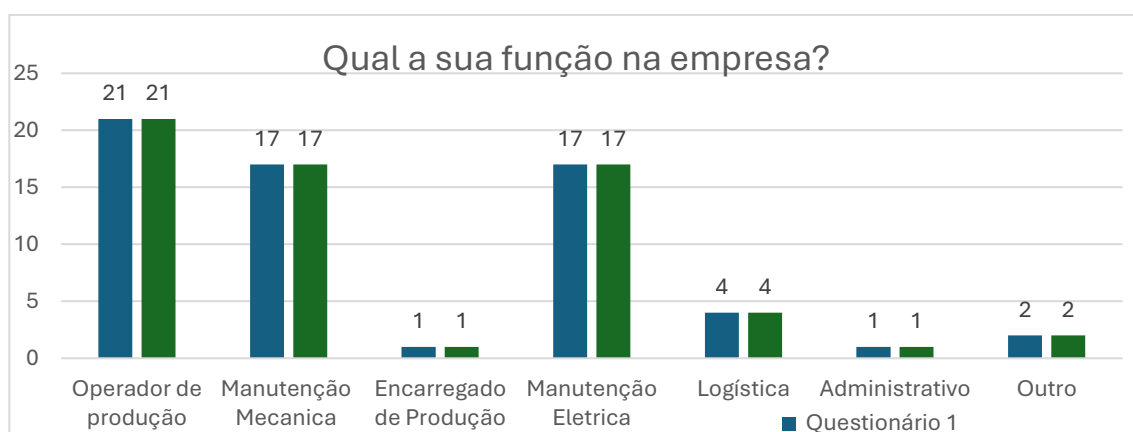




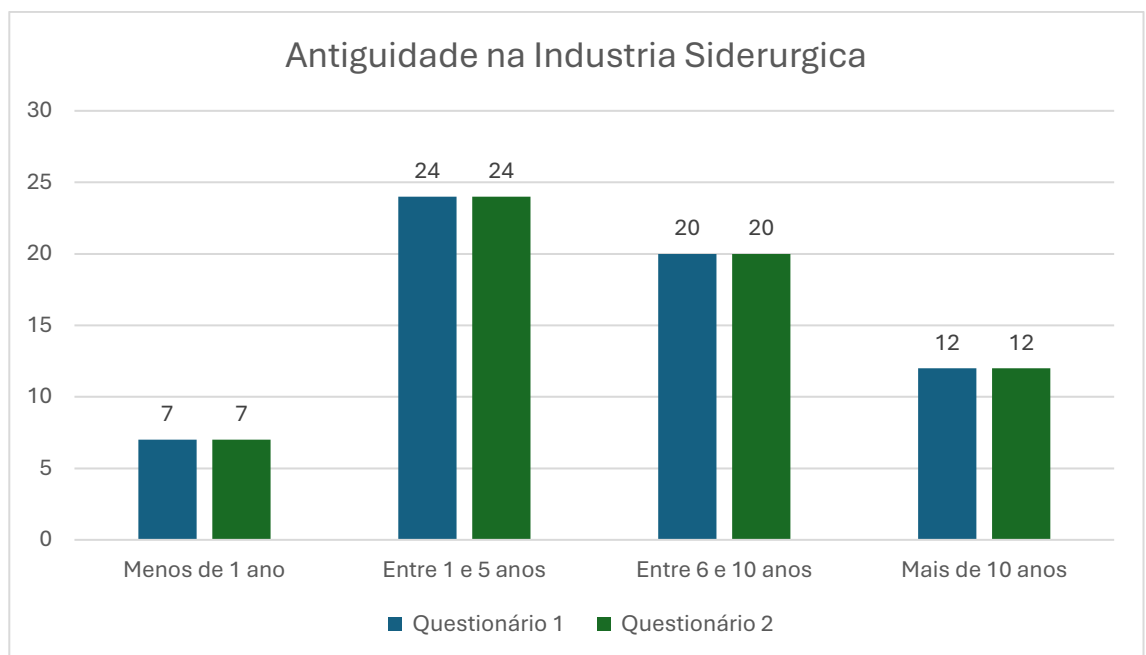
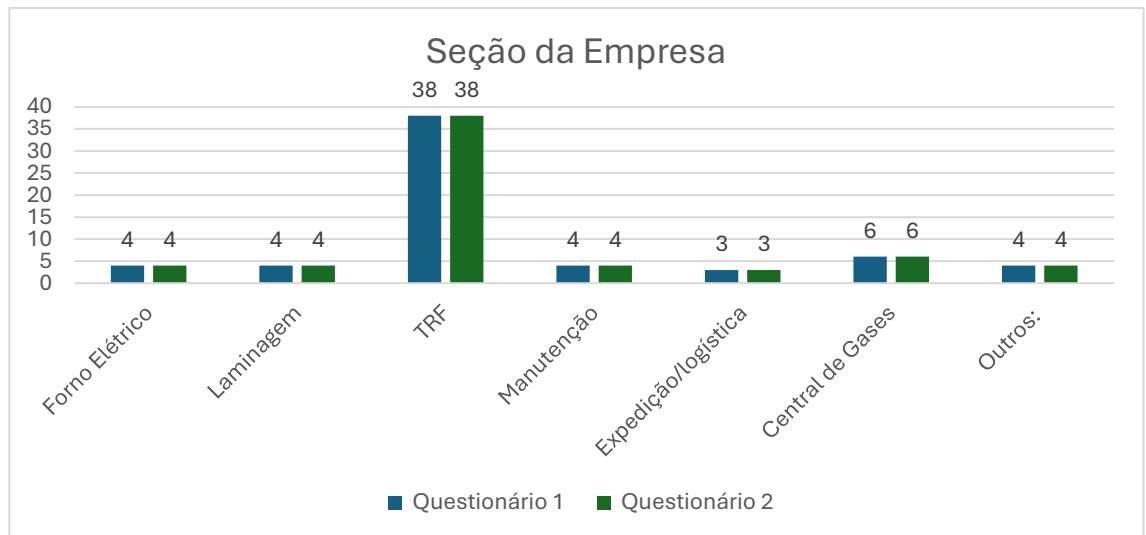


Apêndice G – Comparação de Resultados Questionários 1 e 2

1.1. Qual a sua função na empresa?	Questionário 1		Questionário 2	
Operador de produção	21	33%	21	33%
Manutenção Mecânica	17	27%	17	27%
Encarregado de Produção	1	2%	1	2%
Manutenção Elétrica	17	27%	17	27%
Logística	4	6%	4	6%
Administrativo	1	2%	1	2%
Outro	2	3%	2	3%
Total	63		63	
1.2. Qual o setor onde trabalha?	Questionário 1		Questionário 2	
Forno Elétrico	4	6%	4	6%
Laminagem	4	6%	4	6%
TRF	38	60%	38	60%
Manutenção	4	6%	4	6%
Expedição/logística	3	5%	3	5%
Central de Gases	6	10%	6	10%
Outros:	4	6%	4	6%
Total	63		63	
1.3. Há quanto tempo trabalha na indústria siderúrgica?	Questionário 1		Questionário 2	
Menos de 1 ano	7		7	
Entre 1 e 5 anos	24		24	
Entre 6 e 10 anos	20		20	
Mais de 10 anos	12		12	
Total	63		63	



Apêndice G – Comparação de Resultados Questionários 1 e 2

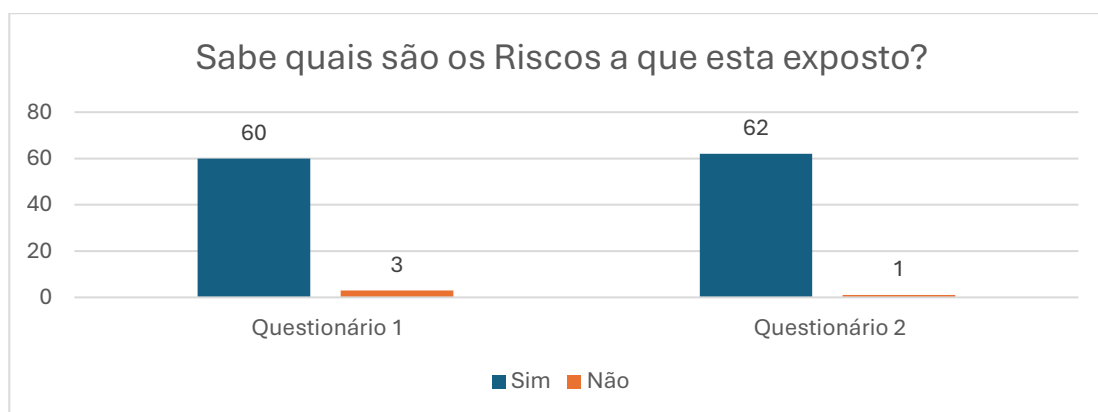


Apêndice G – Comparação de Resultados Questionários 1 e 2

1. Sabe quais são os Riscos a que esta exposto?	Questionário 1	Questionário 2
Sim	60	62
Não	3	1
Total	63	63
Se sim, identifique quais aqueles que considera com maior exposição, em quem 1 é aquele com maior exposição.	Questionário 1	Questionário 2
Ruido	16	61
Radiações Óticas	2	16
Stress Térmico	2	21
Trabalho Solitário	4	55
Radiações Ionizantes	8	12
Radiações Não Ionizantes	1	7
Exposição a Poeiras	12	56
Exposição Agentes Químicos	8	8
Contato com elementos móveis	7	45
Contato com elementos quentes	24	32
Outro		
Sem resposta	4	4
Total	88	317
2. O que deve fazer um trabalhador identificar um risco de segurança?	Questionário 1	Questionário 2
Informar o superior hierárquico ou técnico de segurança.	60	62
Apenas alertar os colegas.	0	0
Não reportar para evitar problemas.	3	1
Total	63	63
3. Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) devem ser utilizados:	Questionário 1	Questionário 2
Sempre que necessário para reduzir riscos no trabalho.	59	62
Apenas o empregador decidiu.	3	0
Apenas em situações de emergência.	1	1
Total	63	63

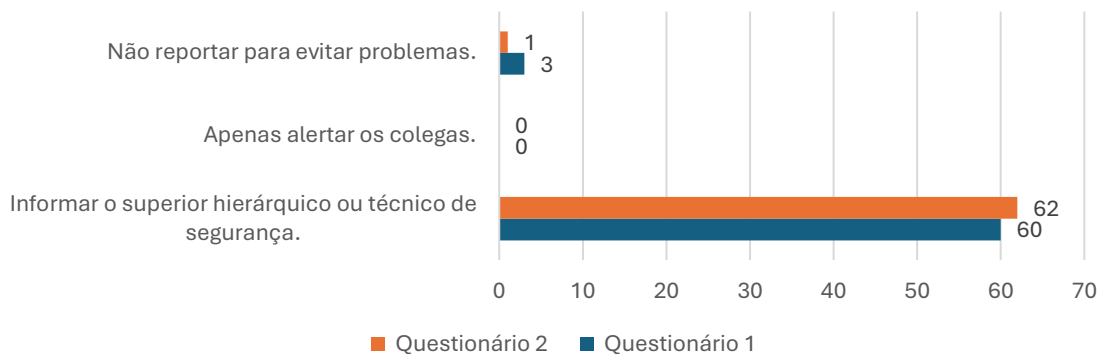
Apêndice G – Comparação de Resultados Questionários 1 e 2

	Questionário 1		Questionário 2	
4. Emergência?	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Conhece as equipas de 1º socorros?	44	19	54	9
Tem formação em 1ª socorros?	36	27	36	27
Tem formação em Desfibrilhação Automática Externa (DAE)?	16	47	16	47
Sabe como atuar em emergência?	57	6	60	3
Sabe como atuar em emergência se estiver sozinho?	58	5	59	4
Tem algum sistema de comunicação?	59	4	59	4
Telemóvel	12		12	
Rádio	62		63	
Sem resposta	1		0	

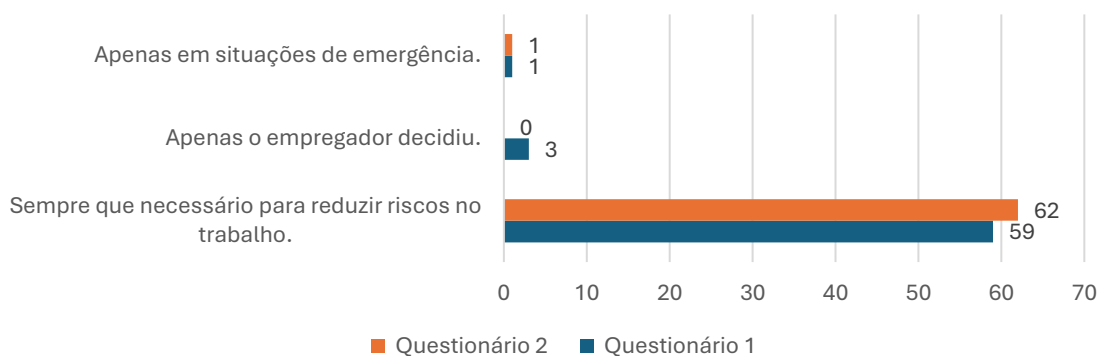


Apêndice G – Comparação de Resultados Questionários 1 e 2

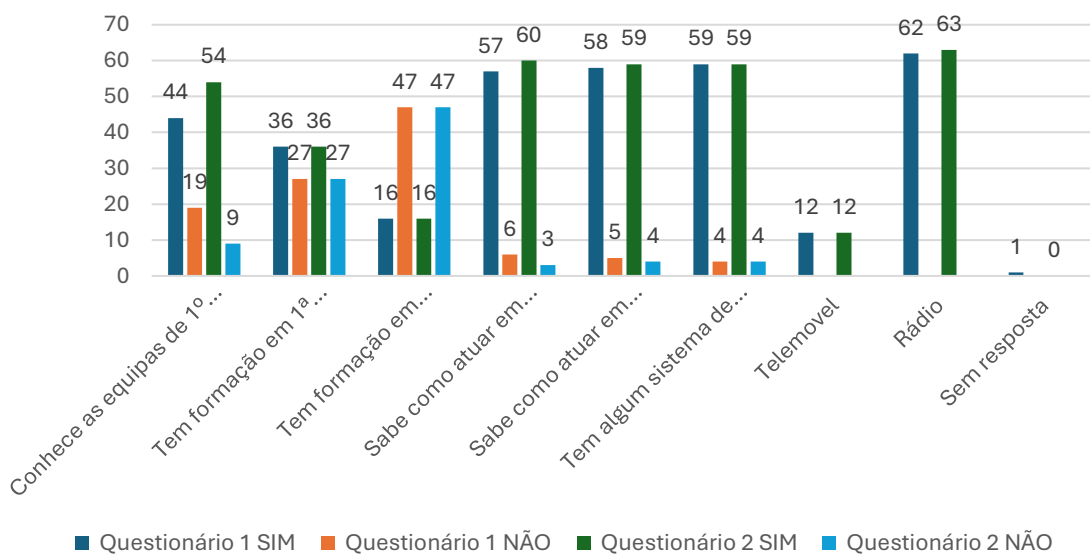
O que deve fazer um trabalhador ao identificar um risco de segurança



Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) devem ser utilizados



Emergência

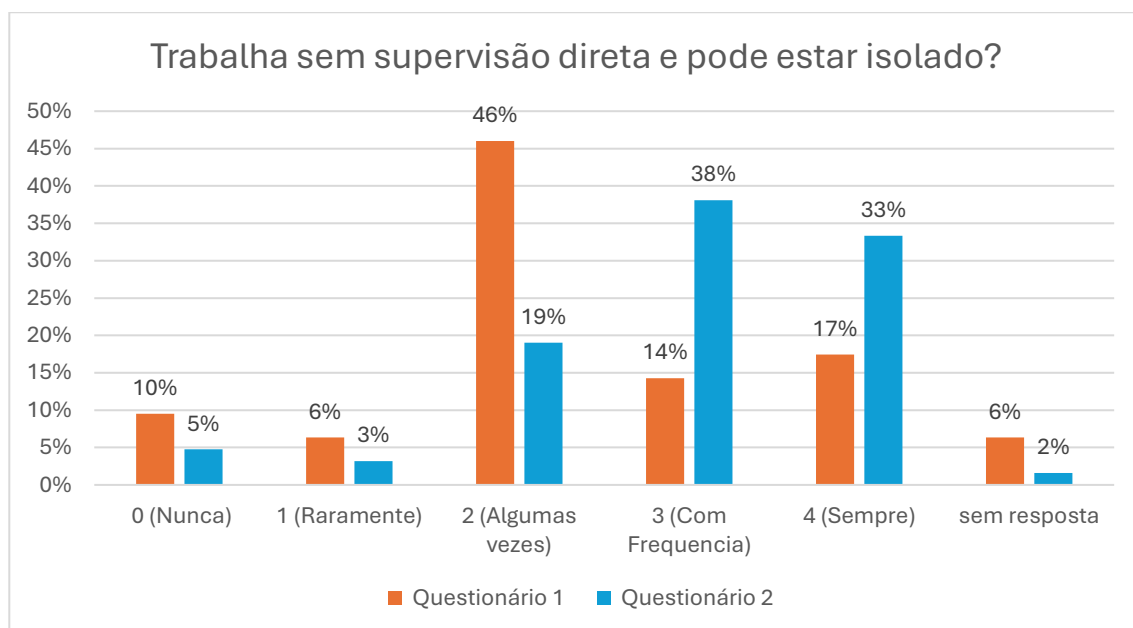


Apêndice G – Comparação de Resultados Questionários 1 e 2

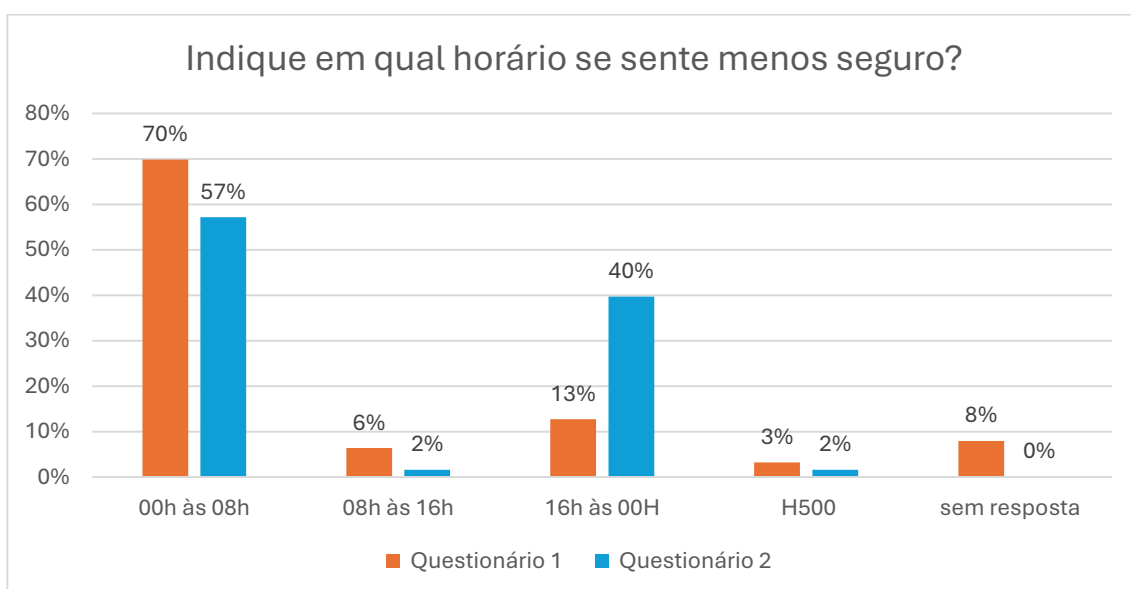
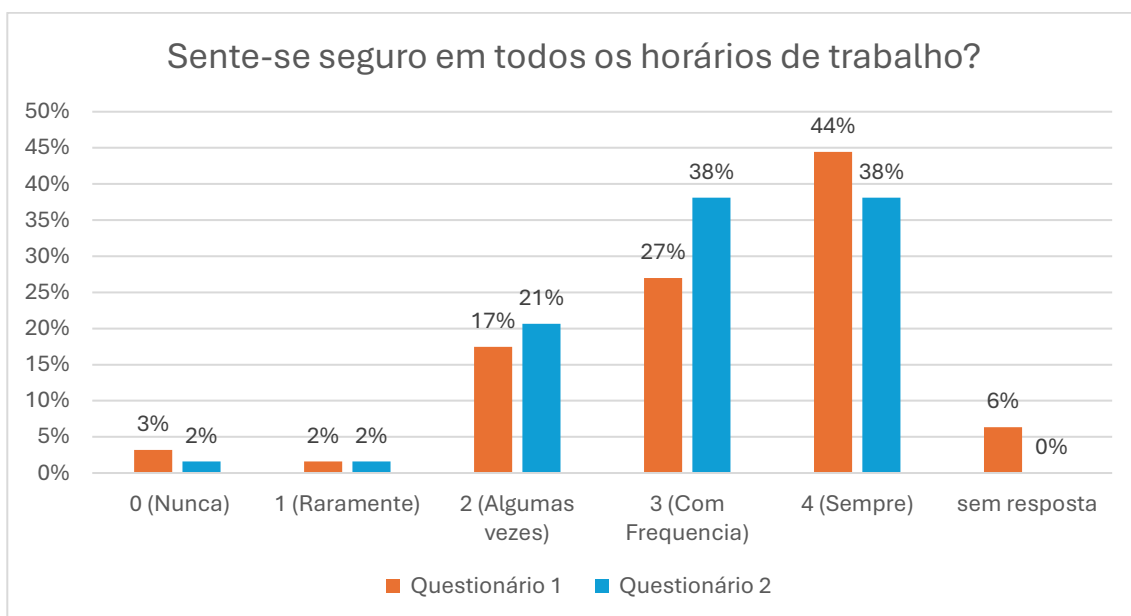
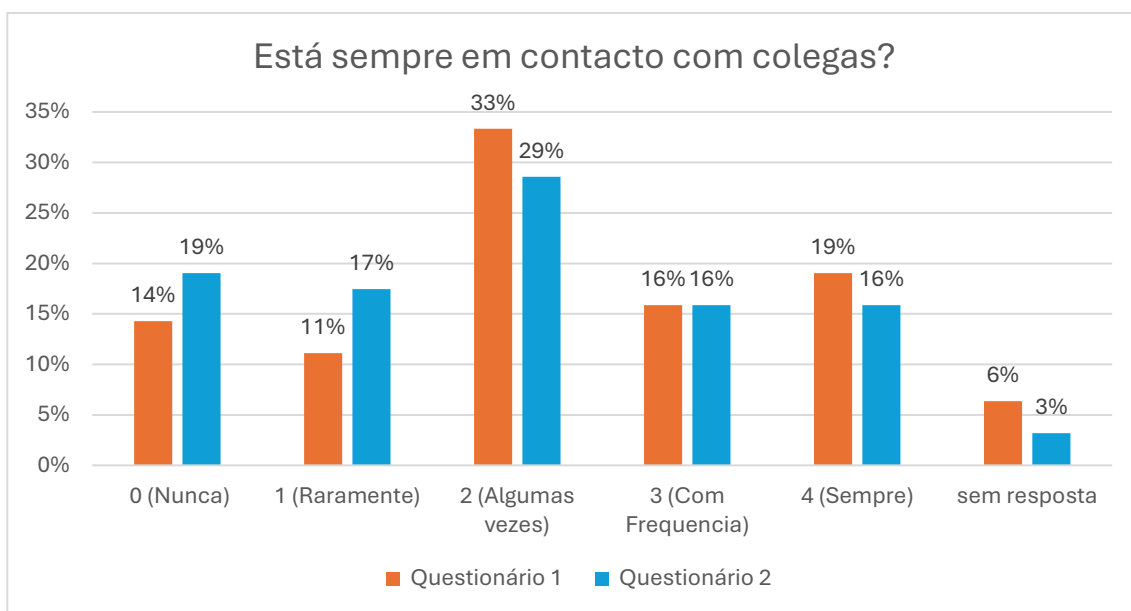
Numa escala de 0 a 4, onde 0 é Nunca e 4 é Sempre, indique:				
Trabalha sem supervisão direta e pode estar isolado?	Questionário 1	%	Questionário 2	%
0 (Nunca)	6	10%	3	5%
1 (Raramente)	4	6%	2	3%
2 (Algumas vezes)	29	46%	12	19%
3 (Com Frequência)	9	14%	24	38%
4 (Sempre)	11	17%	21	33%
sem resposta	4	6%	1	2%
Total	63		63	
Está sempre em contacto com colegas?	Questionário 1	%	Questionário 2	%
0 (Nunca)	9	14%	12	19%
1 (Raramente)	7	11%	11	17%
2 (Algumas vezes)	21	33%	18	29%
3 (Com Frequência)	10	16%	10	16%
4 (Sempre)	12	19%	10	16%
sem resposta	4	6%	2	3%
Total	63		63	
Sente-se seguro em todos os horários de trabalho?	Questionário 1	%	Questionário 2	%
0 (Nunca)	2	3%	1	2%
1 (Raramente)	1	2%	1	2%
2 (Algumas vezes)	11	17%	13	21%
3 (Com Frequência)	17	27%	24	38%
4 (Sempre)	28	44%	24	38%
sem resposta	4	6%	0	0%
Total	63		63	
Indique em qual horário se sente menos seguro?	Questionário 1	%	Questionário 2	%
00h às 08h	44	70%	36	57%
08h às 16h	4	6%	1	2%
16h às 00H	8	13%	25	40%
H500	2	3%	1	2%
sem resposta	5	8%	0	0%
Total	63		63	
Sente que caso tenha um acidente será rapidamente socorrido?	Questionário 1	%	Questionário 2	%
0 (Nunca)	17	27%	6	10%
1 (Raramente)	1	2%	1	2%
2 (Algumas vezes)	5	8%	6	10%
3 (Com Frequência)	10	16%	20	32%
4 (Sempre)	30	48%	30	48%
Total	63		63	
Indique em qual horário que na sua opinião não será rapidamente socorrido	Questionário 1	%	Questionário 2	%
00h às 08h	42	67%	33	52%
08h às 16h	3	5%	3	5%
16h às 00H	12	19%	12	19%
H500	1	2%	1	2%
sem resposta	5	8%	14	22%
Total	63		63	

Apêndice G – Comparação de Resultados Questionários 1 e 2

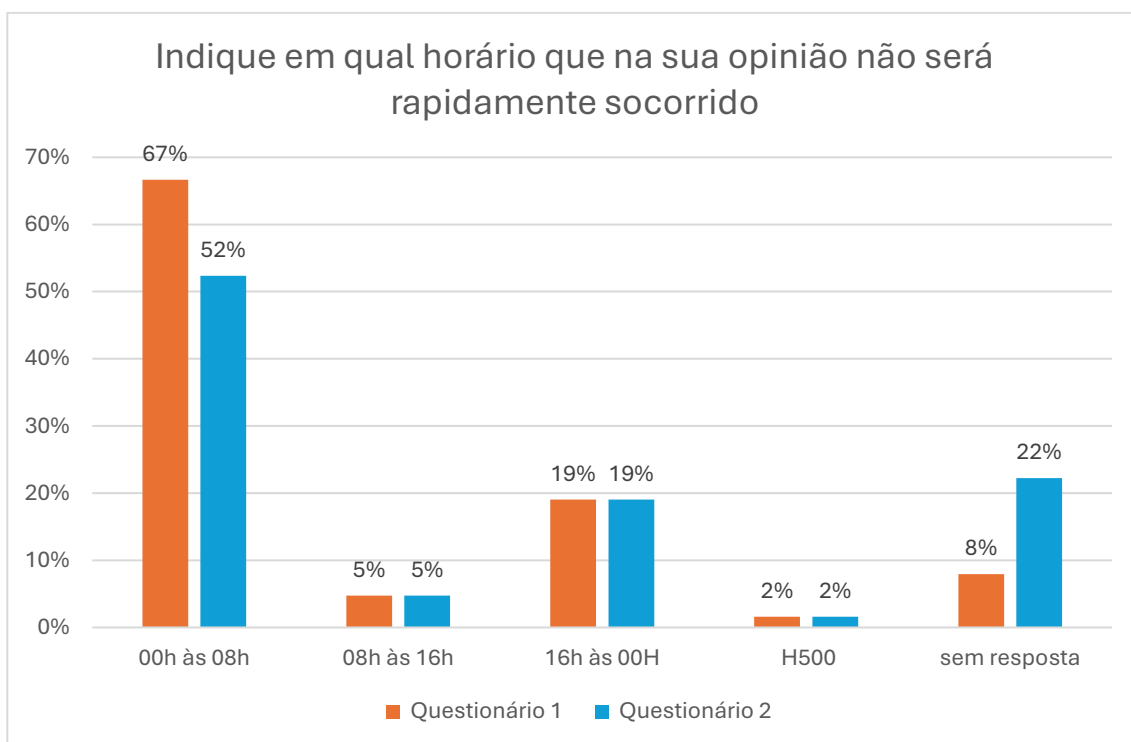
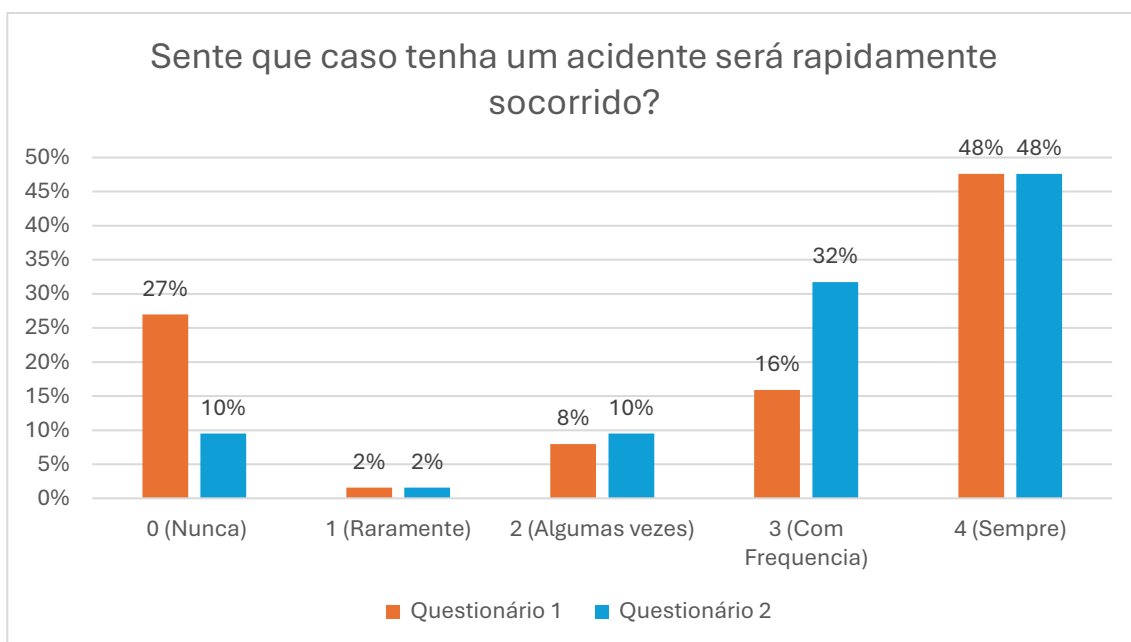
Indique, a medida que poderá ser melhorada no seu posto de trabalho, no que se refere à comunicação, em caso trabalho solitário:	Questionário 1	%	Questionário 2	%
Uso de dispositivos de alarme e localização (ex: TWIG).	37	59%	59	94%
Evitar reportar problemas para não causar alarmismo.	7	11%	2	3%
Não seguir protocolos de segurança para evitar burocracia.	3	5%	1	2%
sem resposta	16	25%	1	2%
Total	63		63	
Quais das seguintes tecnologias podem ser utilizadas para aumentar a segurança dos trabalhos	Questionário 1	%	Questionário 2	%
Dispositivos de alarme pessoal e geolocalização (ex: TWIG).	30	48%	40	63%
Rádio	12	19%	12	19%
Telemóvel	8	13%	8	13%
Contacto com Vigilante	2	3%	1	2%
Camara de Video Vigilância	6	10%	2	3%
Outro	3	5%	0	0%
sem resposta	2	3%	0	0%
Total	63		63	



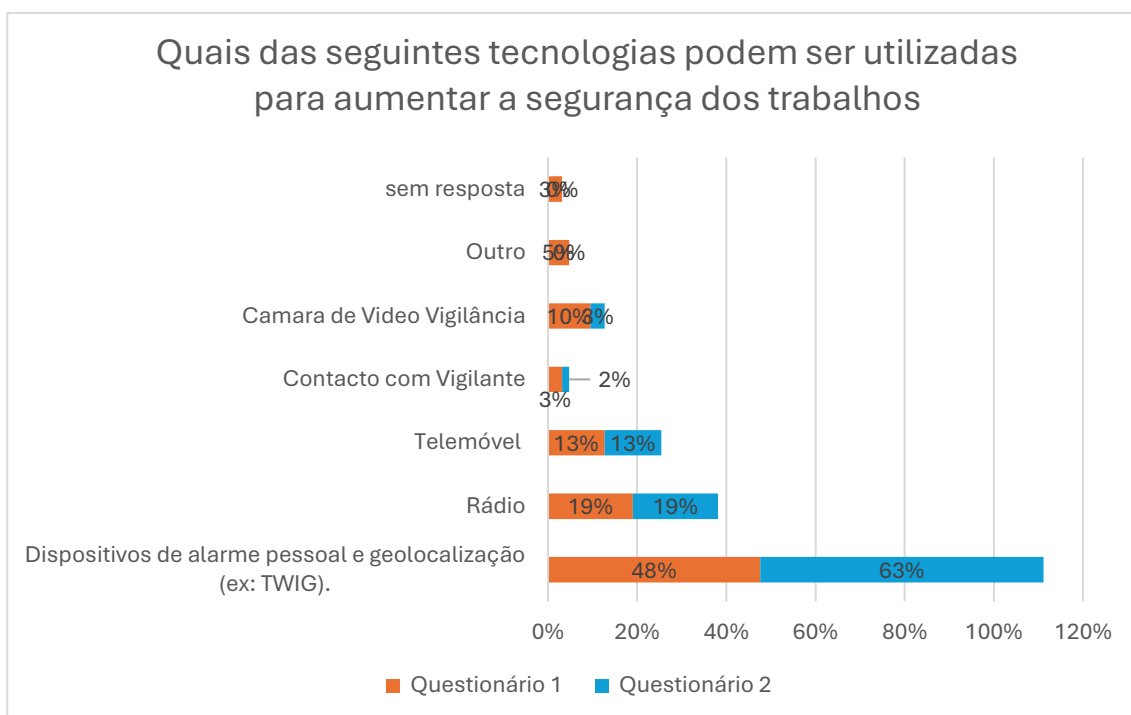
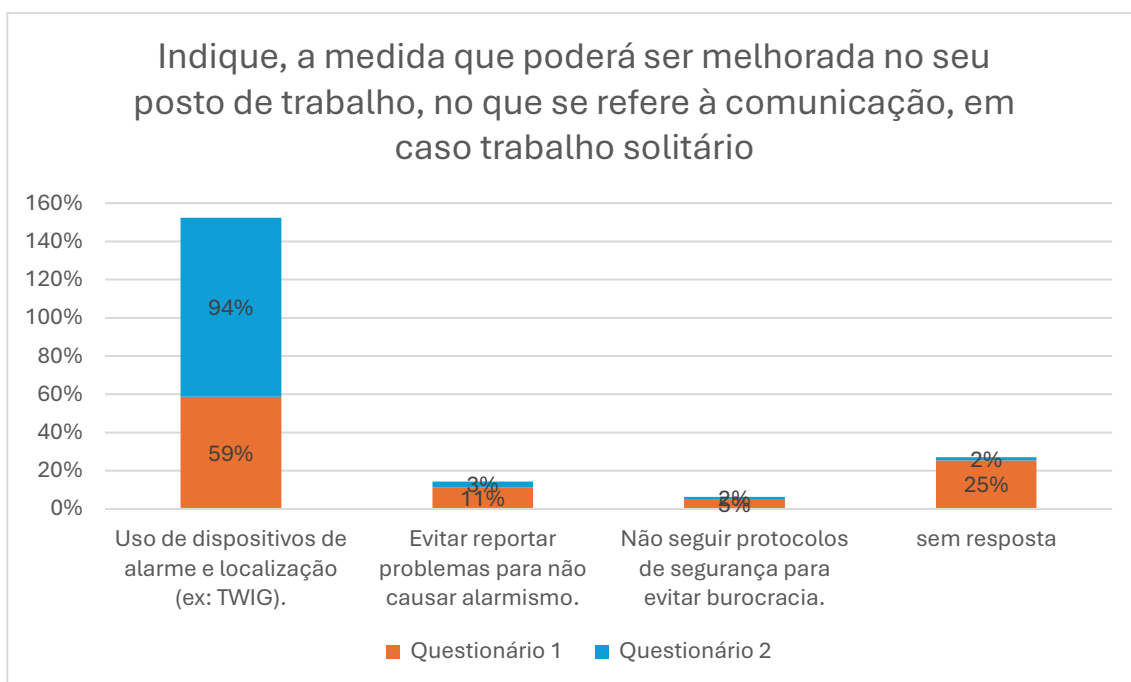
Apêndice G – Comparação de Resultados Questionários 1 e 2



Apêndice G – Comparação de Resultados Questionários 1 e 2



Apêndice G – Comparação de Resultados Questionários 1 e 2



Apêndice H

Consulta ao Mercado

A *consulta ao mercado* realizada no âmbito deste projeto visou identificar e analisar as soluções tecnológicas disponíveis para monitorização de trabalhadores isolados, servindo de base à seleção de dispositivos para implementação.

Este processo decorreu em três fases e envolveu cinco fornecedores (três nacionais e dois internacionais).

A tabela H.1 resume, de forma simples, mas completa, as atividades desenvolvidas e os resultados obtidos em cada contacto com os fornecedores – incluindo a informação enviada, o número/tipo de contactos efetuados, eventuais visitas ou demonstrações realizadas e o retorno obtido.

Estes dados complementam a análise apresentada no subcapítulo 3.3, onde as propostas recebidas foram avaliadas em detalhe (ex: através de matrizes SWOT nas Tabelas 6 a 12).

Apêndice H

Consulta ao Mercado

Tabela H 1 - Resumo da Consulta ao Mercado I Trabalho Solitário em SST

Fornecedor	Dados enviados	Contactos efetuados	Reuniões/Demonstrações	Retorno obtido
Tecniquitel S.A.	Email de consulta com descrição das necessidades (monitorização de trabalhadores isolados, requisitos técnicos e legais) e solicitação de proposta técnico-comercial.	Contacto inicial por email; diversos emails e telefonemas adicionais para esclarecimentos.	2 reuniões presenciais realizadas – a primeira incluiu uma demonstração online multigás e sistema de monitorização com o fabricante MSA ; a segunda consistiu num teste prático de 5 equipamentos MSA nas instalações da empresa.	Proposta técnica e orçamento recebidos, contemplando detetores e sistema de monitorização. Fornecedor disponibilizou equipamentos MSA MSA ALTAIR para teste piloto na fábrica. <i>Proposta analisada no Cap. 3.3 (SWOT).</i>
Sintimex Dexis	Email de consulta com mesmo pedido de informação técnica e comercial sobre soluções de segurança para trabalho isolado.	Contacto inicial por email; seguimento através de emails e chamadas telefónicas.	<i>(Não houve necessidade de reunião presencial específica)</i> – comunicação realizada remotamente.	Proposta técnico-comercial recebida, incluindo dispositivos de alarme pessoal. Entre as soluções apresentadas destacou-se uma atualização do dispositivo TWIG One (já em uso na empresa). <i>Proposta analisada no Cap. 3.3 (SWOT).</i>
ET Lda.	Email de consulta com requisitos detalhados (idêntico enviado aos demais).	Contacto inicial por email; troca de emails e telefonemas de acompanhamento.	<i>(Nenhuma reunião presencial realizada)</i> – esclarecimentos tratados via contacto remoto.	Proposta técnico-comercial recebida para dispositivos de monitorização de trabalhadores isolados. Soluções avaliadas em conjunto com as das outras empresas para seleção final. <i>Proposta analisada no Cap. 3.3 (SWOT).</i>
Safepoint ADT	Email de consulta (inglês) detalhando objetivos e requisitos, enviado para obter	Contacto inicial por email; comunicações subsequentes por email	<i>(Nenhuma reunião presencial)</i> – disponibilidade para demonstração remota	Proposta técnica e comercial enviada, apresentando uma solução integrada especializada para trabalho isolado (know-how internacional). A oferta foi

Apêndice H

Consulta ao Mercado

Fornecedor	Dados enviados	Contactos efetuados	Reuniões/Demonstrações	Retorno obtido
	proposta internacional (e eventuais chamadas especializadas).	(e eventuais chamadas internacionais).	foi indicada, mas optou-se por análise documental da proposta.	considerada nas análises comparativas do projeto. <i>Proposta analisada no Cap. 3.3 (SWOT).</i>
TRAXxs	Email de consulta (inglês) enviado com pedido de informações técnicas/comerciais sobre o produto inovador desta empresa <i>startup</i> .	Contacto inicial por email; intercâmbio de vários emails e telefonemas; demonstração do produto, funcionalidades e coordenação de reunião e compatibilidades técnicas.	1 reunião online (via Microsoft Teams) para demonstração do produto, funcionalidades e coordenação de reunião e compatibilidades técnicas.	Proposta técnico-comercial recebida, referente ao dispositivo <i>wearable</i> disponibilizado pela empresa. Foi possível compreender em detalhe a operação do produto TRAXxs graças à demo online. A solução foi incluída na avaliação comparativa, embora não tenha sido selecionada para os testes piloto. <i>Proposta analisada no Cap. 3.3 (SWOT).</i>

Todas as propostas obtidas nesta consulta ao mercado foram analisadas no subcapítulo 3.3 do relatório principal. Em particular, foram realizadas matrizes SWOT para cada solução tecnológica proposta (Tabelas 6 a 12 do Capítulo 3), o que fundamentou a comparação técnica e a decisão sobre as soluções a implementar experimentalmente. Como resultado deste processo de consulta e análise, foram selecionados os dispositivos **MSA ALTAIR io 4** (detetor multigás portátil) e **TWIG One Ex** (dispositivo de alarme pessoal) para a fase piloto na empresa. Após a realização de testes práticos em contexto real (entre junho e agosto de 2025) – conforme descrito na Fase 3 – será possível tomar decisões finais quanto à adoção definitiva destas tecnologias, avaliando o seu desempenho e impacto no terreno antes de uma eventual expansão a toda a organização.

Alexandra Brôa

De: Willy Le Ral <wleral@traxxs.net>
Enviado: 13 de dezembro de 2024 10:27
Para: Alexandra Brôa
Assunto: Re: MEGASA / TRAXxs : smart insoles for safety

Alexandra,

You can buy directly from TRAXxs.
Cost are [available on our web wite](#).
Just think to add shipping cost.

To protect 1 person :
1x insoles pair : 25€
1x charger : 25€
1x XSole module : 250€ (non-Atex) or 500€(Atex zone 2)
1x yearly subscription : 180€

No other costs apply : application, web site, notifications (sms, email), alerts, tech support are included in subscription.

Best regards,

--

Willy LE RAL
Key Account Manager
TRAXxs
Ecopolis - Bâtiment M
1300 route des crêtes,
06560 Sophia Antipolis
FRANCE
+33 769 49 41 46
wleral@traxxs.net
www.traxxs.net

Le ven. 13 déc. 2024 à 11:06, Alexandra Brôa <abroa@megasa.pt> a écrit :

Good morning,

I apologize, but I had a family issue and couldn't join the meeting.

I would like to know the prices if you have a representative in Portugal.

Cumprimentos,



Alexandra Brôa
Chefe Departamento Segurança

932278512

SN SEIXAL S.A.
2840-996 Aldeia de Paio Pires
Apd. 3 - Seixal - Portugal
T. +351 212 278 500
megasa.com

Este correio electrónico destina-se exclusivamente aos seus destinatários, podendo conter informação confidencial e/ou pessoal, regulada e protegida pela Directiva 95/46/CE do Parlamento Europeu, independentemente de outras regulamentações aplicáveis, nacionais ou locais. Se você recebeu esta mensagem por engano ou se não for o destinatário pretendido, por favor notifique o remetente. É proibido revelar, copiar, distribuir ou realizar qualquer acção com base no seu conteúdo ou endereço de origem do mesmo.

De: Willy Le Ral <wleral@traxxs.net>

Enviada: 13 de dezembro de 2024 09:43

Para: Alexandra Brôa <abroa@megasa.pt>

Assunto: Re: MEGASA / TRAXxs : smart insoles for safety

Dear Alexandra,

I was waiting for you at the meeting you booked for today.

Feel free to contact me if you want some information about smart insoles for safety.

Best regards,

--

Willy LE RAL

Key Account Manager

TRAX^{xs}

Ecopolis - Bâtiment M

1300 route des crêtes,

06560 Sophia Antipolis

FRANCE

+33 769 49 41 46

wleral@traxxs.net

www.traxxs.net

Le jeu. 5 déc. 2024 à 16:49, Alexandra Brôa <abroa@megasa.pt> a écrit :

Good afternoon,

I found your solution interesting and I am interested in learning more.

Cumprimentos,

Alexandra Brôa

Chefe Departamento Segurança

932278512

SN SEIXAL S.A.

2840-996 Aldeia de Paio Pires

Apd. 3 - Seixal - Portugal

T. +351 212 278 500

megasa.com

Este correio electrónico destina-se exclusivamente aos seus destinatários, podendo conter informação confidencial e/ou pessoal, regulada e protegida pela Directiva 95/46/CE do Parlamento Europeu, independentemente de outras regulamentações aplicáveis, nacionais ou locais. Se você recebeu esta mensagem por engano ou se não for o destinatário pretendido, por favor notifique o remetente. É proibido revelar, copiar, distribuir ou realizar qualquer acção com base no seu conteúdo ou endereço de origem do mesmo.

De: Willy Le Ral <wleral@traxxs.net>

Enviada: 5 de dezembro de 2024 15:18

Para: Alexandra Brôa <abroa@megasa.pt>

Cc: info TRAXxs <info@traxxs.fr>

Assunto: MEGASA / TRAXxs : smart insoles for safety

Dear Alexandra,

I confirm we have well received your request for a meeting on Friday 13th December at 09h30 (Lisbon, Portugal) = 10h30 for us in France.

In the meantime, I let you read the attached flyer about smart insoles for safety.

You can also browse our documentation web site : support.traxxs.net

Best regards,

--

Willy LE RAL

Key Account Manager

TRAXxs

Ecopolis - Bâtiment M

1300 route des crêtes,

06560 Sophia Antipolis

FRANCE

+33 769 49 41 46

wleral@traxxs.net

www.traxxs.net

Le jeu. 5 déc. 2024 à 15:54, 'Calendly' via Info forward <info-fwd@traxxs.net> a écrit :

Bonjour TRAXxs,

Un nouvel événement a été planifié.

Type d'événement :

Rendez-vous

Invité :

Alexandra Maria de Carvalho Brôa

Email de l'invité :

abroa@megasa.pt

Date/heure de l'événement :

10:30 - vendredi, 13 décembre 2024 (Heure d'Europe centrale)

Description :

Fixer une visioconférence avec un expert TRAXxs afin d'échanger sur vos besoins

Lieu :

Ceci est une conférence en ligne Google Meet. [Rejoindre maintenant](#)

Fuseau horaire de l'invité :

Heure du Royaume-Uni, Irlande, Lisbonne

[Afficher l'événement dans Calendly](#)

Envoyé par [Calendly](#)

[Signaler cet événement](#)



TRAX^{xs}

PROTECTION TECHNOLOGY INSIDE



**WORKERS ACTIVE
PROTECTION**

CONNECTED INSOLES

**NO SMARTPHONE REQUIRED
INDOOR AND OUTDOOR**



▶ INSOLES USAGE

XSole PTI smart insoles protect lone workers providing very short reaction time in case of fall, emergency, violence, evacuation alert...

100% hands-free, XSole PTI simply fit into shoes without burdening workers with extra equipment to deal with.

▶ SAFETY ALERTS

The integrated sensors monitor the foot orientation and mobility.

In case of an issue, a pre-alert occurs: the insole vibrates to notify the worker. The pre-alert can be cancelled by simply moving the foot.

If a danger is confirmed, geolocalised alerts (SMS, mail, app push, voice call) are sent to the supervisors / security managers thanks to a multi-carriers embedded SIM card.

▶ TECHNICAL DETAILS

Wireless charging

- The insole charger is simply placed into the shoe.
- Integrated LEDs blink to show the insole charging level.

No-signal areas

- XSpot: Insoles are localised indoor (no-GPS areas) with the help of Bluetooth beacons.
- XSwitch: Insole communication is guaranteed in no-signal areas with the help of 4G / WiFi / Ethernet gateways.



Atex Version
available

WTC

1300 route des crêtes

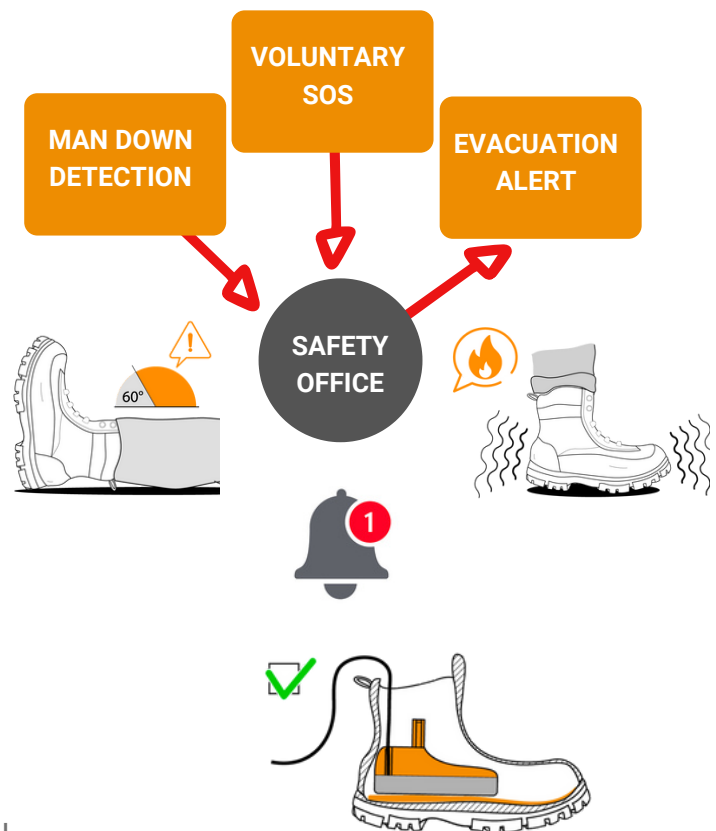
06560 Sophia Antipolis - France

www.traxxs.net

SIMPLE USAGE



CANNOT BE FORGOTTEN



XSole
Insole



XSpot
Beacon



XSwitch
Gateway



TRAXxs cares for individuals privacy

support.traxxs.net



Start Your Connected Journey Today with the MSA ALTAIR io™ 4 Gas Detection Wearable

Competitive Trade-In (U.S. and Canada Only)



Promotion Details

Convert a minimum of 10 competitive Gas Detectors to the ALTAIR io 4 Gas Detection Wearable and get 1 ALTAIR io 4 at no charge.

OR

Convert a minimum of 30 competitive Gas Detectors to the ALTAIR io 4 and get 1 Calibration Station at no charge. (1 test stand and 1 electronic cylinder holder).

MSA Order Reason Code

Please reference the following code on any purchase order related to this promotion: **ORDER REASON CODE: "A74"**

Valid Promotion Dates

January 1 – December 31, 2025

How it Works

- Channel Partner contacts their MSA Territory Sales Manager to provide opportunity details. (End User, Location, Quantity, Competitive or Upgraded Product Model)
- Channel Partner places an order referencing promotion code A74 and MSA Sales Rep Name
- Promotion applied to the Channel Partner standard price at local currency
- May also be used to convert previous generation MSA portable instruments (ALTAIR® 4X/4XR Gas Detectors).

Qualifying Part Numbers

10245598



ALTAIR io™ 4 Gas Detector NA/IEC/ATEX, LTE-M USA (VZW, AT&T, T-Mobile), General Combustible 0-100% LEL, O2 Std., CO Std., H2S Std., NA/EU/UK Charger, Starter Purchase

10248523



ALTAIR io™ 4 Gas Detector Performance Approved, LTE-M/2G Global (Excluding USA), General Combustible 0-100% LEL, O2 Std., CO Std., H2S Std., NA/EU/UK Charger, Subscription, Starter Purchase

10246442

Test Stand, ALTAIR io Dock Purchase

10242913

Cylinder Holder, ALTAIR io Dock Purchase

ALTAIR io 4 Gas Detection Wearable Benefits with Starter Package

- Out-of-box cellular connectivity
- Over the air updates and Fleet Cloud Configuration
- MSA id Digital Device Assignment
- Emergency Live Monitor

WE KNOW WHAT'S AT STAKE.



Contact Information

Channel Partner Name for Revenue Share

Phone

Contact

End User Company

Contact Name

Title

Phone

Email

Type of Industry

Portable Gas
Detection Being
Traded In

Trade In Information

Product Part Number

Quantity Trade In

Terms & Conditions

- Promotion is not valid with any other promotion, or special pricing
- All trade-ins are subject to verification. Non-compliance or improper use of the promotion for purposes other than conversion will result in restriction from participation.
- All orders must have a PO with **Order Reason Code A74** to qualify.
- All orders must be drop shipped to the end-user location.
- Participating customers must be in good credit standing to receive special discount terms.
- This program is only valid on part numbers and product families listed in this promotion.
- This promotion is for a limited time and is offered through December 31, 2025.
- All orders and verification forms must be sent to: msaplus.cs@msasafety.com
- MSA reserves the right to limit the quantity of units purchased under this program.
- MSA reserves the right to modify or cancel this program at any time.
- Product purchased under this program is not eligible for return.
- Minimum trade amount required is 10 units - calibration is not included.
- Orders over 100 units must be evaluated by MSA Marketing

Customer Service Instructions

1. Send copy of order/verification form to msaplus.cs@msasafety.com
2. Enter order reason code **A74**

Note: This Bulletin contains only a general description of the products shown. While product uses and performance capabilities are generally described, the products shall not, under any circumstances, be used by untrained or unqualified individuals. The products shall not be used until the product instructions/user manual, which contains detailed information concerning the proper use and care of the products, including any warnings or cautions, have been thoroughly read and understood. Specifications are subject to change without prior notice. MSA is a registered trademark of MSA Technology, LLC in the US, Europe, and other Countries. For all other trademarks visit <https://us.msasafety.com/Trademarks>.

MSA operates in over 40 countries worldwide. To find an MSA office near you, please visit [MSAsafety.com/offices](https://us.msasafety.com/offices).

ALTAIR io™ 4 Gas Detection Wearable



Device Specifications

APPLICATIONS	Turnarounds & Plant Maintenance, Emergency Response, Confined Space
MARKETS	Utilities, Construction, Oil & Gas, Mining, Fire Service, General Industry
DATA LOGGING*	Minimum 90-day cloud-synced data logs. Device data synced and stored in customer Grid account.
SIZE	
WEIGHT	9 oz. (261 g)
DIMENSIONS	4.6 x 3.1 x 1.5 in. (11.7 x 7.8 x 3.9 cm)
DURABILITY	- Exceeds 26 drops from 4 feet (1.2 m) (MIL-STD-810G 516.6 Transit Drop) - Capable of surviving an incidental 25 foot (7.5 m) drop onto concrete - Survives 60 minutes in NFPA 1982-2018 tumble tester - Dust and waterproof IP68 rating (2 m for 1 hour)
WARRANTY	Always under warranty with subscription. 4 years with purchase option.
APPROVALS/STANDARDS	FCC and Industry Canada Class I, Division 1, Groups A, B, C and D T4 -20°C to +55°C Class I, Zone 0, AEx da ia IIC Ga T4

* 30 days data storage on Device without network connection

Sensor Life

Gas	Type	Typical Sensor Life*	Range	Resolution
COMBUSTIBLE	Catalytic	5 Years	0-100% LEL or Varying Vol %	1% LEL or 0.05 Vol %
O₂	Electrochemical	7 Years	0 – 30 Vol %	0.1 Vol %
CO	Electrochemical	7 Years	0 – 1,999 ppm	1 ppm
H₂S	Electrochemical	7 Years	0 – 199 ppm	1 ppm
H₂S - LOW CONCENTRATION	Electrochemical	7 Years	0 – 99.9 ppm	0.1 ppm
SO₂ (coming soon)	Electrochemical	7 Years	0 – 20 ppm	0.1 ppm
NO₂ (coming soon)	Electrochemical	7 Years	0 – 50 ppm	0.1 ppm
CO - HYDROGEN RESISTANT	Electrochemical	7 Years	0 – 1,999 ppm	1 ppm

* Typical sensor life can vary due to environmental conditions and/or combustible sensor poisoning



Battery & Charging

BATTERY	2 Ah Rechargeable
CHARGING TIME	Typical full charge is 4.5 hours at room temperature
CHARGING TEMP. RANGE	32°F – 104°F (0°C – 40°C)* <i>*For best results, charge device at room temperature of around 23 °C (73 °F)</i>
BATTERY LIFE	
LTE-M	17 hours typical (LTE-M)*
2G	16 hours typical
<i>*Actual battery run-time will vary depending on factors including cellular coverage, GPS coverage, ambient temperature, usage, active alerts, acknowledgment delay of alerts, location changes, RFID reading, gas readings, device navigation, battery age, and battery cycles.</i>	

Connectivity Specifications

LOCATION AWARENESS	
GNSS	Concurrent GNSS (GPS and GLONASS)
GPS UPDATE FREQUENCY	30 seconds* <i>*Location is updated every 30 seconds when a position is acquired. When no position is acquired, the device searches for a location every five minutes to conserve battery life of the device.</i>
GPS ACCURACY	8 ft. (2.5 m)* <i>*GPS accuracy will be influenced by surroundings, infrastructure, and environmental conditions.</i>
RFID READER	Used by MSA id Tags for digital device assignment and ALTAIR io DOCK communication
CELLULAR	LTE-M / 2G Fallback
BLUETOOTH	v4.1 Bluetooth Low-Energy (BLE)

Note: This Bulletin contains only a general description of the products shown. While product uses and performance capabilities are generally described, the products shall not, under any circumstances, be used by untrained or unqualified individuals. The products shall not be used until the product instructions/user manual, which contains detailed information concerning the proper use and care of the products, including any warnings or cautions, have been thoroughly read and understood. Specifications are subject to change without prior notice. MSA is a registered trademark of MSA Technology, LLC in the US, Europe, and other Countries. For all other trademarks visit <https://us.msasafety.com/Trademarks>.

MSA operates in over 40 countries worldwide. To find an MSA office near you, please visit [MSAsafety.com/offices](https://us.msasafety.com/offices).



ALTAIR io™ 4 Connected Gas Detector

Now supports hydrogen resistant CO sensors (CO-H₂ Res)



WE KNOW WHAT'S AT STAKE.

A significant enhancement to the ALTAIR io™ 4 Connected Gas Detector's calibration report on the MSA Grid platform was recently introduced. This update allows the Grid to accurately display which version of the CO sensor is installed (either CO or CO-H₂ Res), providing you with improved fleet management and monitoring capabilities.



What is CO-H₂Res?

Hydrogen Resistant CO sensors (CO-H₂ Res) refer to specialized sensors that have increased resilience when being used in the atmosphere in which hydrogen exposure tends to happen more frequently than in the industrial average. This resilience allows for significantly reduced cross-sensitivity and therefore can help enhance the accuracy of the gas readings. CO-H₂ Res sensor can therefore limit the amount of false alarms and help improve work continuity while allowing users to conduct their work in a safe manner. This capability which originated from the steel processing industry is currently more and more common as hydrogen usage is spreading for many industries, including the OGP sector.



Reduced Cross Sensitivity



Enhanced Safety



Resilience

Why is a hydrogen resistant CO sensor important?

Industry regulations may require the monitoring of CO levels. Current CO sensors may be susceptible to decreased sensitivity was exposed to hydrogen. MSA XCell® CO-H₂ Res Sensor has 10 times less sensitivity to hydrogen (<5% cross-sensitivity) as compared to some current CO sensors.

What does it mean?

- As an example, a standard CO sensor when exposed to 100 ppm of hydrogen (but in the absence of CO) returned a CO reading of 48 ppm (due to cross-sensitivity), which in some instances will trigger an alarm (in this case a false alarm), stopping the user from work and possibly causing an evacuation.
- A CO-H₂ Res sensor in the same situation (i.e., 0 ppm CO; 100 ppm H₂) returned a CO reading of 5 ppm, which was a more accurate reading.
- All CO detector users should be aware that cross-sensitivity values are intended for reference only and may change under varying environmental conditions, varying concentrations, varying sensor lots, and varying sensor age.



Key Benefits of the Update:

- Reduced cross sensitivity: Increased readings accuracy and reduced amount of false alarms
- Resilience: Extremely robust filter helps you see the gas of interest
- Regulatory Compliance: Helps you stay compliant with industry standards and regulations related to H₂S-LC concentrations.

To find out more about how this update can benefit your operations and enhance safety protocols, please contact us today.

Contact Us



About ALTAIR io™ 4 Connected Gas Detector

The ALTAIR io™ 4 gas detector is a secure, smart device designed for out-of-the-box connectivity, housed in an ultra-rugged design. It features our industry-leading XCell® sensor platform, known for its exceptional lifetime and durability. The ALTAIR io™ 4 gas detector is designed from the ground up to work seamlessly with the MSA Grid and the ALTAIR io™ Dock, helping to achieve hassle-free compliance, effortless fleet management, and unprecedented visibility into your worker safety.

ALTAIR io™ 4 device features:

- **Improve worker accountability:**
Easily assign the ALTAIR io™ 4 to employees with just a tag and helping to increase accountability. Help employees use their devices correctly, maintain them properly, and adhere to your safety policies.
- **Simplify Compliance with Testing Regulations:**
Streamline the process of monitoring devices that need calibration, testing, or repair which may minimise downtime and increase operational readiness.



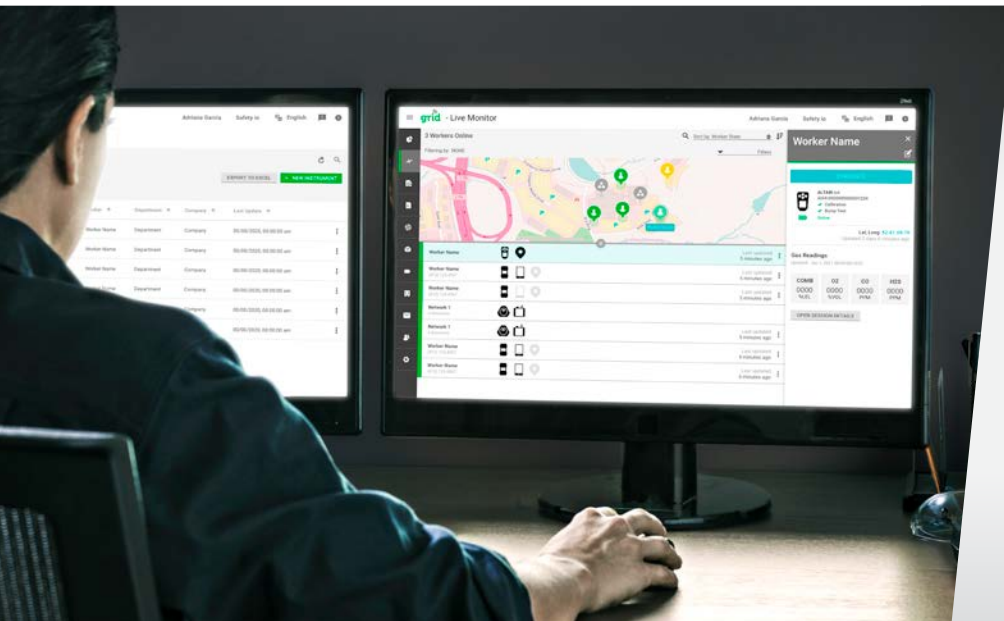
- **Rugged, durable design and Industry-Leading XCell® Sensors:**
The ALTAIR io™ 4 gas detector is more durable versus other MSA Safety devices and offers the ability to detect up to four gases, including flammable gases (e.g., methane), oxygen, carbon monoxide, and hydrogen sulfide, with additional sensors available upon request.

Note: This Bulletin contains only a general description of the products shown. While product uses and performance capabilities are generally described, the products shall not, under any circumstances, be used by untrained or unqualified individuals. The products shall not be used until the product instructions/user manual, which contains detailed information concerning the proper use and care of the products, including any warnings or cautions, have been thoroughly read and understood. Specifications are subject to change without prior notice. MSA is a registered trademark of MSA Technology, LLC in the US, Europe, and other Countries. For all other trademarks visit <https://us.msasafety.com/Trademarks>.

MSA operates in over 40 countries worldwide. To find an MSA office near you, please visit [MSAsafety.com/offices](https://us.msasafety.com/offices).

MSA Connected Work Platform

End User Introduction



The MSA Connected Work Platform builds connections between workers and worksites, providing actionable data that helps safety managers create safer and more efficient work environments.



ALTAIR io™ 4 Gas Detection Wearable

Designed with fully integrated connectivity for real-time visibility across your worksites from day one.

- Automatic Connectivity
- Over the Air Updates
- Automatic Bump and Calibration
- Rugged Durable Design and Industry Leading XCell® Sensors



MSA Grid

Cloud-based software provides real-time visibility across your worksites—including workers and workflows—accessible from anywhere with an internet connection via desktop or mobile.

- Grid Compliance Software
- Grid Fleet Manager
- Grid Live Monitor

WE KNOW WHAT'S AT STAKE.

The MSA Connected Work Platform



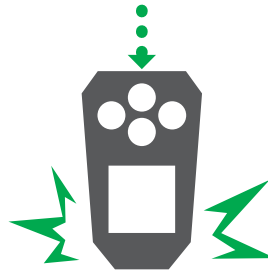
Zero-Effort, Cloud Compliance

Out of the box and into the cloud. All device data streamed instantly and securely to the cloud and available anytime on the MSA Grid.



Proactively Manage Your Fleet

Your safety should be about progress, not pain. Take control of your fleet with one-click configuration updates and real-time, actionable data at your fingertips.



Designed to be Workproof

A device as rugged as your work. Patented, rugged sensor technology that leads the industry in response time and lifetime, military-grade durability, and the ability to survive a 25 ft. (7.6 m) drop test.



Monitor Your Workforce & Worksite Safety in Real-Time

Know when, where, and who in real-time. With connectivity to the cloud, integrated GPS, and seamless MSA id™ digital device assignment, your safety program has a level of visibility its never had before.

Build your safety program with the simplicity of an MSA+ subscription.

MSA+ gives you access to powerful cloud-based solutions enabling faster implementation, increased warranty coverage, and automatic software and firmware upgrades—with minimal capital expense.



Zero Up-Front Capex Expense

Skip the capital expenditure process and up-front purchase of devices and get your gas detection program approved and running quickly.



Always Under Warranty

While you're a subscriber, you're covered under warranty regardless of the age of the device. Peace of mind and less hassle.



Better with Time

Features and functionality routinely released to improve your safety program. And you're not stuck with old devices—upgrade to latest generation devices with every subscription renewal.

How it Works

We have a range of packages to suit your safety program's needs.

What's Included



ALTAIR io 4



Grid



MSA id Tag

Packages

	Starter	Standard	Complete
Grid Compliance Service			
Cellular Connectivity	✓	✓	✓
Emergency Live Monitor	✓	✓	✓
OTA Software Updates	✓	✓	✓
MSA id Digital Device Assignment	✓	✓	✓
Fleet Cloud Configuration	✓	✓	✓
Cloud Logs*	Lifetime	Lifetime	Lifetime
Grid Fleet Manager Service			
Fleet Manager Dashboard	—	✓	✓
Streamlined Device Compliance	—	✓	✓
Fleet Manager Reporting	—	✓	✓
ALTAIR io DOCK Monitoring	—	✓	✓
Insights Dashboard	—	✓	✓
Grid Live Monitor Service			
Full Event Live Monitoring	—	—	✓
Shared Alerts	—	—	✓
Live & Historical Location Monitoring	—	—	✓
Event Management	—	—	✓
Location Awareness	—	—	✓
Mobile Notifications	—	—	✓

* While under an active Grid subscription



ALTAIR io Accessories & Services

Accessories

ALTAIR io DOCK



Plug & Play With Automated Testing

Plug the system in and get going—no networking required. And with the smarts of the ALTAIR io 4 Device, the correct test starts automatically.



Monitor Your Systems Effortlessly in the Cloud

The ALTAIR io 4 Device is your cloud connectivity to the ALTAIR io DOCK Test Stand without any networking required. Know your calibration gas needs across your entire fleet.

ALTAIR io CHARGE



Zero-Interaction Digital Device Return

When you place an ALTAIR io 4 Device in the charger, it is marked as returned to the company in the Fleet Management System.



Organize & Charge Your Fleet in a Compact Design

The ALTAIR io 4 Multi-Device Charger's wall-mountable five-bay design provides an organized home for every device in your fleet.

Services



AutoFill Calibration Gas

Calibration gas shows up when you need it—fully automated. Monthly cost includes order, delivery, and calibration gas.

MSA+ Device Protection Plan

MSA+ Device Protection Plan provides a safeguard against unexpected events on your ALTAIR io™ 4 Gas Detection Wearable — giving you peace of mind, and helping to improve uptime and efficiency of your fleet.

How Does it Work?

1. Within 30 days of signing up for an ALTAIR io 4 subscription through MSA+, customers can add device protection to any subscription level. Pricing is per unit, per contract period.
2. Should an event occur while covered under a device protection plan, simply contact Customer Service. This will start the repair process or, in the case of theft or loss, will begin the replacement process immediately. **Customer Service: 1-800-672-2222**

Coverage

Coverage	Standard ALTAIR io 4 Device Warranty	MSA+ Device Protection
“Acts of God”		
Damage from Fire / Extreme Heat / Explosion		✓
Damage from Water Spray / Submersion / Flood		✓
Damage from Extreme Drop		✓
Damage from Accidental Vehicle Roll-Over		✓
Theft & Loss (Swap Device)		✓ (2X)
Negligent Use		
Damaged Sensor Repair		✓
Damaged Display Repair		✓
Damaged PCB Repair		✓
Damaged Front / Back Cover Repair		✓
Damaged Battery Repair		✓
Damaged Clip Repair		✓
Damaged Horn Repair		✓
Damaged Cellular Antenna		✓
Always Under Warranty Coverage		
Mechanical Defects & Poor Workmanship Quality	✓	✓
Faulty Sensor Replacement	✓	✓
Worn Sensor Replacement	✓	✓
Depleted Battery Capacity Replacement (<70%)	✓	✓
Faulty Front Housing with Display Window	✓	✓
Faulty Display Replacement	✓	✓
Faulty Clip Replacement	✓	✓
Faulty Horn Replacement	✓	✓
Faulty Cellular Antenna	✓	✓

Learn more at: <https://us.msasafety.com/connected-work/msa-plus>

Note: This Bulletin contains only a general description of the products shown. While product uses and performance capabilities are generally described, the products shall not, under any circumstances, be used by untrained or unqualified individuals. The products shall not be used until the product instructions/user manual, which contains detailed information concerning the proper use and care of the products, including any warnings or cautions, have been thoroughly read and understood. Specifications are subject to change without prior notice. MSA is a registered trademark of MSA Technology, LLC in the US, Europe, and other Countries. For all other trademarks visit <https://us.msasafety.com/Trademarks>.

MSA operates in over 40 countries worldwide. To find an MSA office near you, please visit [MSAsafety.com/offices](https://us.msasafety.com/offices).



User Guide
ALTAIR io 4
Gas Detection Wearable

Order No.: 10225884/07
Print Spec: 10000005389 (EO)
CR: 800000069516

⚠ WARNING!

These instructions must be provided to users before use of the product and retained for ready reference by the user. Read this manual carefully before using or maintaining the device. The device will perform as designed only if it is used and maintained in accordance with the manufacturer's instructions. Otherwise, it could fail to perform as designed, and persons who rely on this device could sustain serious injury or death.

The warranties made by MSA with respect to the product are voided if the product is not installed and used in accordance with the instructions in this manual. Please protect yourself and your employees by following the instructions.

Please read and observe the WARNINGS and CAUTIONS inside. For additional information relative to use or repair, call 1-800-MSA-2222 during regular working hours.

For countries of Russian Federation, Republic of Kazakhstan and Republic of Belarus, the gas detector will be delivered with a passport document that includes valid approval information. On the CD with manual instruction attached to the gas detector the user will find the documents "Type Description" and "Test Method" - appendixes to Pattern Approval Certificate of Measuring instrument, valid in the countries of use.

MSA is a registered trademark of MSA Technology, LLC in the US, Europe and other Countries. For all other trademarks visit <https://us.msasafety.com/Trademarks>.

This product incorporates Bluetooth® wireless technology. The Bluetooth word mark and logos are registered trademarks owned by Bluetooth SIG, Inc., and any use of such marks by MSA is under license. Other trademarks and trade names are those of their respective owners.

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

You are cautioned that changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

English:

This device complies with RSS-210 of the Industry Canada Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

French:

Ce dispositif est conforme à la norme CNR-210 d'Industrie Canada applicable aux appareils radio exempts de licence. Son fonctionnement est sujet aux deux conditions suivantes: (1) le dispositif ne doit pas produire de brouillage préjudiciable, et (2) ce dispositif doit accepter tout brouillage reçu, y compris un brouillage susceptible de provoquer un fonctionnement indésirable.



The Safety Company

MSA - The Safety Company
1000 Cranberry Woods Drive
Cranberry Township, PA 16066
USA

For your local MSA contacts, please go to our website www.MSAsafety.com

Contents

1	Safety Notices	4
1.1	General Notices	4
1.2	Liability	4
1.3	Before You Start	4
2	Welcome	8
2.1	ALTAIR io 4 Design	8
2.2	Grid Introduction	8
2.3	ALTAIR io DOCK Introduction	9
2.4	MSA id Introduction	9
2.5	MSA id Tags Introduction	9
2.6	ALTAIR io CHARGE Introduction	9
2.7	Applications	9
3	Getting Started	10
3.1	Overview	10
3.2	Commissioning	12
3.3	Operation	13
3.4	Bump Test and Calibration	17
4	Features	22
4.1	Alerts	22
4.2	Gas Detection	25
4.3	Device Compliance	27
4.4	Enhanced Safety Features	27
4.5	Device Configuration Profile	27
4.6	Device Precision Configuration	27
4.7	Data Storage	27
4.8	MSA id	28
4.9	ALTAIR io CHARGE	28
4.10	Over-the-Air Updates	28
5	Device Care	30
5.1	Maintenance	30
5.1.3	Clip Replacement	33
5.1.4	Front Housing Replacement	36
5.1.5	Horn Change	38
5.1.6	Display Replacement	41
5.1.7	Back Housing Replacement	44
5.2	Troubleshooting	50
6	Learn More	51
6.1	Replacement Parts	51
6.2	Disposal and Recycling	51
6.3	China RoHS Requirement	51
6.4	Warranty	51

1 Safety Notices

1.1 General Notices

- For Declaration of Conformity, please visit the product page on MSAsafety.com.
- This product incorporates Bluetooth wireless technology.
- Alternative use or use outside manufacturer specifications will be considered non-compliance. This also applies to unauthorized alterations of the product and to commissioning work that has not been carried out by MSA or authorized persons.
- Use of any charger other than the charger supplied with the device or sold by MSA for use with the ALTAIR io 4 may damage or improperly charge the battery.

WARNING!

- Cellular connectivity is dependent upon signal availability and strength of the wireless service(s) necessary to maintain the communication link. Loss of cellular connectivity will prevent remote communication of alerts and other data from the device to the Grid as well as from the Grid to the device. Low signal strength will delay remote communication of alerts and other data from the device to the Grid as well as from the Grid to the device. Take appropriate precautions in the event of a loss of cellular connectivity or low signal strength.
- When cellular connectivity is restored, data from the time period without cellular connectivity is transmitted to the cloud before the device begins communicating current alerts and data to the Grid. This may result in a delay between when cellular connectivity is restored and when the device can be monitored on the Grid.

Failure to follow these warnings can result in serious personal injury or death.

1.2 Liability

MSA accepts no liability in cases where the device has been misused, used inappropriately or not used as intended. MSA accepts no liability in cases where damage or injury is caused by wear and tear, neglect or failure to carry out inspection and maintenance procedures. The selection and use of the device are the exclusive responsibility of the employer and/or individual operator. Warranties and guarantees made by MSA with respect to the device are voided, if it is not used, serviced or maintained in accordance with the instructions in this manual.

The selection and use of this product must be under the direction of a qualified safety professional who has carefully evaluated the specific hazards of the jobsite where it will be used and who is completely familiar with the product and its limitations. The selection and use of this product and its incorporation into the safety scheme of the jobsite is the exclusive responsibility of the employer.

Changes and modifications not expressly approved by the manufacturer will void the user's authority to operate the equipment.

Follow all relevant national regulations applicable in country of use.

1.3 Before You Start

WARNING!

Carefully review the following safety limitations and precautions before placing this device in service. Do not alter or modify the device.

Failure to follow this warning can result in serious personal injury or death.

Before getting started with the ALTAIR io 4, there are several things to know. Please read this user guide carefully before using the device. The device will perform as designed only if it is used and maintained in accordance with the manufacturer's instruction. Otherwise, it could fail to perform as designed and persons who rely on this device for their safety could sustain serious personal injury or death. In addition to manufacturer instructions, applicable national regulations should be considered for safe use.

1.3.1 General Warnings and Precautions

WARNING!

- Use the device only to detect gases/vapors for which a sensor is installed.
- Do not use the device to detect combustible dusts or mists.
- Do not open the device in an explosive atmosphere.
- Do not use the device if:
 - the function test is unsuccessful,
 - the device is damaged,
 - a competent servicing/maintenance has not been completed, or
 - genuine MSA spare parts have not been used.
- If the device is subjected to physical shock, the device must pass calibration before continuing use.
- Charging the device in a hazardous environment poses a risk of explosion. Do not charge the device in a hazardous area.
- Do not use silicone-type lubricants when assembling the detector, and do not allow silicone vapors to be drawn into the flow system while in operation. Silicone can desensitize the combustible gas sensor, thereby giving erroneously low readings.
- **For Brazil Only:** This equipment is not entitled to protection against harmful interference and may not cause interference to properly licensed systems. For more information, see ANATEL's website at <https://www.gov.br/anatel/pt-br/>

Failure to follow these warnings can result in serious personal injury or death.

1.3.2 Functional Check

Before each day's use, check the function of the device. To power on the device to check its functionality, refer to the [Power On and Off](#) section. Once the device is powered on, the display will activate and the device will complete a start-up sequence, during which you should observe proper function of the:

- Display
- Alert LEDs
- Horn
- Vibration

1.3.3 Gas Measurement

Combustible Gas

Do not use the device to test for combustible gases in atmospheres containing vapors from liquids with a high flash point [above 38 °C (100 °F)], as this may result in erroneously low readings.

CSA requires (per CAN/CSA-C22.2 No. 60079-29-1) that combustible sensor sensitivity be tested before each day's use on a known concentration of methane equivalent to 25 to 50 % of full-scale concentration. Accuracy must be within 0 to +20 % of actual.

When the combustible gas sensor reading reaches its maximum range, the device enters a locked alarm state to protect the sensor, the sensor shuts down, and the user interface displays "overrange" in the combustible sensor tile. This state can be reset by turning the device off and on in a fresh-air environment. Keep the device in the fresh air environment until sensor readings have stabilized and then zero the sensors.

WARNING!

The minimum concentration of a combustible gas in air that can ignite is defined as the Lower Explosive Limit (LEL). A combustible gas reading of "overrange" indicates that the atmosphere is above 100% LEL and an explosion hazard exists.

1 Safety Notices

Do not use the device for prolonged periods in an atmosphere containing a concentration of fuel or solvent vapors that may be greater than 10% LEL. Move away from the hazardous area immediately.

Failure to follow this warning can result in serious personal injury or death.

1.3.4 Physical Shock

If the device is subjected to a physical shock, complete the steps in [Calibration](#).

1.3.5 Sensors

- Do not block sensor openings as this may cause inaccurate readings.
- Do not press on the face of the sensors, as this may damage them and cause erroneous readings.
- Do not use compressed air to clean the sensor holes, as the pressure may damage the sensors.

Allow sufficient time for device to display accurate reading. Response times vary based on the type of sensor being utilized.

NOTE: While the device can detect up to 30% oxygen in ambient air, it is approved for use only up to 21% oxygen in hazardous locations.

1.3.6 Battery

Use only battery chargers made available by MSA for use with this device; other chargers may damage the battery pack and the device. As the battery pack ages, there will be a reduction in usable device runtime. The Li-Polymer battery pack (3.7V, 2Ah) is NOT a field replacement part.

WARNING!

If a Critical Battery Alarm activates while using the device, leave the area immediately, as the end of battery life is approaching.

Failure to follow this warning can result in serious personal injury or death.

1.3.7 Environmental Conditions

General

WARNING!

- Do not use the device to test for combustible or toxic gases in the following atmospheres as this may result in erroneous readings:
 - Reducing atmospheres
 - Furnace stacks
 - Inert environments
 - Atmospheres containing combustible airborne mists/dusts.
- Do not use the device to test for toxic gases in oxygen-deficient (<19.5 % vol) or oxygen-rich (>20.8 % vol) atmospheres, as this may result in erroneous readings.
- Do not use the device to test for combustible gases in atmospheres <10% vol oxygen, as this may result in erroneous readings.
- Use the device only to detect gases/vapors for which a sensor is installed.

Failure to follow these warnings can result in serious personal injury or death.

Many environmental factors may affect the sensor readings, including changes in atmospheric pressure, humidity and temperature. Pressure and humidity changes also affect the amount of oxygen present in the atmosphere.

Pressure

If pressure changes rapidly (e.g., stepping through airlock), the oxygen sensor reading may temporarily shift and possibly cause the device to go into alarm. While the percentage of oxygen may remain at or near 20.8 Vol %, the total amount of oxygen present in the atmosphere available for respiration may become a hazard if the overall pressure is reduced by a significant degree.

It is recommended that an oxygen calibration be performed at the temperature and pressure of use. Ensure that the device is in known fresh air before performing a calibration.

Humidity

If humidity changes by any significant degree (e.g., going from a dry, air conditioned environment to outdoor, moisture laden air), oxygen readings can be reduced by up to 0.5 %, due to water vapor in the air displacing oxygen.

The oxygen sensor has a special filter to reduce the effects of humidity changes on oxygen readings. This effect will not be noticed immediately, but slowly impacts oxygen readings over several hours.

Temperature

The sensors have built-in temperature compensation. However, if temperature shifts dramatically, the sensor reading may shift. Zero the device at the work site temperature to minimize the effect of temperature changes.

1.3.8 Storage

When not in use, store the device in a safe, dry place between 18 °C (64 °F) and 30 °C (86 °F).

WARNING!

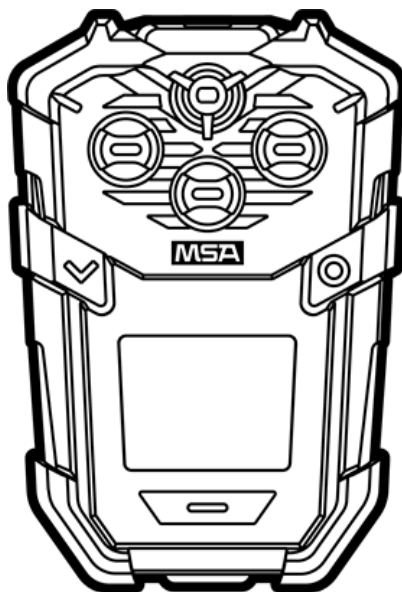
Do not store the device where silicone vapors are present or in the presence of silicone components, lubricants, cleaners or other substances containing silicone. Silicone can desensitize the combustible gas sensor, thereby giving erroneously low readings. Calibrate the detector upon removal from storage and prior to use.

Failure to follow this warning can result in serious personal injury or death.

2 Welcome

The ALTAIR io 4 is a Gas Detection Wearable capable of monitoring ambient air with enhanced safety features to help protect the user. It is for use by trained and qualified personnel. It can be configured to include up to 3 sensors, which can detect up to 4 gases including:

- Combustible gases and certain combustible vapors
- Oxygen-deficient and oxygen-rich atmospheres
- Specific toxic gases for which a sensor is installed



2.1 ALTAIR io 4 Design

The ALTAIR io 4 was designed to simplify and improve your gas detection experience. The device leverages cellular connectivity to assist with gas detection and other safety features. ALTAIR io 4 design features include:

- Every device is powered by integrated cellular connectivity.
- Grid, a cloud-based industrial safety software platform, is a deeply integrated and necessary part of the ALTAIR io 4 experience.
- Device data is streamed to the cloud and accessible from your Grid account.
- Configuration of 1, 10 or 10,000 devices can be done with the click of a button through Grid and each device's cellular connection—anywhere in the world.
- MSA id dramatically simplifies device assignment.
- Proven catalytic bead measuring principle for combustible gases and electrochemical cell measuring principle for oxygen and toxic gases.

2.2 Grid Introduction

Grid is a cloud-based industrial safety software platform. Every ALTAIR io 4 includes and requires a Grid account because it's an integral part of the experience. All device access, configuration, software updates, and enhanced safety services are provided through your account. Additionally, as a software-as-a-service (SaaS) platform, Grid is continually delivering new features, enhancements, and updates. Some of what you can accomplish with Grid includes:

- Activate and add devices to your Grid fleet.
- Access factory calibration certificates.
- Access warranty information.
- Create, edit and apply over-the-air ALTAIR io 4 configuration to a single device or groups of devices.
- Access any ALTAIR io 4 device data logs in your Grid account.
- Create and assign MSA id Tags through the Grid mobile app.

- Manage your fleet with the Grid Fleet Manager service.
- Monitor your fleet in near-real time with the Grid Live Monitor service.
- Access and push over-the-air firmware updates to your entire fleet.

WARNING!

- The MSA Grid is not a replacement for worker response to local alarms from their personal safety devices. The MSA Grid is a supplement to a defined safety program for the use of personal safety devices.
- Cellular connectivity is dependent upon signal availability and strength of the wireless service(s) necessary to maintain the communication link. Loss of cellular connectivity will prevent remote communication of alerts and other data from the device to the Grid as well as from the Grid to the device. Low signal strength will delay remote communication of alerts and other data from the device to the Grid as well as from the Grid to the device. Take appropriate precautions in the event of a loss of cellular connectivity or low signal strength.
- When cellular connectivity is restored, data from the time period without cellular connectivity is transmitted to the cloud before the device begins communicating current alerts and data to the Grid. This may result in a delay between when cellular connectivity is restored and when the device can be monitored on the Grid.

Failure to follow these warnings can result in serious personal injury or death.

2.3 ALTAIR io DOCK Introduction

ALTAIR io DOCK is a rugged automated test system that simplifies bump testing and calibration via its plug and play design. Simply place the ALTAIR io 4 into the cradle and let the device do the work. It tells Dock what test it needs to run and starts it automatically. Once complete, the Dock indicates the test results to allow the user to interpret and move forward with their work based on the results.

2.4 MSA id Introduction

Replacing paper-based processes, MSA id provides a comprehensive solution to digitally assign a device by tapping it to an MSA id Tag, and digitally return a device by simply plugging it into the ALTAIR io CHARGE.

2.5 MSA id Tags Introduction

MSA id Tags are RFID tags that can be assigned to each worker. By tapping an ALTAIR io 4 to an MSA id tag, the device is now assigned. Every ALTAIR io 4 includes one MSA id Tag.

2.6 ALTAIR io CHARGE Introduction

ALTAIR io CHARGE simplifies and organizes the charging and device return experience with its 5-port design. Simply plug the device into a port, and it will be digitally returned and begin to charge for the next use.

2.7 Applications

The ALTAIR io 4 is intended for workers exposed to potentially hazardous environments in construction, oil and gas, mining, fire service, and general industry. The instrument is cloud-connected and can provide real-time information about gas readings and alarms via the Grid, allowing information to be viewed remotely.

3 Getting Started

3.1 Overview

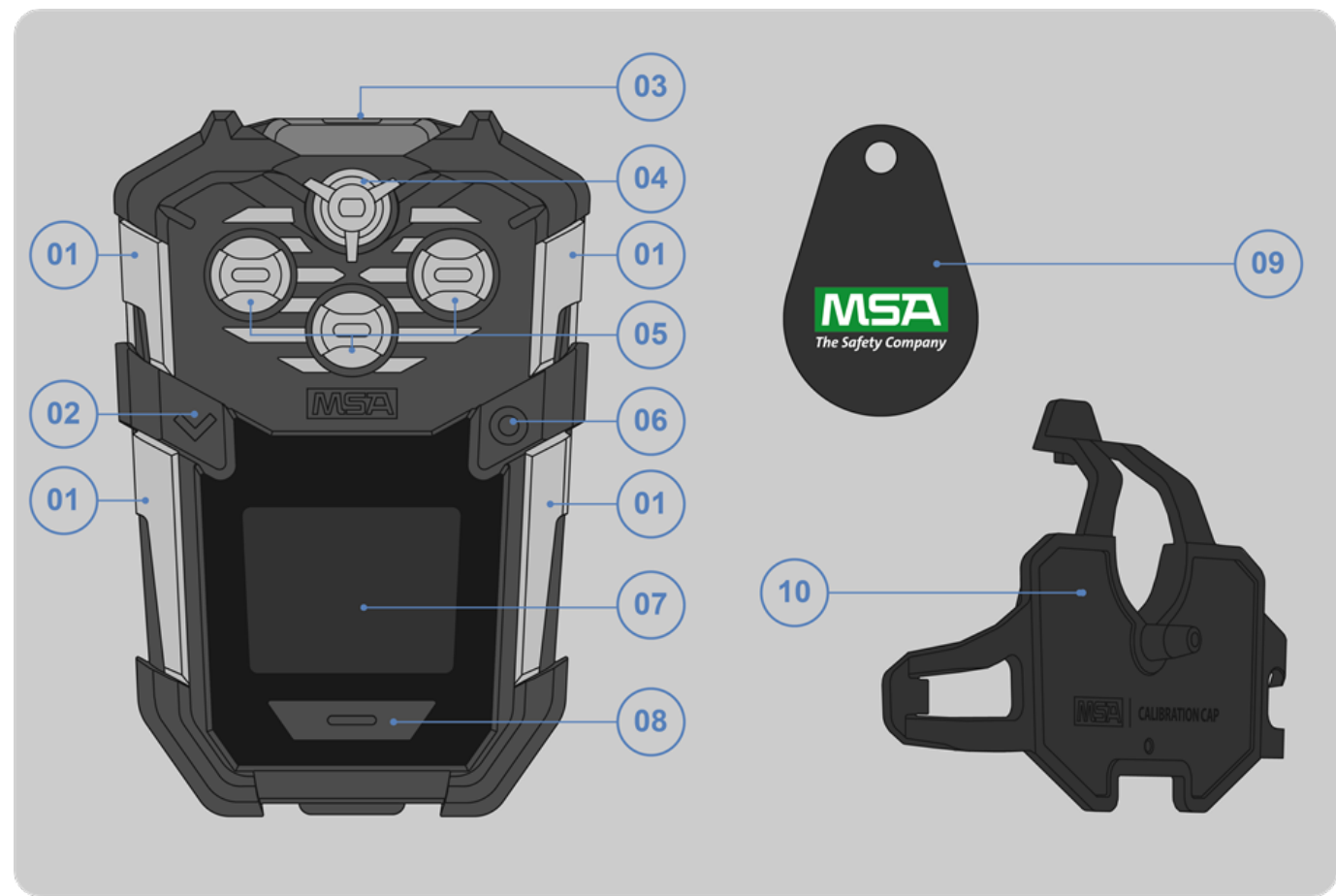
3.1.1 Device Management with Grid

Device management is done entirely through your included MSA Grid account, over-the-air via the device's cellular connection. To get started, please set up your account and download the Grid Mobile App from the App Store or Google Play Store.

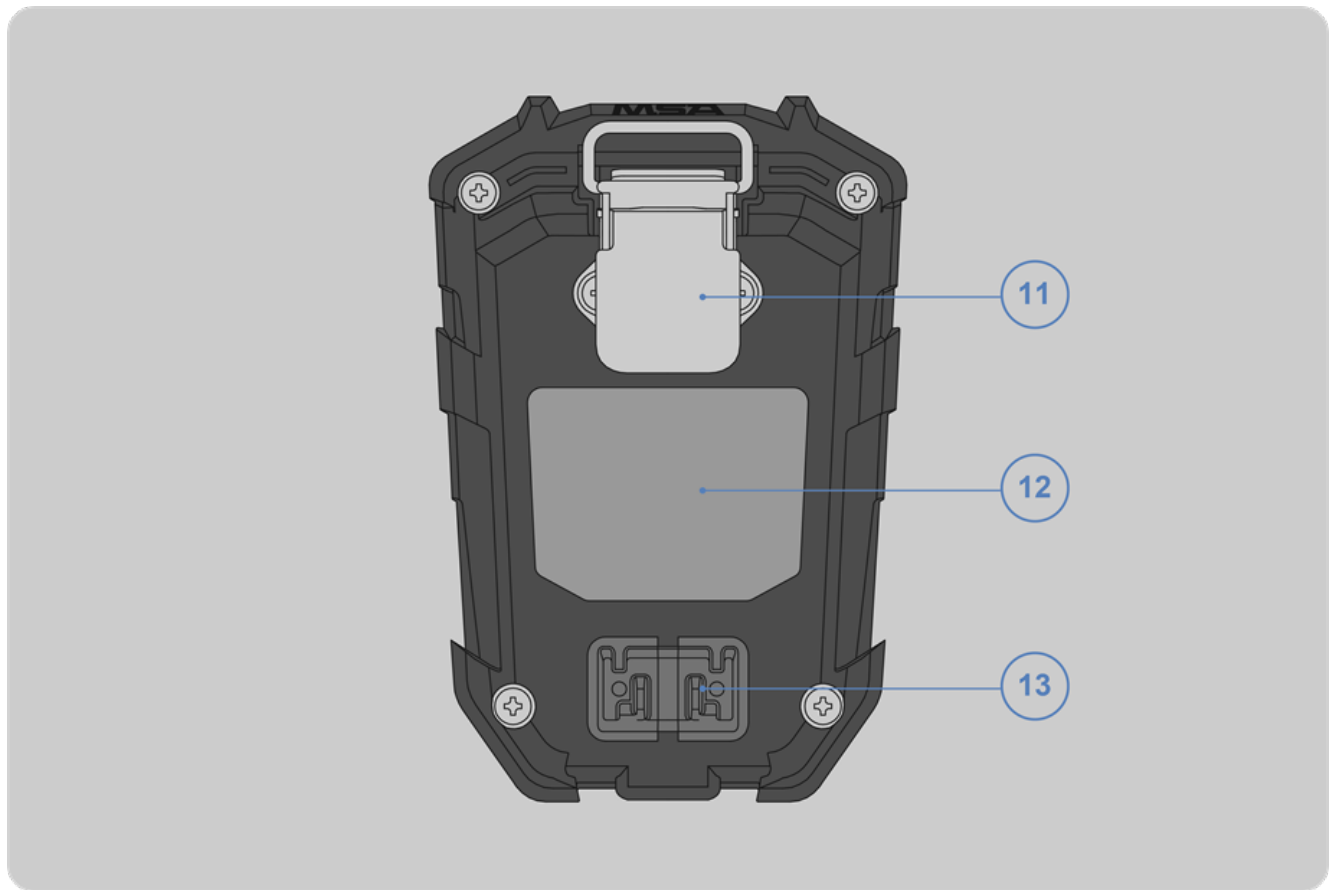
3.1.2 In the Box

- ALTAIR io 4 Gas Detection Wearable
- Quick-Start Guide with Certifications
- MSA id Tag
- USB Power Cable
- USB Power Adapters
- Calibration Cap

3.1.3 Hardware Overview

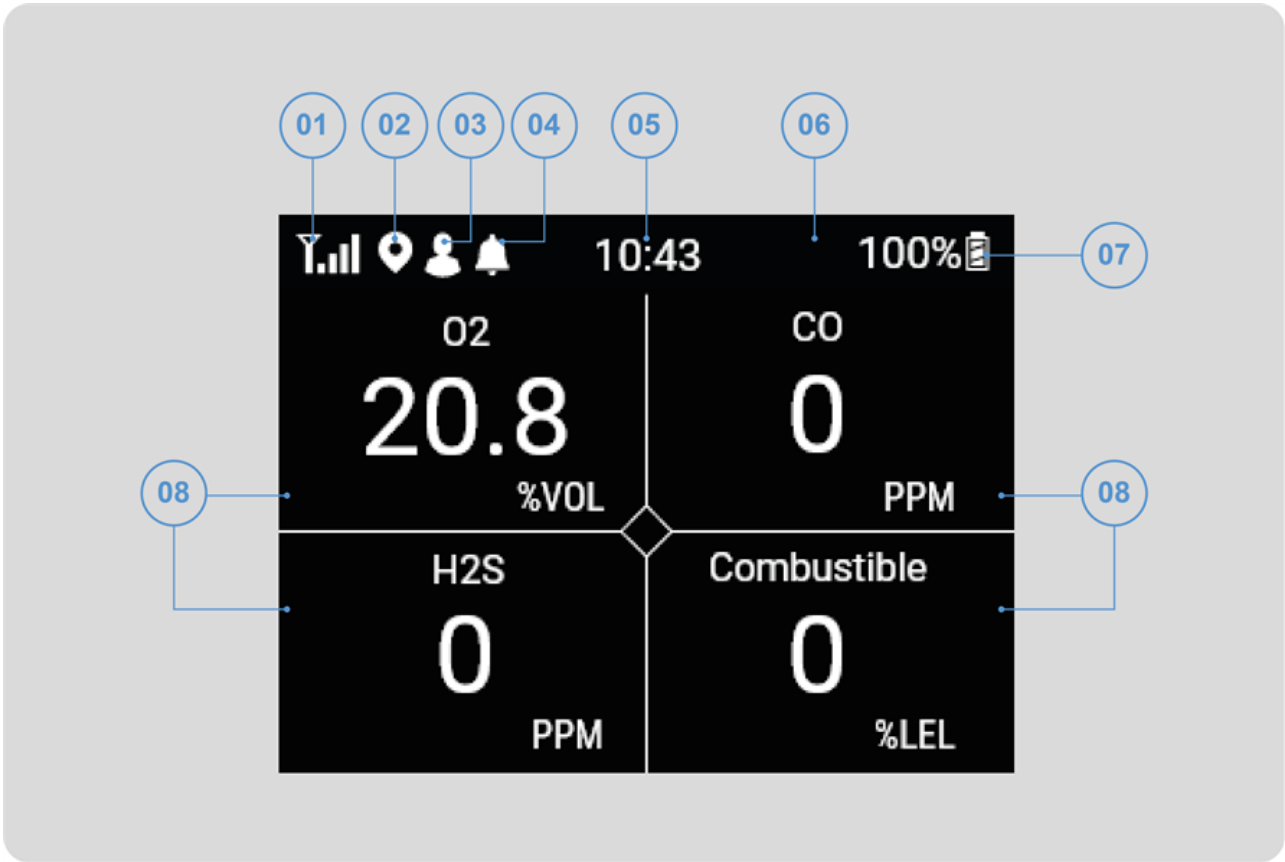


01	Left and Right LEDs	06	Right Navigation Button
02	Left Navigation Button	07	LCD Display
03	Safe LED	08	Alert Button
04	Audible Horn	09	MSA id Tag
05	Sensor Inlets	10	Calibration Clip



11	Stainless Steel Clip
12	Product Label
13	Magnetic Charging Interface

3.1.4 Home Screen



01	Cellular Connection	05	Time
02	GPS Location	06	Status Bar
03	Device Assigned	07	Battery Life
04	Notification	08	Gas Measurement Tiles

3.2 Commissioning

Commissioning devices is the process of adding assets to your Grid account and activating their cellular connectivity. Typically, devices are commissioned to the appropriate Grid account automatically at order fulfillment. However, if automatic commissioning is not performed, your Grid account can be used to complete this setup.

3.3 Operation

3.3.1 Power On and Off



To power on the device:

1. Press and hold the right navigation button for 1 second.
2. The device will proceed to the startup sequence.

The startup sequence includes the following:

- Introduction screens
- Self-testing
- Sensor alert setpoints
- Bump test and calibration information
- Fresh Air Baseline (if enabled)
- Lock-outs (if enabled and active)

NOTE: During power on, the device performs a self-test. This self-test ensures properly functioning display, audible horn, LEDs and vibration.



To power off the device:

1. Press and hold the right navigation button for 1 second.
2. To confirm power off, select the right navigation button on the next screen.

3.3.2 Navigation

1. To access the device menu, press the left navigation button.
2. To navigate the device menu, press the left navigation button.
3. To select a device menu option, press the left navigation button until the option is highlighted and then press the right navigation button.
4. To acknowledge an alert, press the Alert button.
5. To activate the emergency alarm, hold the Alert button for 3 seconds.

3.3.3 Safe LED

The Safe LED is used to indicate the device is safe and operational. If the device is operational, compliant, and without any active alerts, the Safe LED will slowly pulse green to intuitively communicate this to the user.

3.3.4 Charging

1. Plug the charging cable into the power source.
2. Attach the device to the magnetic charging contacts.

Status	Indicator
Charging	Static red Safe LED
Fully Charged	Static green Safe LED
Charging Error	Flashing red Safe LED
Software Update in Progress	Flashing yellow Safe LED

During periods of non-use, the charger may remain connected to the device

Allow very hot or cold devices to stabilize for one hour at room temperature before attempting to charge. Minimum and maximum ambient temperature to charge the device is 0 °C (32 °F) and 40 °C (104 °F) respectively. For best results, charge device at room temperature of 23 °C (73 °F).

Charging may be interrupted when ambient temperature moves outside of the charging temperature. In this case, the device will show an error. To resolve the error, remove the device from the charger and cease charging until the ambient temperature is within the approved temperature range of 0 °C (32 °F) to 40 °C (104 °F).

3.3.5 Battery Care

Actual battery run-time will vary depending on cellular coverage, GPS coverage, ambient temperature, and usage.

If the device shuts down due to battery depletion while in use:

1. Leave any hazardous location immediately.
2. Recharge the battery.

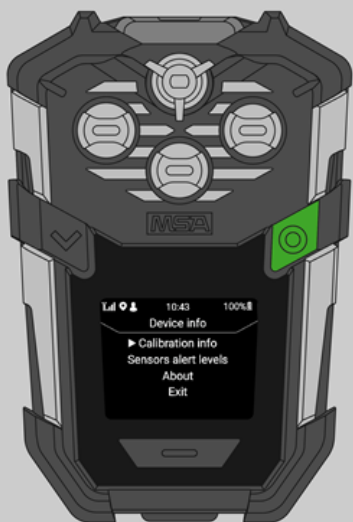


Allow very hot or cold devices to stabilize for one hour at room temperature before attempting to charge.

3.3.6 Viewing Device Information



1. Open the Main menu and select **Device info**.



2. Select one of the following menu options:
 - Calibration info: View dates for the latest and upcoming calibration and bump tests.
 - Upcoming calibration dates are determined by the Grid-configured settings.
 - Sensor alert levels: View gas levels for each warning or alarm.
 - About: View important information such as the owner name, Device ID, software version and serial numbers.
 - Exit: Return to the previous menu.

3.4 Bump Test and Calibration

3.4.1 Bump Test

A bump test quickly confirms that the gas sensors are functioning. Perform a full calibration to ensure accuracy.

There are two methods to perform a bump test on the ALTAIR io 4:

- Automatically through the ALTAIR io DOCK
- Manually using proper calibration gas, regulator, tubing, and a calibration cap.

Bump test frequency is often stipulated by national or corporate regulations; however, bump testing before each day's use is generally the accepted best safety practice. Perform a bump test more frequently if the device is subjected to physical shock or high levels of contaminants.

WARNING!

- Perform the bump test per the instructions in this user guide. Do not continue operation of a detector that is not able to pass a bump test.
- Perform a bump test more frequently if the tested atmosphere contains the following materials, which may desensitize the combustible gas sensor and cause erroneous readings:
 - Organic silicones
 - Silicates
 - Lead-containing compounds
 - Hydrogen sulphide exposures over 200 ppm or exposures over 50 ppm for one minute.

Failure to follow these warnings can result in serious personal injury or death.

If the device fails the bump test, perform a calibration to check sensor accuracy per the [Calibration](#) section before using the device.

ALTAIR io DOCK Bump Test

To perform the automatic bump test:

1. Insert the device with the display facing the ALTAIR io DOCK Test Stand until it clicks.
2. The appropriate test runs automatically based on the Grid-configured settings and indicates bump test results upon completion.
3. Remove the ALTAIR io 4 by pressing the gray release button.

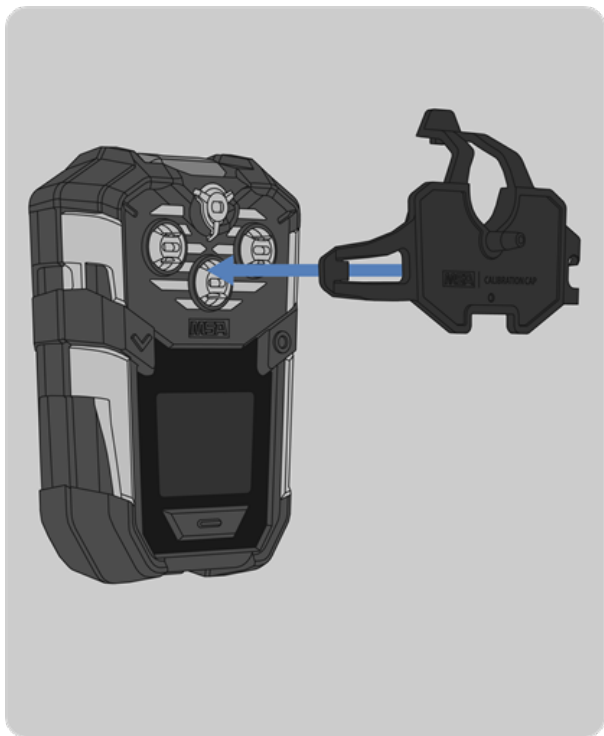
Manual Bump Test

The manual bump test requires the following equipment:

- Proper, Unexpired Calibration Gas Cylinder
- 0.25 liters/min. Flow Regulator
- 1/8" ID Superthane Ester Tubing
- Calibration Cap

To perform the manual bump test:

1. Verify the gas concentrations displayed match calibration gas cylinder.
2. Navigate to the bump test menu option.



3. Install the calibration cap.
 - a. Insert the tab on the calibration cap into the left slot on the device.
 - b. Press the calibration cap until it seats onto the device.
 - c. Press both the top and right tab down onto the device until they snap into place.
 - d. Ensure the calibration cap is properly seated.



- e. Connect one end of the tubing to the calibration cap.
 - f. Connect the other end of the tubing to the gas regulator.

4. Select **Start** to begin the bump test.
5. Open the pressure reducer valve on the calibration gas cylinder.
6. The device will display the bump test results.
7. Close the valve after bump testing.
8. Remove the calibration cap.

3.4.2 Calibration

There are two methods to perform a calibration on the ALTAIR io 4

- Automatically through the ALTAIR io DOCK
- Manually using proper calibration gas, regulator, tubing, and a calibration cap

Manual calibration must be performed using a flow regulator with a flow set to 0.25 liters per minute.

MSA recommends calibration at least every six months; however, many countries and/or organizations have their own calibration guidelines. The ALTAIR io 4 calibration interval can be configured to adapt to these requirements.

During zero calibration, the O₂ sensor is also span calibrated to 20.8% O₂ fresh air, adjusting the calibration curve as needed. During span calibration, the O₂ sensor's accuracy is checked against a known oxygen gas concentration without adjusting the calibration curve.

The calibration procedure adjusts the span value for any sensor that passes the calibration test; sensor span values that fail calibration are left unchanged. Since residual gas may be present, the device may briefly go into an exposure alarm after the calibration sequence is completed.

If a sensor is nearing its end of life, the device will communicate a notification to the user after a successful calibration.

If a calibration is unsuccessful for two subsequent calibrations, the device will communicate an end of sensor life warning to the user. Note that a span calibration can fail for many reasons other than a sensor at the end of its life. If a span calibration failure occurs, factors such as remaining gas in the calibration gas cylinder, gas expiration date, security of the calibration cap, etc. should be verified, and a calibration should be repeated prior to replacing the sensor.

WARNING!

Perform a calibration per the instructions in this user guide. Do not continue operation of a detector that is not able to pass calibration.

Failure to follow this warning can result in serious personal injury or death.

ALTAIR io DOCK Calibration

1. Insert the device into the ALTAIR io DOCK Test Stand until it clicks.
2. The appropriate test runs automatically based on Grid-configured settings and indicates the calibration results upon completion.
3. Remove the ALTAIR io 4 by pressing the gray release button.

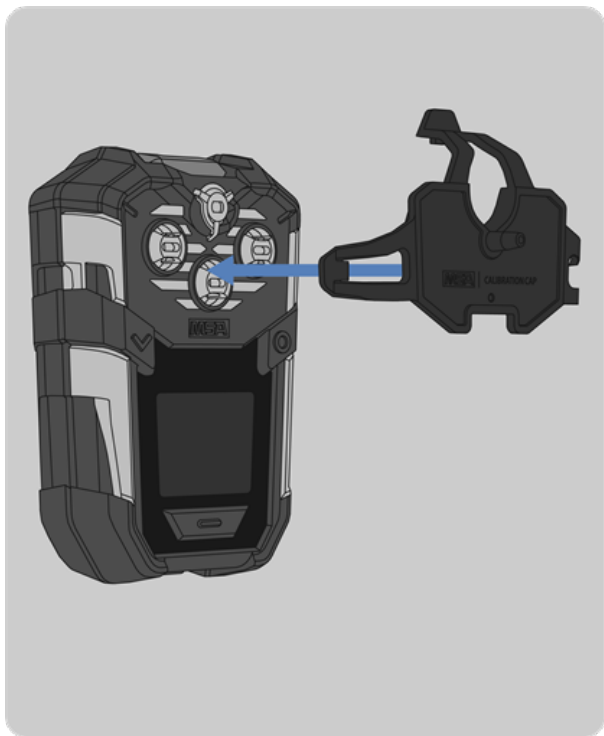
Manual Calibration

The manual calibration test requires the following equipment:

- Proper, Unexpired Calibration Gas Cylinder
- 0.25 liters/min. Flow Regulator
- 1/8" ID Superthane Ester Tubing
- Calibration Cap

To perform the manual calibration test:

1. Verify the gas concentrations displayed match the calibration gas cylinder.
2. Navigate to the calibration menu option.
3. On the Zero Sensors screen, select **Start** when in fresh air.



4. Assemble the calibration kit and install the calibration cap on the device:
 - a. Insert the tab on the calibration cap into the left slot on the device.
 - b. Press the calibration cap until it seats onto the device.
 - c. Press both the top and right tab down onto the device until they snap into place.
 - d. Ensure the calibration cap is properly seated.



- e. Connect one end of the tubing to the calibration cap.
 - f. Connect the other end of the tubing to the gas regulator (supplied in calibration kit).

5. Select **Next**.
6. Open the pressure reducer valve on the calibration gas cylinder.
7. The device will display the calibration results upon completion.
8. Close the valve after calibration.
9. Remove the calibration cap.

3.4.3 Fresh Air Baseline

WARNING!

Do not activate Fresh Air Baseline unless you are certain you are in fresh, uncontaminated air; otherwise, inaccurate readings can occur which can falsely indicate that a hazardous atmosphere is safe.

If you have any doubts as to the quality of the surrounding air, do not use the Fresh Air Baseline feature. Do not use Fresh Air Baseline as a substitute for daily calibration checks. The calibration check is required to verify span accuracy.

Failure to follow this warning can result in serious personal injury or death.

The device has the ability to run a Fresh Air Baseline as part of its start-up sequence. This will baseline the sensors at zero (or 20.8% for oxygen) as long as the current sensor readings are within safe thresholds determined by the device. Fresh Air Baseline can be configured in Grid to run automatically, require user input to execute, or be turned off.

3.4.4 Zero Sensors

WARNING!

Do not activate zero sensors unless you are certain you are in fresh, uncontaminated air; otherwise, inaccurate readings can occur which can falsely indicate that a hazardous atmosphere is safe.

If you have any doubts as to the quality of the surrounding air, do not use the zero sensors feature. Do not use zero sensors as a substitute for daily calibration checks. The calibration check is required to verify span accuracy.

Failure to follow this warning can result in serious personal injury or death.

Zero sensors will calibrate the zero readings (or 20.8% volume for oxygen) of the device. Zero sensors can be accessed from the device's menu. Zero sensors allows for wider sensor tolerances than a Fresh Air Baseline when it is performed.

To zero the sensors:

1. Navigate to the Zero Sensors menu option.
2. Confirm you are in fresh air.
3. Press **Start**.

4 Features

4.1 Alerts

The ALTAIR io 4 has three types of alerts that are used to notify the wearer of the device and those in its vicinity:

- Notifications: indicate action that needs to be taken soon.
- Warnings: indicate a heightened state of awareness and action may be required.
- Alarms: indicate the highest state of awareness and the user must immediately leave the area being monitored.

These alerts are used to communicate increasing levels of urgency.

Each alert type has three styles in addition to being communicated through the device display:

- Audible—through the ALTAIR io 4 horn.
- Vibrational—through the ALTAIR io 4 vibrational motor.
- Visual—through the ALTAIR io 4 LEDs.

 **WARNING!**

If a gas exposure alert of any type activates while using the device, leave the area immediately.

Failure to follow this warning can result in serious personal injury or death.

4.1.1 Notifications

Notifications are used to indicate action that may need to be taken soon or to alert the wearer of contextual information. Notifications should be used to drive proactive compliance and maintenance. Notifications can be acknowledged by pressing the Alert button. If the alert is not acknowledged, it will be visible in the Notification screen. Alerts remain in the Notification screen until they are no longer considered active.

Notification Delivery

Delivery Type	Description
Safe LED	Green flash
Audible	Casual Ringtone
Vibration	Casual Vibration
User Interface	Backlight illuminates and display communicates relevant notification in status bar

Notification Types

Notification Type	Description	Post-Acknowledgement Safe LED
Bump Test Due Now	Grid-configured bump test interval has expired.	Breathing Yellow
Calibration Due Now	Grid-configured calibration interval has expired.	Breathing Yellow
Replace Sensor Soon*	Sensor should be replaced soon but continues to be functional.	Breathing Green
Replace Sensor Now*	Sensor should be replaced now. Triggered by two consecutive failed calibrations.	Breathing Yellow
Cellular Disconnected	Cellular has been disconnected for greater	Breathing Yellow

Notification Type	Description	Post-Acknowledgement Safe LED
	than the Grid-configured threshold time.	
Low Battery Level	Battery level is < 5%.	Breathing Yellow
Device Configuration Update	Device has received an updated configuration from Grid.	Breathing Green

*Indicates that the device detects a loss of sensor sensitivity during calibration. In addition to true loss of sensor sensitivity, the device may issue these notifications if calibration gas is expired, misapplied or not used during the span calibration. Ensure the quality of the calibration gas delivery system. Proper recalibration may remove these notifications.

Viewing Active Notifications

1. Press the left navigation button twice.
2. Navigate to the notifications menu up.
3. Press the **Right navigation** button.

4.1.2 Warnings

Warnings are used to indicate a heightened state of awareness and action may be required. Warnings can be acknowledged by pressing the Alert button.

Warning Delivery

Delivery Type	Description
360° LEDs	Medium Intensity Yellow LED Pattern
Audible	Medium Intensity Ringtone
Vibration	Medium Intensity Vibration
User Interface	Backlight illuminates and display communicates relevant warning in status bar and gas measurement tile, if applicable.

Warning Types	Description
Gas Warnings	
Low Gas Exposure Warning	Measurement greater than the warning threshold.
O ₂ Enrichment Warning	Measurement greater than the warning threshold.
O ₂ Deficiency Warning	Measurement less than warning threshold.
Underrange Warning	Measurement is below the underrange threshold of the sensor for greater than one minute.
Enhanced Safety Warnings	
Motion Detection Check-In	No detected movement within the configured threshold time.
Maintenance Warnings	
Invalid Tag Read	An invalid tag was used to assign the device.

4.1.3 Alarms

Alarms are used to indicate the highest state of awareness and action may be required. Alarms can be acknowledged by pressing the Alert button.

WARNING!

- If an alarm is triggered while using the device, leave the area immediately.
- If the STEL alarm activates, leave the contaminated area immediately; the ambient gas concentration has reached the preset STEL alarm level. Failure to follow this warning will cause over-exposure to toxic gases.
- If the TWA alarm activates, leave the contaminated area immediately; the ambient gas concentration has reached the preset TWA alarm level. Failure to follow this warning will cause over-exposure to toxic gases.
- If Critical Battery Level alarm activates while using the device, leave the area immediately as the end of battery life is approaching.
- If a Sensor Error alarm activates while using the device, leave the area immediately as the device will be unable to utilize the effected sensor.

Failure to follow these warnings can result in serious personal injury or death.

Alarm Delivery

Delivery Type	Description
360° LEDs	High Intensity Red LED Pattern
Audible	High Intensity Tone
Vibration	High Intensity Vibration
User Interface	Backlight illuminates and display communicates relevant warning in status bar and gas measurement tile, if applicable.

Alarm Types	Description
Gas Alarms	
High Gas Exposure	Measurement greater than the alarm threshold.
O ₂ Enrichment	Measurement greater than the alarm threshold.
O ₂ Deficiency	Measurement less than the alarm threshold.
Short-Term Exposure Limit (STEL)	Short-term exposure greater than the alarm threshold.
Time-Weighted Average (TWA)	Time-weighted average greater than the alarm threshold.
Overrange	Measurement greater than the sensor range.
Enhanced Safety Alarms	
Emergency	Manually activated by pressing Alert button for 3 seconds.
Evacuation	Alarm remotely activated from Grid.
Motion Detection - No Check-In	Motion Detection Check-In not acknowledged.
Maintenance Alarms	

Alarm Types	Description
Critical Battery Level	Battery level has less than 10 minutes remaining.
Sensor Error	Sensor is not properly installed or is not functional.

4.2 Gas Detection

4.2.1 Time-Weighted Average (TWA)

The device can monitor the time-weighted average (TWA) of exposure to toxic gases which calculates the average exposure since the device was turned on or since the TWA calculation was reset.

The current TWA exposure calculation can be viewed and reset through the device menu and can be configured through Grid to calculate using two different methods: Rolling Window and Cumulative Average.

NOTE: Power cycling the device will reset the time-weighted average calculation

Rolling Window

When Rolling Window is selected, the TWA is calculated based off the exposure during most recent configured shift length. This is OSHA's typically recommended TWA calculation.

Example Calculation

- Device powered on for 12 hours
- 4 hours of exposure at 50 ppm in hours 0 – 4
- 4 hours of exposure of 0 ppm in hours 4 - 8
- 4 hours of exposure at 50 ppm in hours 8 – 12
- 8 hour shift length selected

$$\frac{(4\text{hours} * 0\text{ppm}) + (4\text{hours} * 50\text{ppm})}{8\text{hours}} = 25\text{ppm}$$

Cumulative Average

When cumulative average is selected, the TWA is calculated based off the exposure during the entire time the device has been on without power cycling while dividing by the configured shift length, regardless of how long the device is powered on. This is the ACGIH / EH40 typically recommended TWA calculation.

Example Calculation

- Device powered on for 12 hours
- 4 hours of exposure at 50 ppm in hours 0 – 4
- 4 hours of exposure of 0 ppm in hours 4 - 8
- 4 hours of exposure at 50 ppm in hours 8 - 12
- 8 hour shift length selected

$$\frac{(4\text{hours} * 50\text{ppm}) + (4\text{hours} * 0\text{ppm}) + (4\text{hours} * 50\text{ppm})}{8\text{hours}} = 50\text{ppm}$$

4.2.2 Short-Term Exposure

The device can monitor the short-term exposure of toxic gases which calculates the average exposure over the most recent 15 minute period since the device was turned on or since the short-term exposure calculation was reset.

The current short-term exposure calculation can be viewed and reset through the device menu.

NOTE: Power cycling the device will reset the short-term exposure calculation

Example Calculation

- 15 minutes of exposure at 35 ppm:

$$\frac{15\text{minutes} * 35\text{ppm}}{15\text{minutes}} = 35\text{ppm}$$

- 10 minutes of exposure at 35 ppm and 5 minutes of exposure at 5 ppm:

$$\frac{(10\text{minutes} * 35\text{ppm}) + (5\text{minutes} * 5\text{ppm})}{15\text{minutes}} = 25\text{ppm}$$

4.2.3 Reading Adjustment Factor

Adjustment factors provide the ability to provide gas readings to a target gas that may differ from gas used for calibration. The ALTAIR io 4 simplifies the use of adjustment factors through its device configuration.

To utilize adjustment factors:

1. Calibrate the ALTAIR io 4 to Methane (CH₄) or Propane (C₃H₈), depending on the target gas.
2. In the Combustible Sensor section of the configuration profile, select *Direct Combustible Reading*.
3. In the drop down Scaling Factor text box, enter the applicable adjustment factor found in the tables below.
4. Save the configuration. After saving, the devices associated with this configuration will automatically be updated immediately or at the next power-on, if the device is currently off.

**ALTAIR io 4 Adjustment Factors
Standard Combustible Sensor**

Calibration Gas	Target Gas	Adjustment Factor
Methane	Methane	0.99
	Butane	1.74
	Propane	1.72
	Pentane	1.84
	Hydrogen	1.06
	Ethanol	1.20

**ALTAIR io 4 Adjustment Factors
Heavy Hydrocarbon Combustible Sensor**

Calibration Gas	Target Gas	Adjustment Factor
Methane	Ethanol	1.10
Propane	Nonane	1.80

Adjustment Factors were calculated by calibrating an ALTAIR io 4 to 1.45% Methane (CH₄) and measuring the response to a known concentration of the relevant target gas found in the table. The response to the target gas was divided by the response to Methane.

Response Notes

1. Some compounds may reduce the sensitivity of the combustible gas sensor by poisoning or inhibiting the catalytic action or by polymerizing on the catalytic surface.
2. These conversion factors should be used only if the target gas is known.
3. These conversion factors are typical. Individual units may vary by ±25 % from these values.
4. The results are intended for guidance only. For the most accurate measurements, a device should be calibrated using the target gas.

5. Performance in accordance with IEC/EN/UL/CSA 60079-29-1 has been evaluated for Methane and Propane gases in the range of 0-100% LFL.

4.3 Device Compliance

4.3.1 Bump Test Lock-Out

To promote compliance with bump test requirements, the device can be configured to not enter standard measurement mode until the device has been bump tested per the Grid-configured schedule. In the lock-out state, a reminder notification will sound every 15 seconds, flash the Safe LED, and vibrate. Once a bump test is complete, the device will fully turn on.

4.3.2 Calibration Lock-Out

To promote compliance with calibration requirements, the device can be configured to not enter standard measurement mode until the device has been calibrated per the Grid-configured schedule. In the lock-out state, a reminder notification will sound every 15 seconds, flash the Safe LED, and vibrate. Once a calibration is complete, the device will fully turn on.

4.3.3 Device Assignment Lock-Out

To promote device assignment to worker, the device can be configured to not enter standard measurement mode until the device has been assigned to an MSA id Tag. In the lock-out state, a reminder notification will sound every 15 seconds, flash the Safe LED, and vibrate. Once the device has been assigned, the device will fully turn on.

4.4 Enhanced Safety Features

4.4.1 Motion Detection

The device can monitor worker movement if enabled through Grid. If the device detects no movement beyond the Grid-configured threshold, the device will warn the user to check-in with the Alert button.

If the warning is not acknowledged within the configured acknowledgment threshold, the device will escalate into alarm.

4.4.2 Worker Emergency

The device can be put into emergency alarm on command by pressing the Alert button for 3 seconds.

4.4.3 Remote Evacuation

Through Grid, devices can be remotely notified to evacuate. When activated from Grid, devices will enter alarm state. See [Alerts](#) for more information.

4.5 Device Configuration Profile

The ALTAIR io 4 is highly configurable to meet the needs of your safety program. Device configuration profiles can be created, selected, and saved through your Grid account. These configuration profiles can be applied and kept in sync with desired devices directly through Grid's web application or through the mobile app. When a configuration profile is pushed to selected devices, the new configuration is immediately applied if powered on with a cellular connection, or if powered off it will be applied at next power on with a cellular connection.

4.6 Device Precision Configuration

Through the Grid mobile app, a configuration profile can be selected and applied to a subset of chosen devices that you have on hand to configure. This work flow is advantageous for easily configuring select devices with physical interaction.

4.7 Data Storage

The device sends all data including geo-tagged events, alerts, and readings to its commissioned Grid account where it is accessible.

4.8 MSA id

MSA id allows users to digitally assign and return devices, providing visibility into who is using which device and tying all device data to the user. MSA id can be managed through your Grid account.

4.8.1 MSA id Tags

With the use of personal-issued MSA id Tags, the ALTAIR io 4 can be digitally assigned to worker personnel – providing historical and up-to-date digital transparency.

4.8.2 Assigning an MSA id Tag to a Worker

To assign an MSA id Tag to a user, use your Grid account.

NOTE: A mobile device equipped with an RFID reader is required.

4.8.3 Assigning an ALTAIR io 4 to an MSA id Tag

To assign device to MSA id Tag, tap the front display of the device to MSA id tag

4.8.4 Returning an Assigned ALTAIR io 4

To return a device, insert the device into the ALTAIR io CHARGE. The device will be authenticated, making sure the ALTAIR io CHARGE is assigned to the same Grid account as the device, and then automatically returned.

4.9 ALTAIR io CHARGE

ALTAIR io CHARGE simplifies and organizes the charging and device return experience with its 5-port design. Plug the device into a port and it will be digitally returned and begin charging for the next use.

4.9.1 Commissioning your ALTAIR io CHARGE

The ALTAIR io CHARGE will charge devices normally without commissioning. However, to utilize MSA id, it will need to be commissioned to your account. Use the Grid mobile app to complete this step.

4.10 Over-the-Air Updates

The ALTAIR io 4 supports over-the-air software updates that will be pushed out over time, delivering new functionality, features, and optimization to your device. Once a software update is available, you will be notified through your Grid account. You can choose when this update is delivered and select the devices it is delivered to. Once you release this software update, the associated devices will download and install the software updates at the beginning of their next charging cycle with a cellular connection.

It is recommended that all software updates be made as soon as possible.

WARNING!

If a software update is identified as critical, required, important or otherwise necessary for continued safe use of the product, the update must be installed on all devices within the time frame stipulated in communications from MSA or at the next charging cycle, whichever is earlier.

Failure to follow this warning can result in serious personal injury or death.

NOTICE

- To avoid disruption, the device will only download and install software updates while charging. If the device is removed from the charger before the download and installation is complete, the update is halted and the last firmware version will be utilized.
- The device checks for an available software update at the beginning of each charging cycle, and does not check again. If a software update is released while a device is in the midst of charging, it will not download and install on this device until it checks for this update at the beginning of its next charging cycle.

- MSA MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND THAT ANY UPDATE WILL MEET USER'S OR ANY PERSON'S REQUIREMENTS, ACHIEVE ANY INTENDED RESULT, BE COMPATIBLE OR WORK WITH ANY SOFTWARE, SYSTEM, OR OTHER SERVICES, OR BE SECURE, ACCURATE, COMPLETE, FREE OF HARMFUL CODE, OR ERROR FREE.
-

5 Device Care

5.1 Maintenance

WARNING!

- Repair or alteration of the device beyond the procedures described in this user guide or by anyone other than a person authorized by MSA, could cause the unit to fail to perform properly. Use only genuine MSA replacement parts when performing any maintenance procedures on the device. Substitution of components can seriously impair performance, alter intrinsic safety characteristics or void agency approvals.
- This device contains electrostatically sensitive components. Do not open or repair the device without using the appropriate electrostatic discharge (ESD) protection. Electrostatic discharge can damage sensitive components and result in erroneous gas readings or inability to detect a gas event. The warranty does not cover damage caused by electrostatic discharge.
- Opening the device and replacing components in a hazardous environment poses a risk of explosion. Do not open the device or replace components in a hazardous area.
- Remove and install all components carefully, ensuring that the components are not damaged. Otherwise device intrinsic safety may be adversely affected, wrong readings could occur, and persons relying on the device for their safety could sustain serious personal injury or death.
- Perform a calibration after performing maintenance on the device.

Failure to follow these warnings can result in serious personal injury or death.

5.1.1 Cleaning

Routine Cleaning

Clean the exterior of the device regularly using only a damp cloth. Do not use cleaning agents, as many contain silicone or alcohol, which can damage the sensors.

Dust and Dirt Exposure

Use a dry, soft bristled brush to remove any dust or dirt that has accumulated on the device, especially at the sensor openings. If there is a buildup of dust or dirt particles remaining in the sensor area after brushing, use a vacuum to remove remaining particles, but maintain at least a 1/2 inch (1.3 cm) distance from the gas detector.

Water Exposure

If the apparatus is exposed to water, turn the device sensor side down and gently shake water off the sensor area. Any remaining water can be removed with a clean dry cloth.

5.1.2 Sensor Change

WARNING!

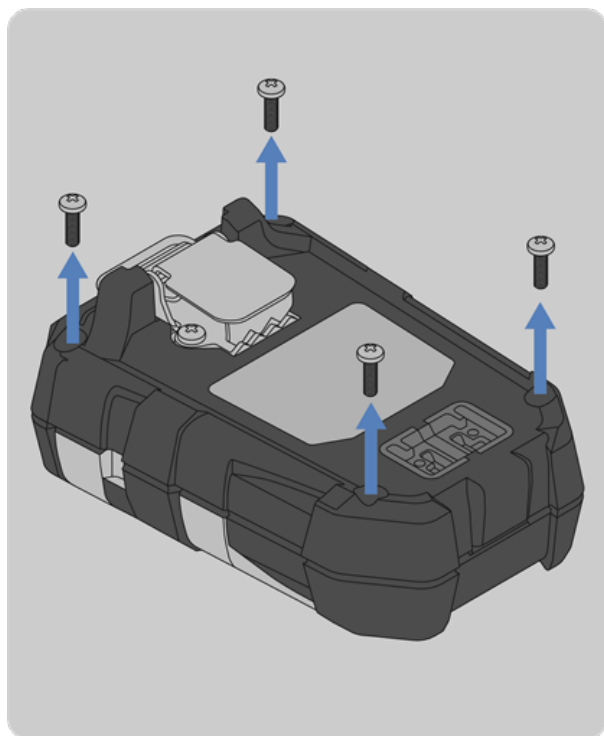
- Handle combustible and toxic gas sensors carefully, the electrochemical version is a sealed unit which contains a corrosive electrolyte. Leaked electrolyte can come into contact with skin, eyes, or clothes, and cause burns. If contact with the electrolyte does occur, immediately rinse the area with a large quantity of water. If contact with the eyes occurs, rinse thoroughly with water for 15 minutes and consult a doctor.
- Do not install a leaking sensor in the sensing head assembly. The leaking sensor must be disposed of in accordance with local, state and federal laws.
- Calibration is required after a sensor is installed; otherwise, the device will not perform as expected.

Failure to follow these warnings can result in serious personal injury or death.

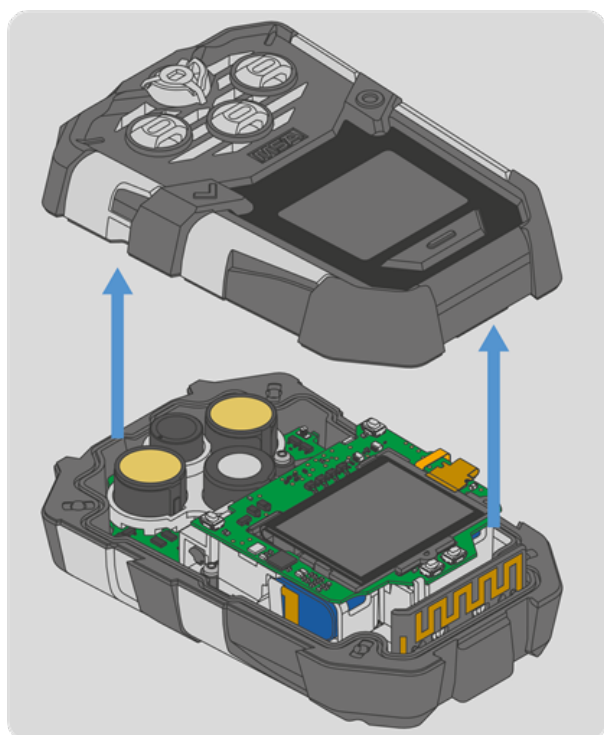
This section will provide a brief description on how to change the sensor in the ALTAIR io 4 Gas Detection Wearable.

Tools Required:

- Phillips head #1 torque screwdriver



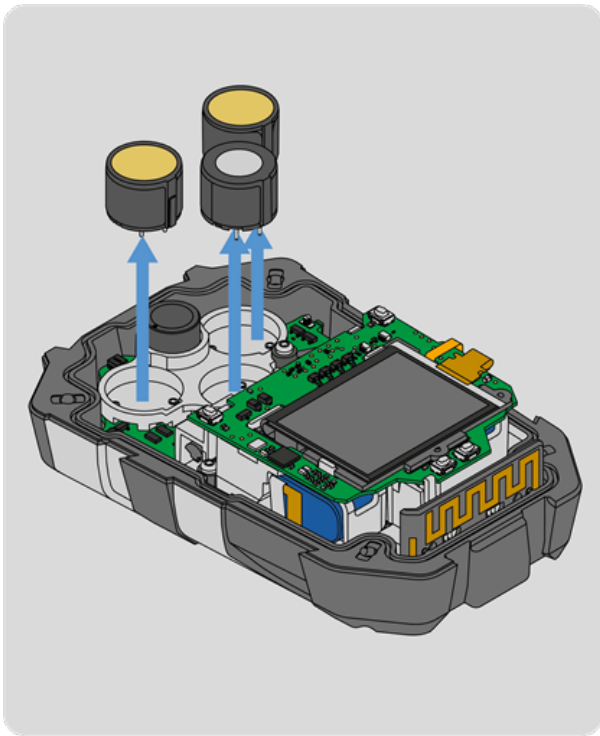
1. Remove the four external screws with a Phillips head #1 screwdriver.



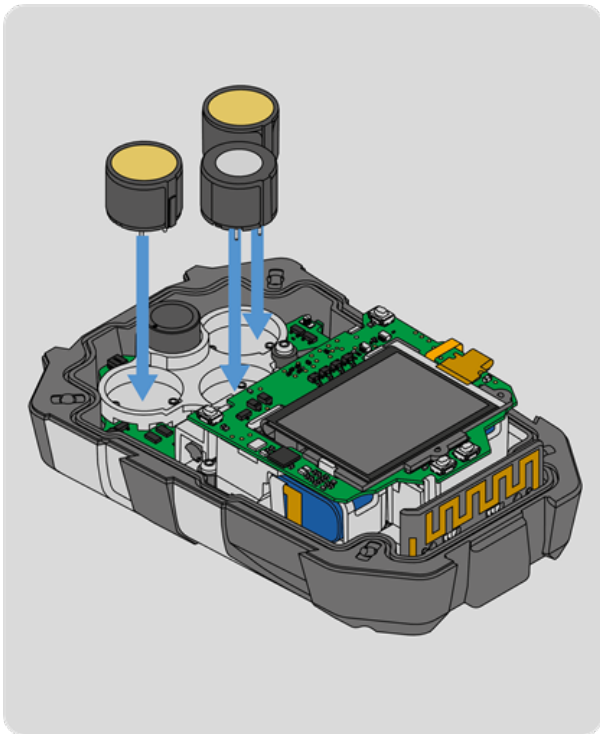
2. Remove the front housing and attached sensor gasket.

NOTE: The horn may stick to the gasket when the front housing is removed. If this occurs, see Step 4 of [Horn Change](#) to reinstall the horn.

3. Remove the sensor gasket from the front housing.
4. Install the new sensor gasket into the front housing.

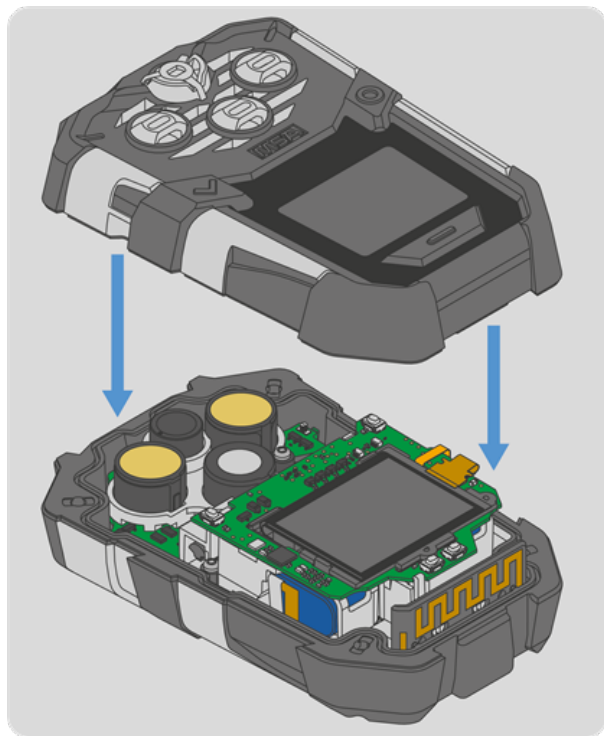


5. Remove the sensor(s) you plan on replacing by pulling it up and clear of the bracket.

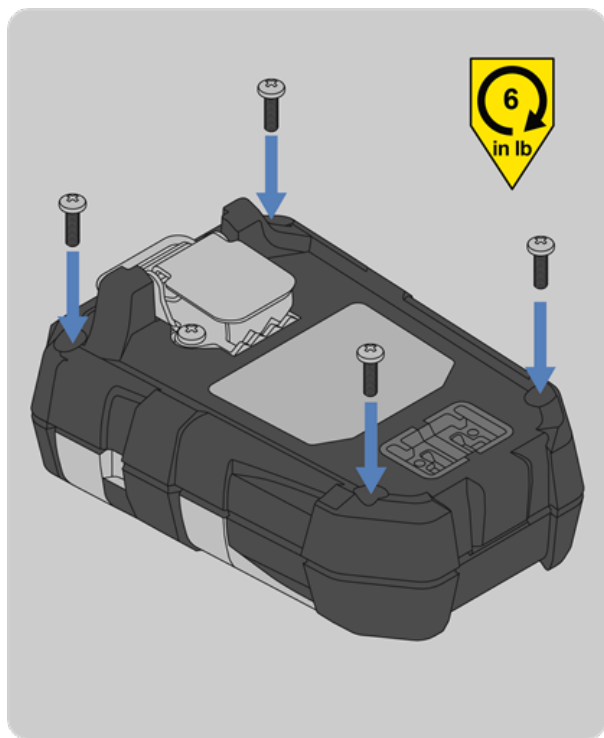


6. Install the replacement sensor(s) by pushing it down into the clear bracket.

NOTE: Make sure to align the keying feature of the sensor with the keying slot in the clear bracket. Be careful not to break the sensor pins by forcing the sensor into the clear bracket.



7. Install the front housing.



8. Install the four external screws with a Phillips head #1 torque screwdriver. Torque to 6 in-lbs (0.68 N-m).

9. Calibrate the device after sensors have stabilized.



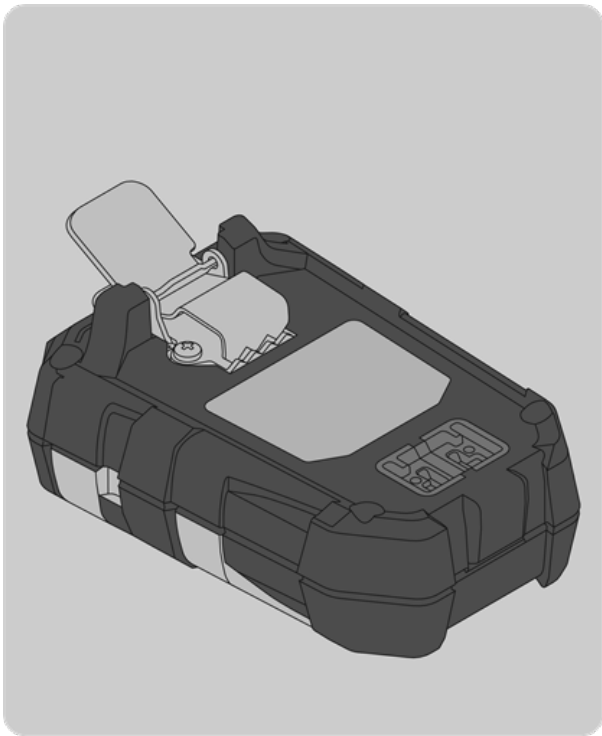
Allow sensors to stabilize at room temperature for at least 30 minutes before calibration.

5.1.3 Clip Replacement

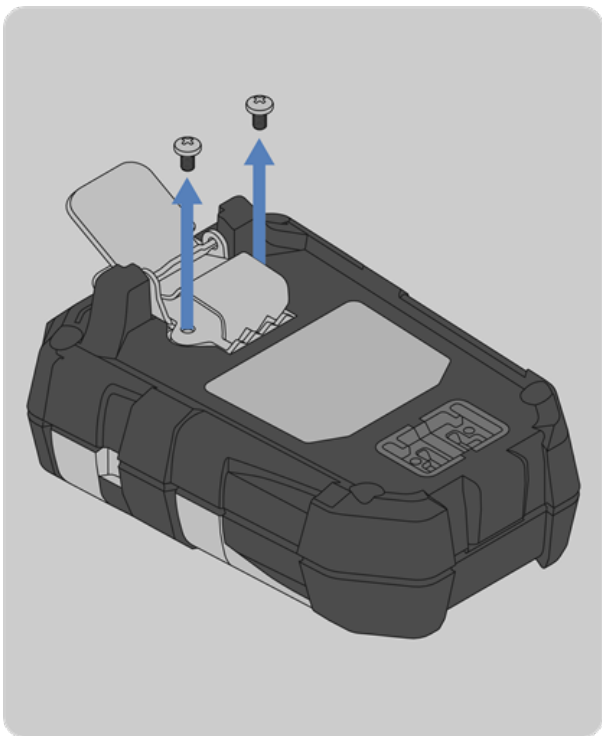
This section will briefly describe how to replace the clip on the ALTAIR io 4 Gas Detection Wearable.

Tools Required:

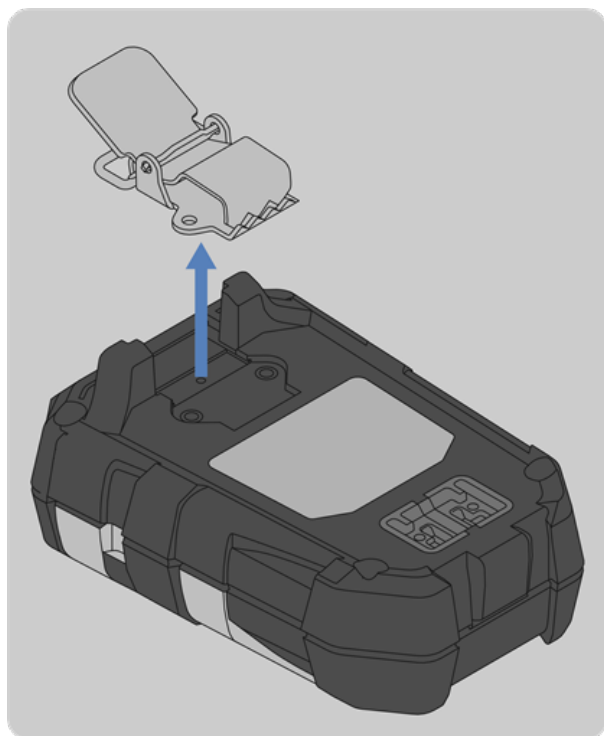
- Phillips head #1 torque screwdriver



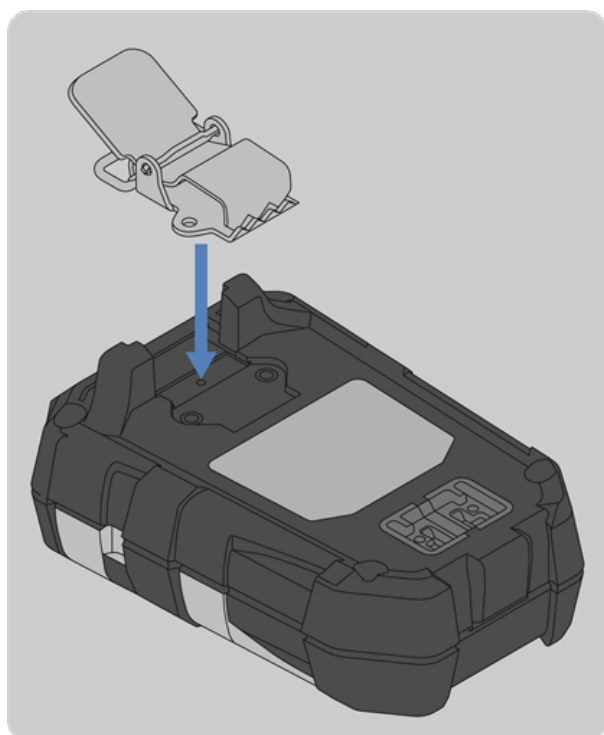
1. Open the clip as shown.



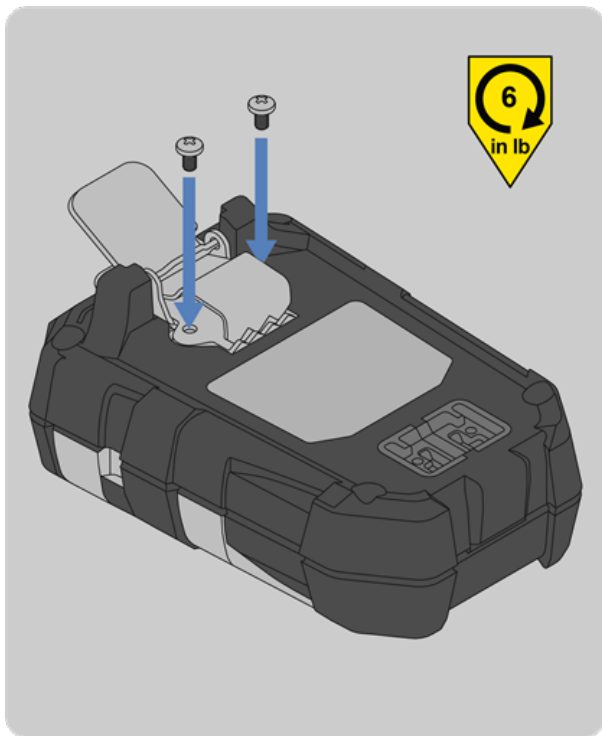
2. Remove the two screws with a Phillips head #1 torque screwdriver.



3. Remove the clip from the back housing.



4. Place the replacement clip on the back housing.



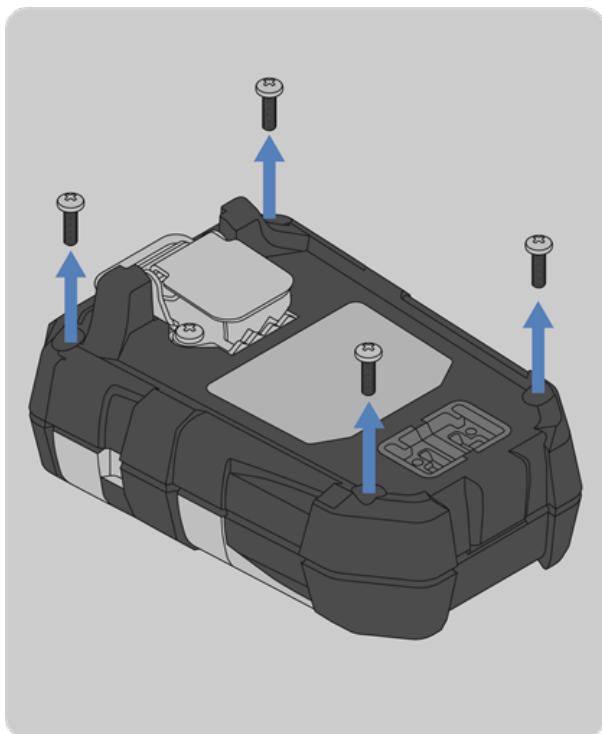
5. Install the two screws with a Phillips head #1 torque screwdriver. Torque to 6 in-lbs (0.68 N-m).

5.1.4 Front Housing Replacement

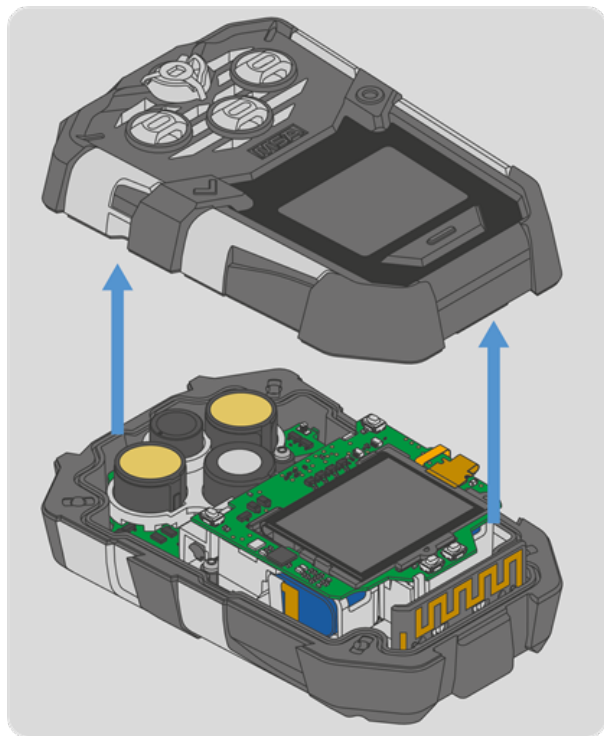
This section will briefly describe how to replace the front housing for the ALTAIR io 4 Gas Detection Wearable.

Tools Required:

- Phillips head #1 torque screwdriver

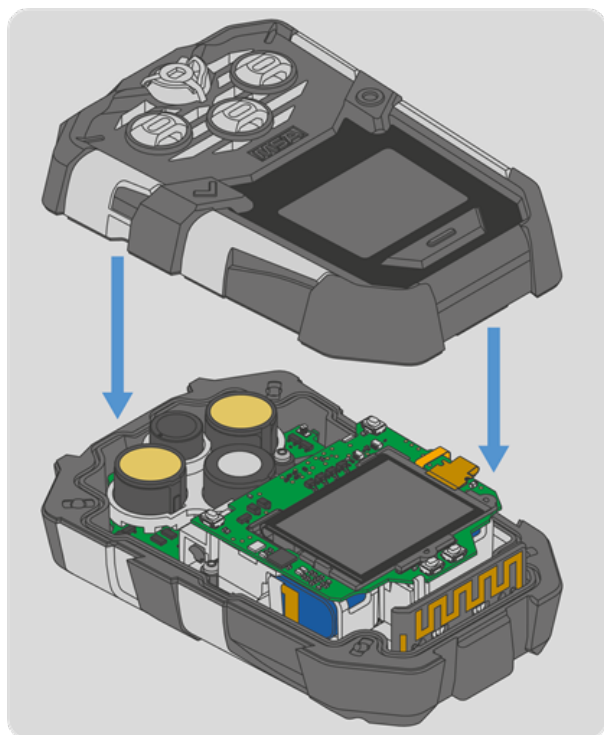


1. Remove the four external screws with a Phillips head #1 torque screwdriver.

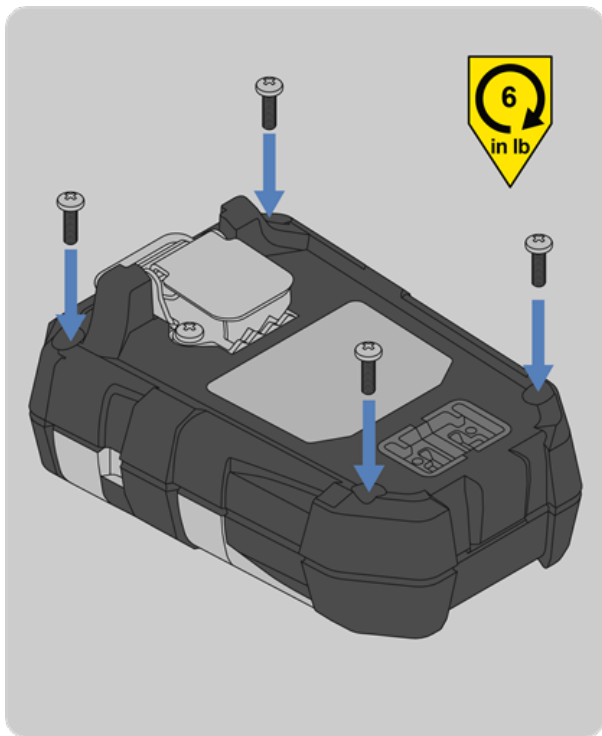


2. Remove the front housing and sensor gasket.

NOTE: The horn or sensors may stick to the gasket when the front housing is removed. If this occurs, see Step 4 of [Horn Change](#) to reinstall the horn or Step 4 of [Sensor Change](#) to reinstall the sensor.



3. Install the new front housing and sensor gasket.



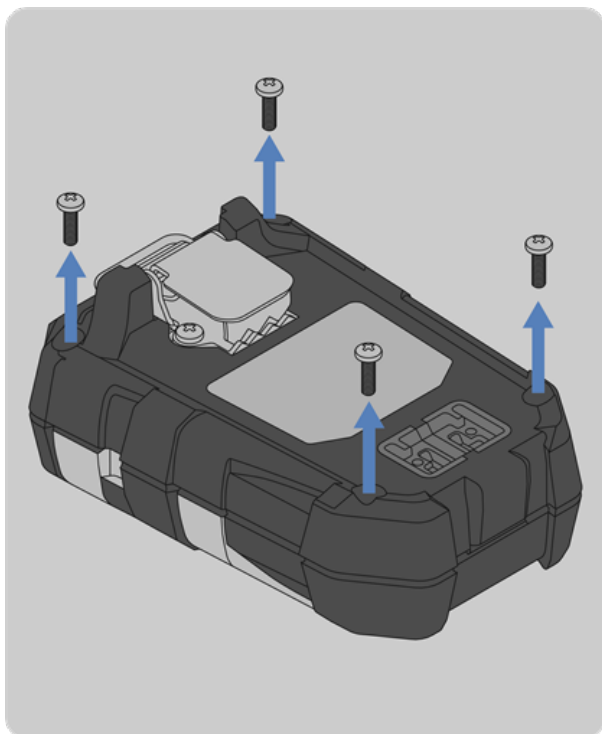
4. Install the four external screws with a Phillips head #1 torque screwdriver. Torque to 6 in-lbs (0.68 N-m).
5. Calibrate the device per the instructions in the [ALTAIR io 4 User Guide](#).

5.1.5 Horn Change

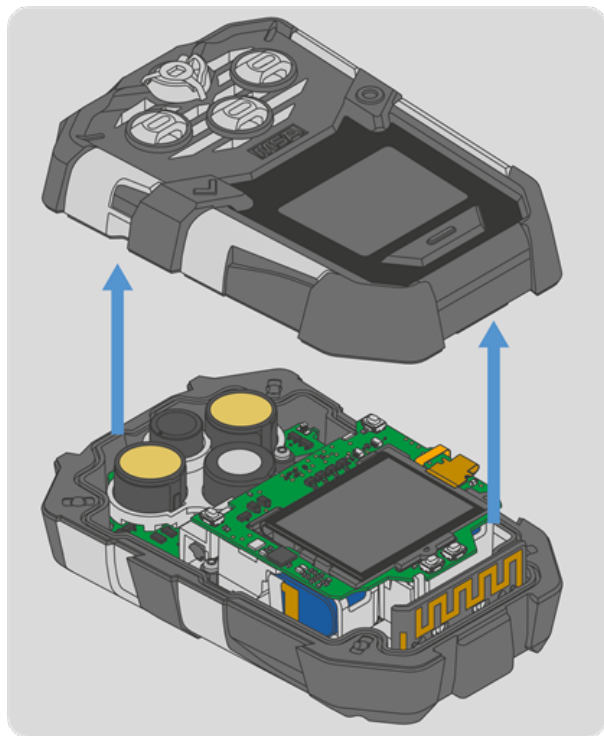
This section will provide a brief description on how to change the horn in the ALTAIR io 4 Gas Detection Wearable.

Tools Required:

- Phillips head #1 torque screwdriver



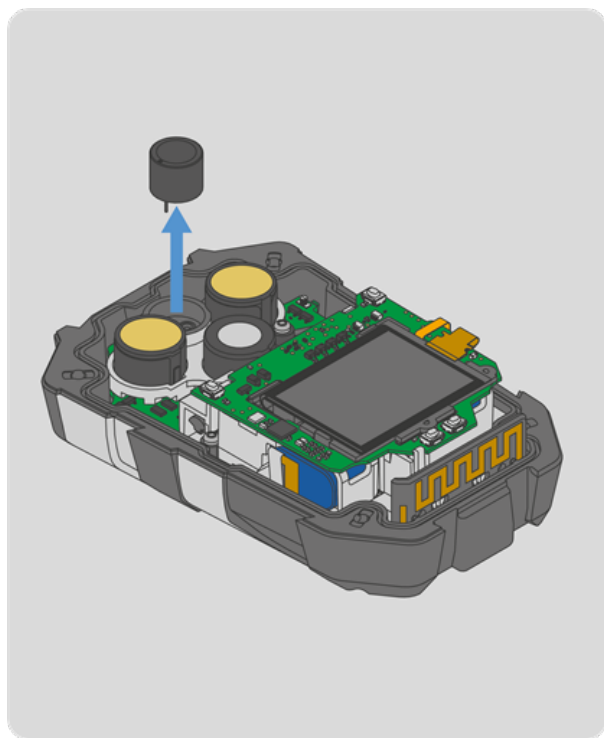
1. Remove the four external screws with a Phillips head #1 torque screwdriver.



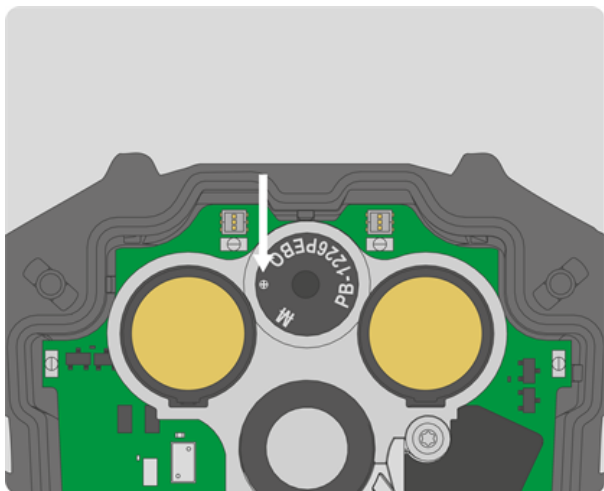
2. Remove the front housing casing and attached sensor gasket.

NOTE: The sensors may stick to the gasket when the front housing is removed. If this occurs, see Step 4 of [Sensor Change](#) to reinstall the sensor.

3. Remove the sensor gasket from the front housing.
4. Install the new sensor gasket into the front housing.

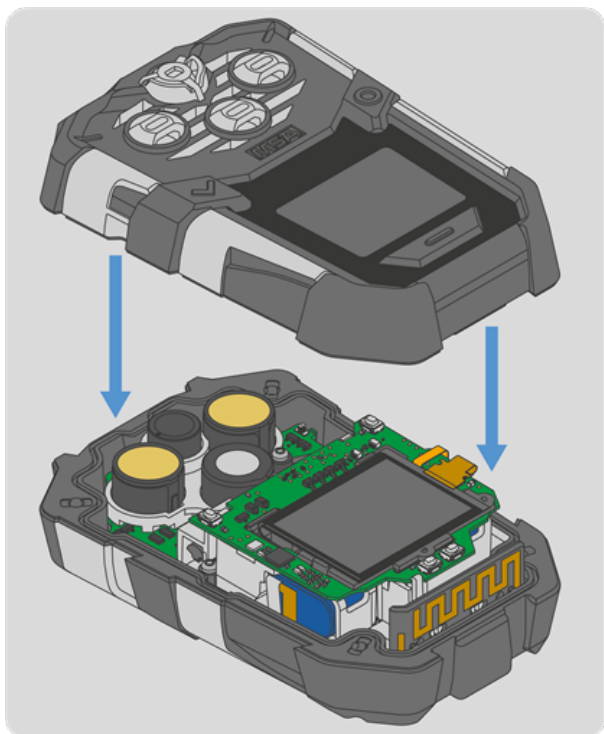


5. Remove the horn by pulling it up and out of the clear bracket.

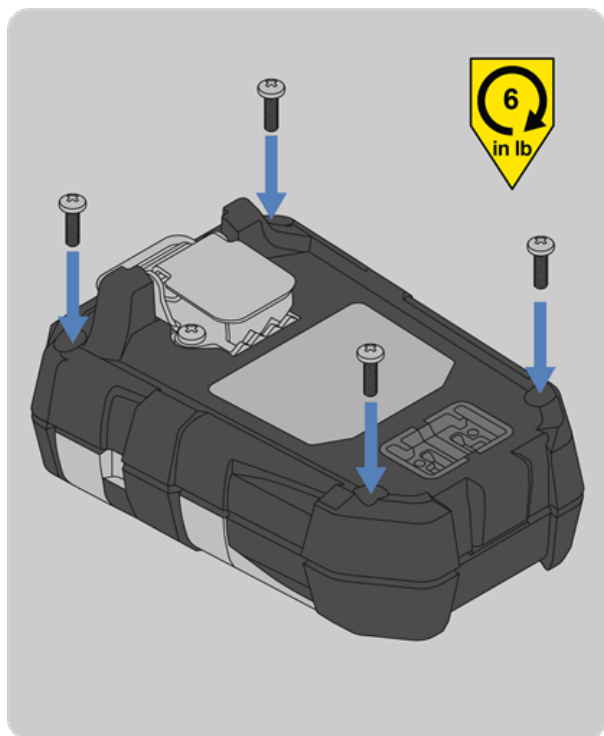


6. Install the replacement horn by pushing it down into the clear bracket.

NOTE: Make sure to align the two pins with the two receptacles. Install the horn so the text on the top surface of the horn is aligned as shown in the graphic.



7. Install the front housing.



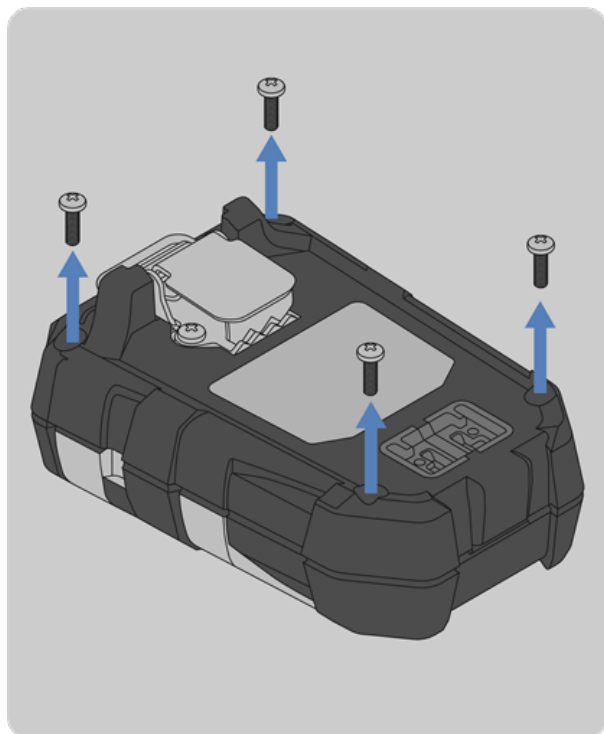
8. Install the four external screws with a Phillips head #1 torque screwdriver. Torque to 6 in-lbs (0.68 N-m).
9. Calibrate the device per the instructions in the [ALTAIR io 4 User Guide](#).

5.1.6 Display Replacement

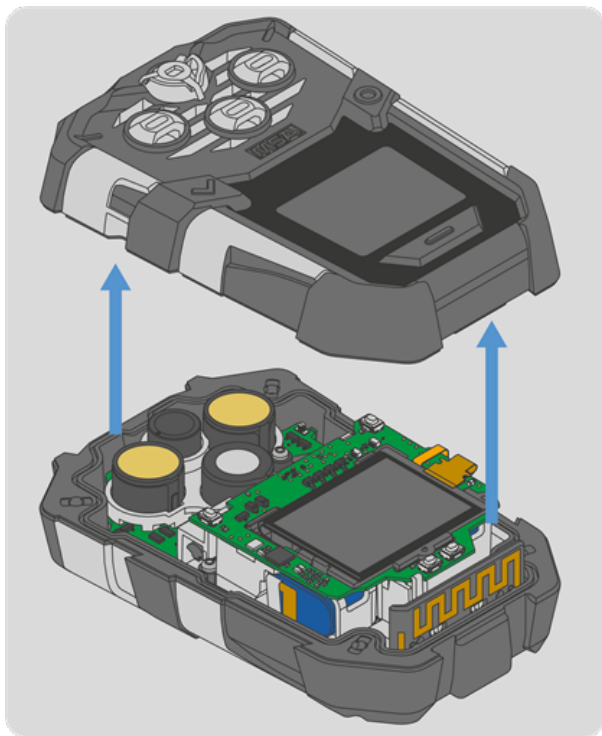
This section will briefly describe how to replace the display on the ALTAIR io 4 Gas Detection Wearable.

Tools Required:

- Phillips head #1 torque screwdriver

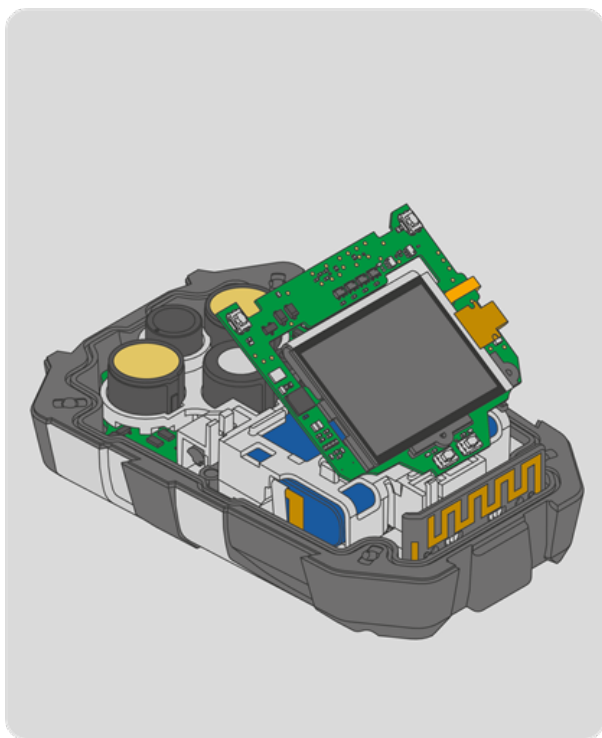


1. Remove the four external screws with a Phillips head #1 torque screwdriver.

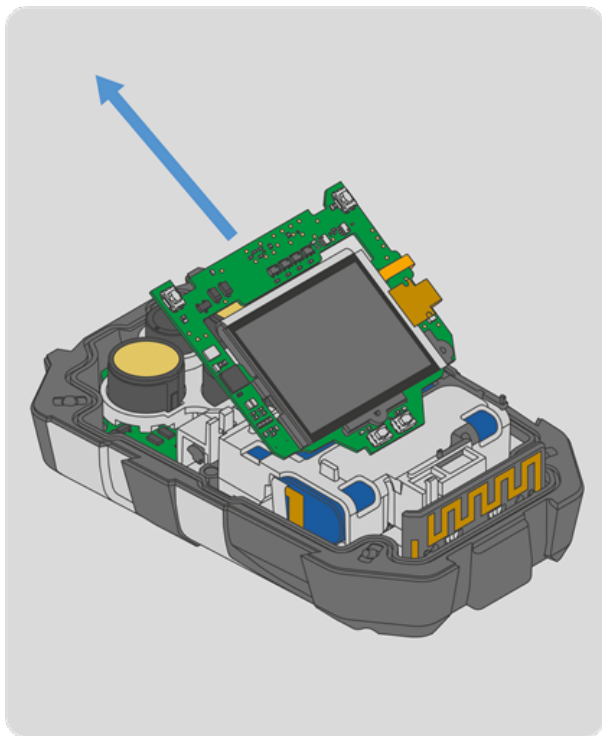


2. Remove the front housing and attached sensor gasket.

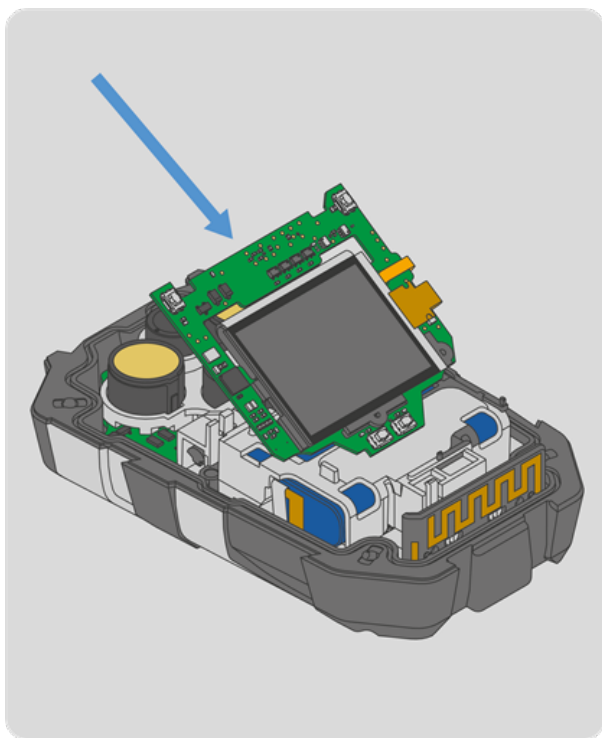
NOTE: The horn or sensors may stick to the gasket when the front housing is removed. If this occurs, see Step 4 of [Horn Change](#) to reinstall the horn or Step 4 of [Sensor Change](#) to reinstall the sensor.



3. Remove the display PCBA and display assembly by lifting it up as shown below.

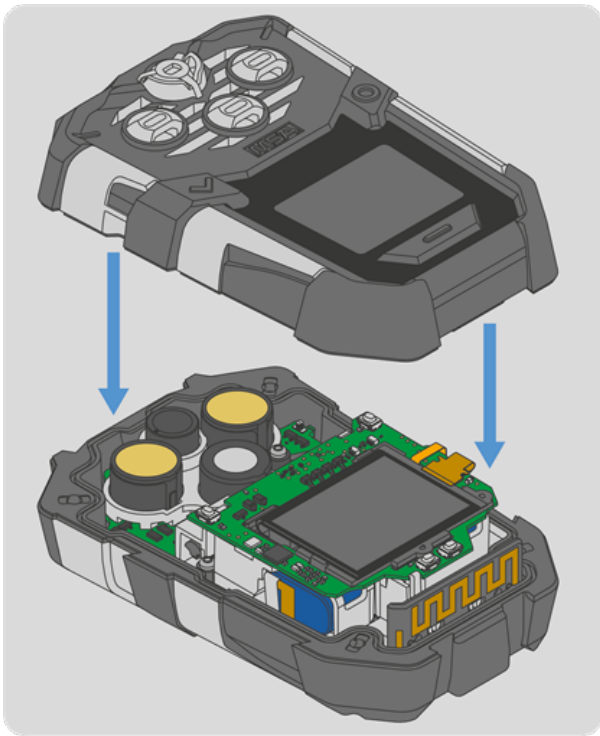


4. Lift the display PCBA and display assembly away from the main board at the angle shown. Discard according to local regulations.

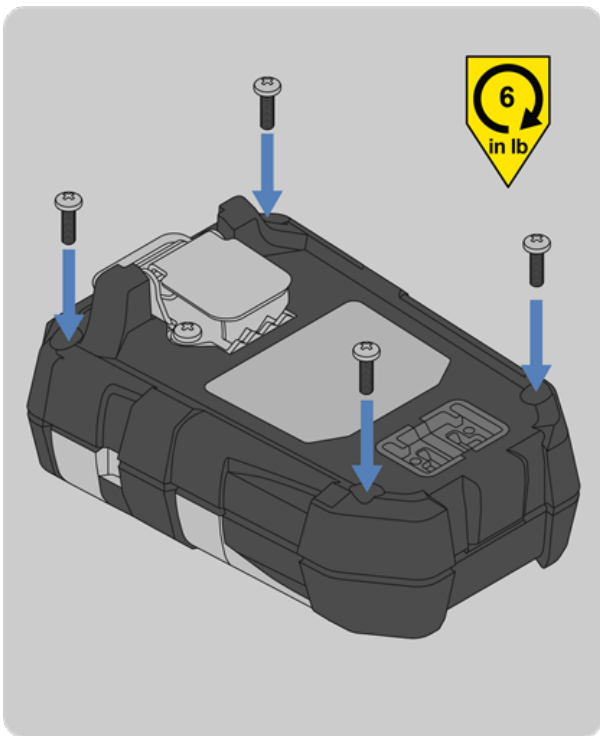


5. Take the new display PCBA and display assembly , and insert the bottom left edge under the snap fit on the battery holder. Push the display PCBA down to engage the board to board connector.

NOTE: Make sure the board to board connector is properly aligned.



6. Install the front housing.



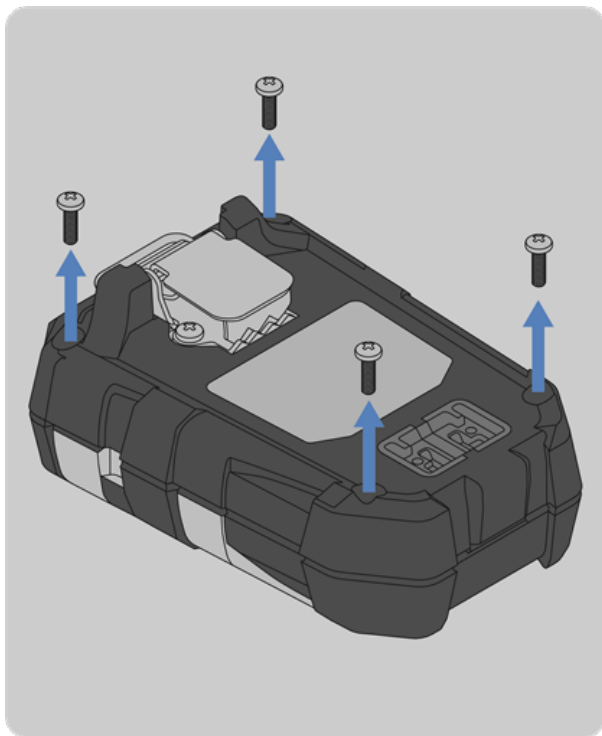
7. Install the four external screws with a Phillips head #1 torque screwdriver. Torque to 6 in-lbs (0.68 N-m).
8. Calibrate the device per the instructions in the [ALTAIR io 4 User Guide](#).

5.1.7 Back Housing Replacement

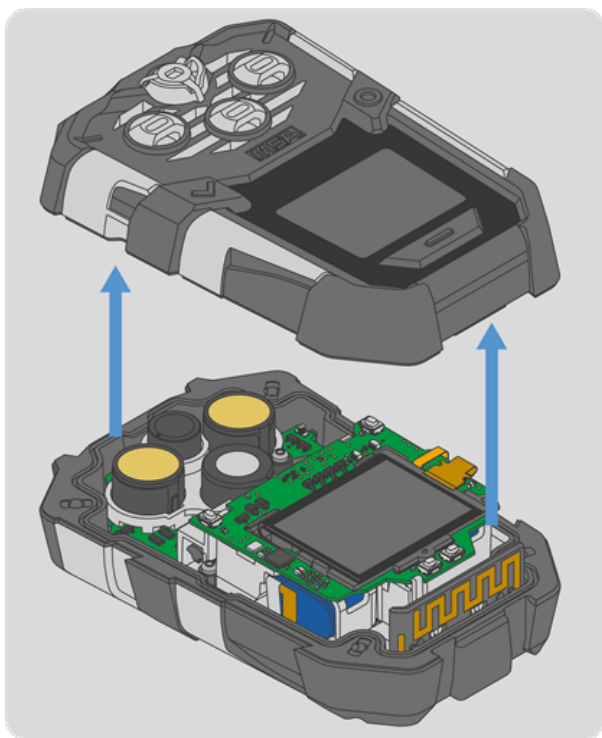
This section will briefly describe how to replace the back housing on the ALTAIR io 4 Gas Detection Wearable.

Tools Required:

- Phillips head #1 torque screwdriver
- Torx T6 torque screwdriver

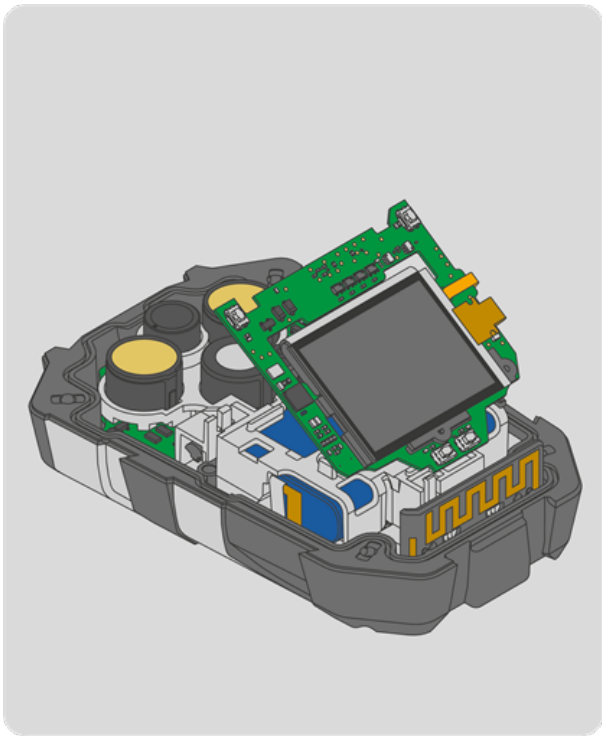


1. Remove the four external screws with a Phillips head #1 torque screwdriver.

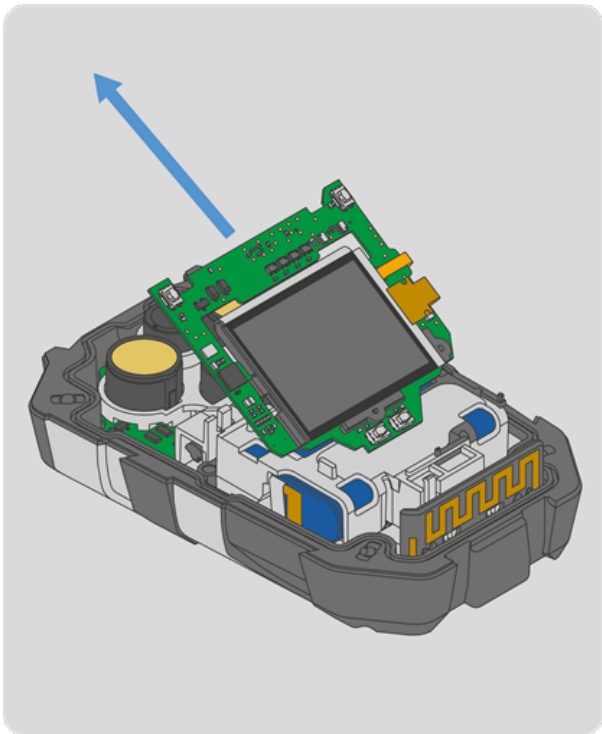


2. Remove the front housing and attached sensor gasket.

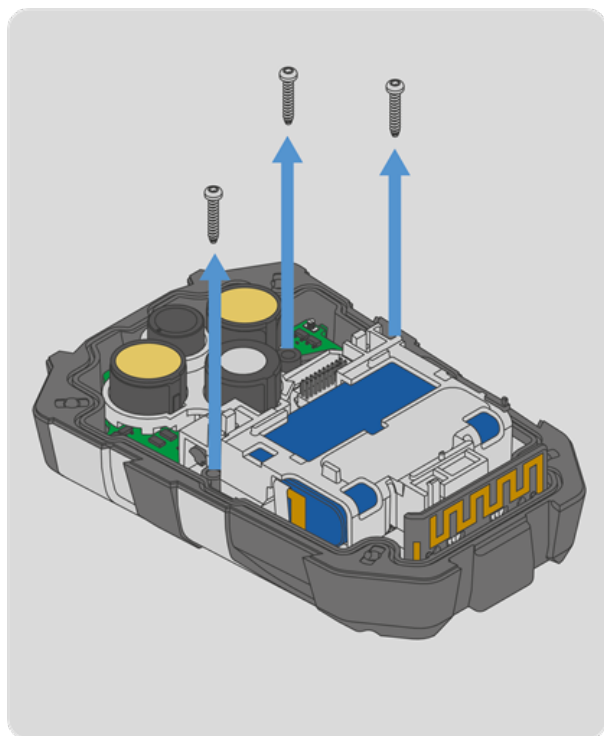
NOTE: The horn or sensors may stick to the gasket when the front housing is removed. If this occurs, see Step 4 of [Horn Change](#) to reinstall the horn or Step 4 of [Sensor Change](#) to reinstall the sensor.



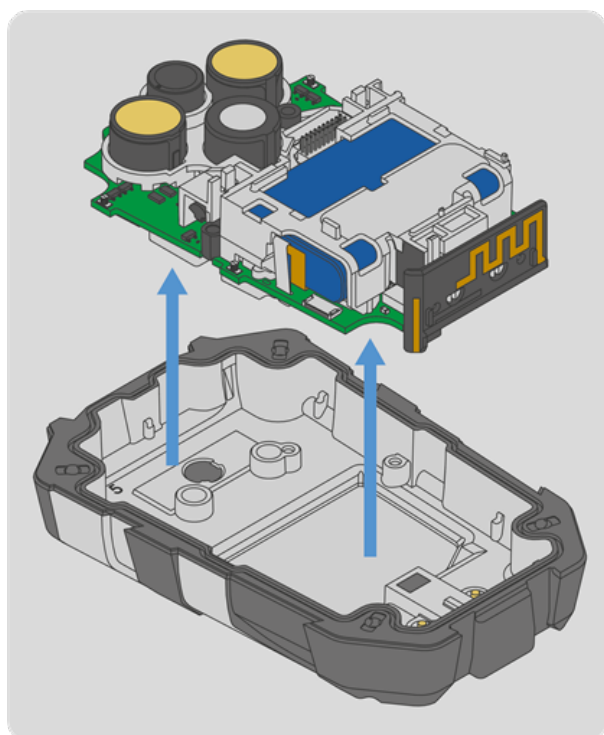
3. Remove the display PCBA and display assembly by lifting it up.



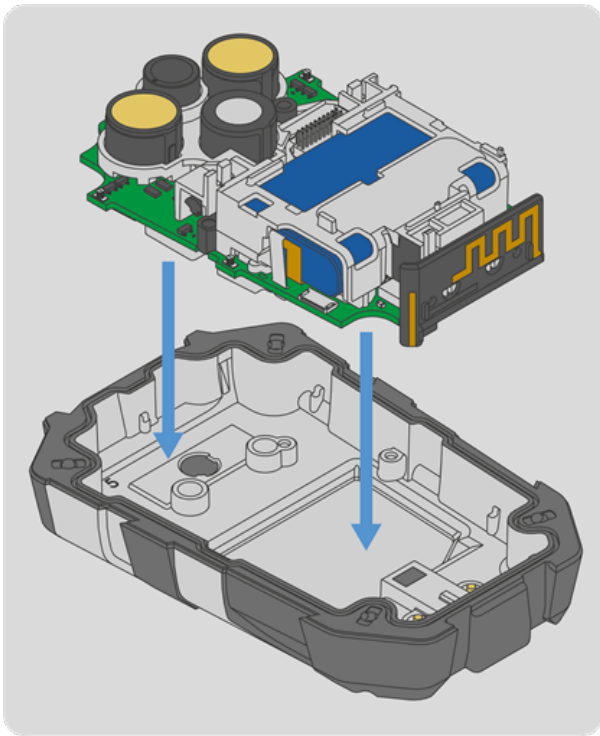
4. Lift the display PCBA and display assembly away from the main board at the angle shown.



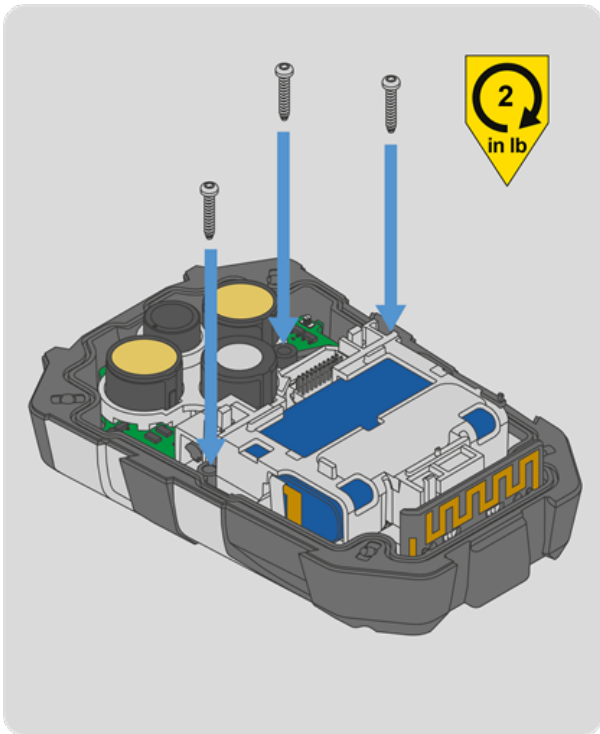
5. Remove the three internal screws with a Torx T6 torque screwdriver.



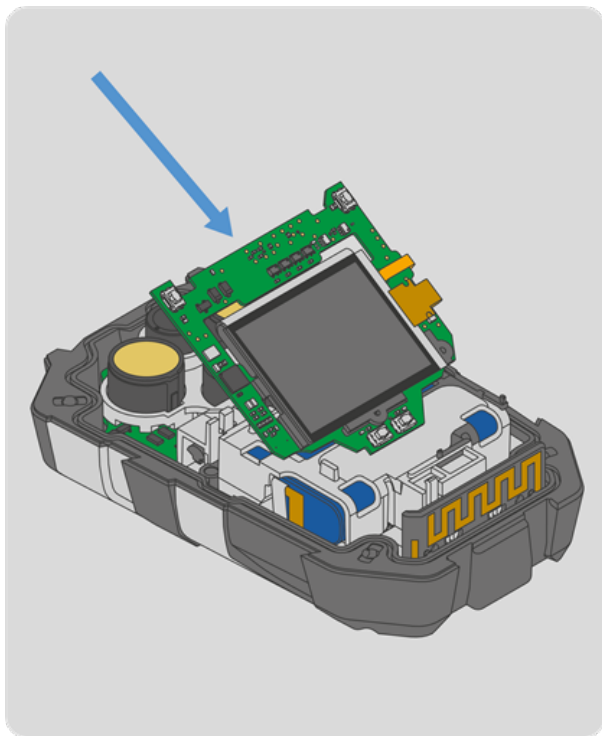
6. Lift the clear bracket and main board out of the back housing. Discard the back housing according to local regulations.



7. Install the main board into the replacement back housing.

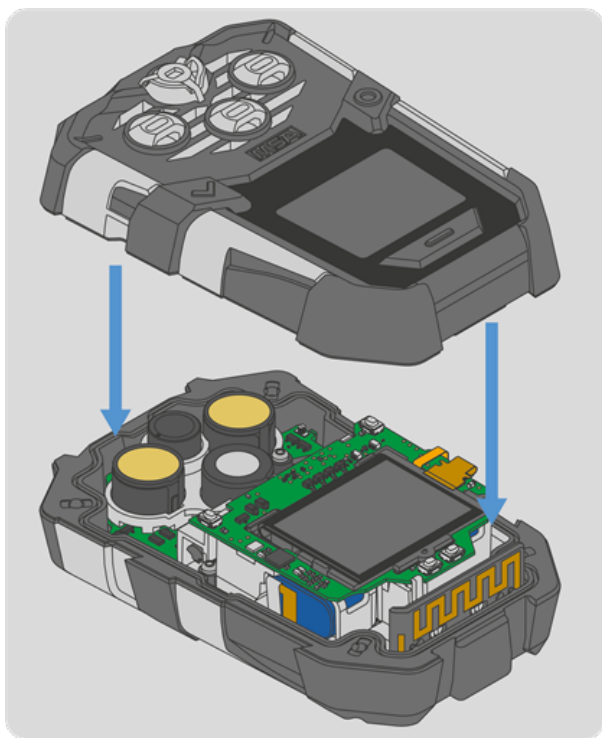


8. Install the three replacement internal screws with a Torx T6 torque screwdriver. Torque to 2 in-lbs (0.23 N-m).

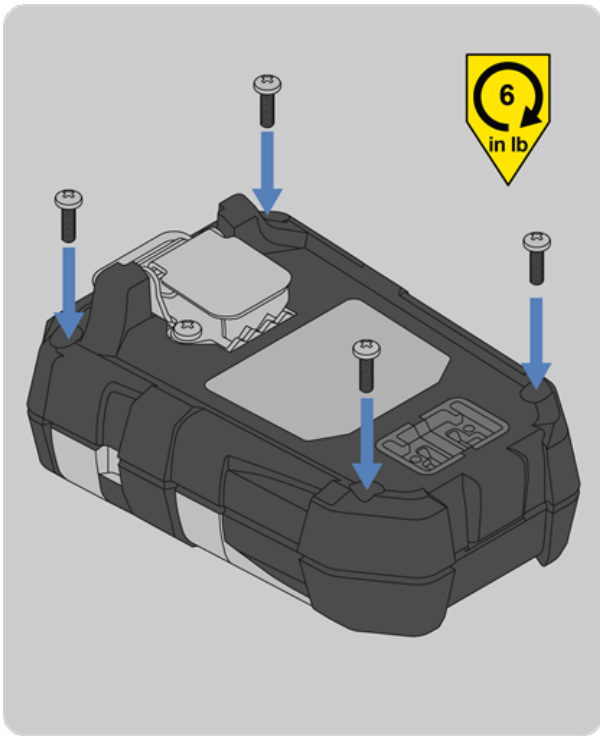


9. Take the display PCBA and display assembly, and insert the bottom left edge under the snap fit on the battery holder. Push the display PCBA down to engage the board to board connector.

NOTE: Make sure the board to board connector is properly aligned.



10. Install the front housing.



11. Install the four replacement screws with a Phillips head #1 torque screwdriver. Torque to 6 in-lbs (0.68 N-m).
12. Calibrate the device per the instructions in the [ALTAIR io 4 User Guide](#).

5.2 Troubleshooting

There may be instances where your ALTAIR io 4 screen displays an error message. If this occurs, take the following troubleshooting steps:

1. Follow the troubleshooting prompts on the screen as they appear.
2. If the troubleshooting steps do not resolve the error, contact MSA:

MSA - The Safety Company
1000 Cranberry Woods Drive
Cranberry Township, PA 16066
USA

For local MSA contacts, please visit us at [MSAsafety.com](https://www.msasafety.com)

6 Learn More

6.1 Replacement Parts

Replacement part numbers and information can be found on the MSA website under the ALTAIR io 4 product page's technical information.

6.2 Disposal and Recycling

Dispose the device and batteries in accordance with local health and safety regulations.

6.3 China RoHS Requirement

Part Name	Hazardous Substances					
	Lead (PB)	Mercury (HG)	Cadmium (Cd)	Hexavalent Chromium (Cr (VI))	Polybrominated biphenyls (PBB)	Polybrominated diphenyl ethers (PBDE)
ALTAIR io 4	O	O	O	O	O	O
Battery	O	O	O	O	O	O
Accessories	O	O	O	O	O	O

O: Indicates that said hazardous substance contained in all of the homogenous materials for this part are below the limit requirement of GB/T 26572.

X: Indicates that said hazardous substance contained in at least one of the homogenous materials used for this part is above the limit requirement of GB/T 26572.

6.4 Warranty

The warranties made by MSA with respect to the product are voided if the product is not used and serviced in accordance with the instructions in this manual. Protect yourself and others by following them. We encourage our customers to contact MSA regarding this equipment prior to use or for any additional information relative to use or repairs.

Item	Warranty Period (Purchased Device)	Warranty Period (MSA+ Device Subscription)
Chassis and electronics	MSA warrants that this product will be free from mechanical defects and faulty workman ship for 4 years from device activation or 54 months from manufacturing date, whichever comes first.	MSA warrants that this product will be free from mechanical defects and faulty workmanship for the term of the MSA+ subscription agreement.
All sensors (unless otherwise specified)	MSA warrants that this product will be free from mechanical defects and faulty workman ship for 4 years from device activation or 54 months from manufacturing date, whichever comes first.	MSA warrants that this product will be free from mechanical defects and faulty workmanship for the term of the MSA+ subscription agreement.

This warranty does not cover filters, fuses, etc. Certain other accessories not specifically listed here may have different warranty periods. This warranty is valid only if the product is maintained and used in accordance with Seller's instructions and/or recommendations.

The Seller shall be released from all obligations under this warranty in the event repairs or modifications are made by persons other than its own or authorized service personnel or if the warranty claim results from physical abuse or misuse of the product. No agent, employee or representative of the Seller has any authority to bind the Seller to any affirmation, representation or warranty concerning this product.

Seller makes no warranty concerning components or accessories not manufactured by the Seller, but will pass on to the Purchaser all warranties of manufacturers of such components.

THIS WARRANTY IS EXCLUSIVE AND IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESSED, IMPLIED OR STATUTORY, AND IS STRICTLY LIMITED TO THE TERMS HEREOF. SELLER SPECIFICALLY DISCLAIMS ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR OF FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, TITLE, AND NON-

INFRINGEMENT, AND ALL WARRANTIES ARISING FROM COURSE OF DEALING, USAGE, OR TRADE PRACTICE. SELLER MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND THAT THE PRODUCT OR ANY SOFTWARE THEREIN OR USED IN CONNECTION WITH THE PRODUCT WILL MEET PURCHASER'S OR ANY OTHER PERSON'S REQUIREMENTS, OPERATE WITHOUT INTERRUPTION, ACHIEVE ANY INTENDED RESULT, BE COMPATIBLE OR WORK WITH ANY SOFTWARE, SYSTEM OR OTHER SERVICES, OR BE SECURE, ACCURATE, COMPLETE, FREE OF HARMFUL CODE, OR ERROR FREE.

Without an active Grid subscription, MSA recommends taking the device out of use. While the device will still operate locally as a gas detector, without an active subscription, devices will have limited functionality, including, but not limited to, inability to be configured, access data logs, or receive updates. Additionally, some local device functionality may be impaired, including, but not limited to, the ability to unlock the device if MSA ID assignment is enabled or repeated cellular connection lost notifications.

Exclusive Remedy

It is expressly agreed that Purchaser's sole and exclusive remedy for breach of the above warranty, for any tortious conduct of Seller, or for any other cause of action, shall be the repair or replacement at Seller's option (including replacement with upgraded equipment at Seller's discretion), of any equipment or parts thereof, which after examination by Seller is proven to be other than as warranted. Replacement equipment and/or parts per the previous sentence will be provided at no cost to Purchaser, F.O.B. Seller's Plant. Failure of Seller to successfully replace any nonconforming equipment or parts shall not cause the remedy established hereby to fail of its essential purpose or later any limitation of liability found herein.

Exclusion of Consequential Damage

PURCHASER SPECIFICALLY UNDERSTANDS AND AGREES THAT UNDER NO CIRCUMSTANCES WILL SELLER BE LIABLE TO PURCHASER FOR ECONOMIC, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSSES OF ANY KIND WHATSOEVER, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, LOSS OF ANTICIPATED PROFITS AND ANY OTHER LOSS CAUSED BY REASON OF NONOPERATION OF THE GOODS. THIS EXCLUSION IS APPLICABLE TO CLAIMS FOR BREACH OF WARRANTY, TORTIOUS CONDUCT OR ANY OTHER CAUSE OF ACTION AGAINST SELLER.

This product is approved by ANATEL in accordance with the procedures regulated by Resolution No. 242/2000 and meets the technical requirements applied, including the Specific Absorption Rate exposure limits for radiofrequency electric, magnetic and electromagnetic fields in accordance with Resolution No. 533/2009.

For more information, see the ANATEL website – www.anatel.gov.br

This equipment is not entitled to protection against harmful interference and may not cause interference in properly authorized systems.

TWIG Eon

The Discreet Lone Worker Alarm Watch



TWIG Eon is a discreet and elegant wristwatch designed for lone workers in social risk professions. Combining advanced communication features with a sleek design, this wristwatch provides critical safety functions like SOS alerts, real-time location tracking, and power for days. It is more than just a device - it's a complete solution designed to keep workers safe, meet safety standards, and enhance safety protocols.

Power for days

- Up to 2-3 days on continuous tracking
- Advanced power-saving modes with intelligent power management
- Continuous mobile network connection, sending periodic reports
- Minimizes the need for frequent recharging, maximizing uptime

Extremely discreet. Timeless style.

- Classic wristwatch design with analog face
- Stylish and professional look, fits any work environment
- Discreet, unlike bulky industrial devices

Integrated services

- VoIP with secure interconnect to phone networks
- Encrypted data communication
- Polygon or circle safe zones with validity time attributes
- Calls to alarm receiving centre and up to 8 speed dial numbers
- Alarms on low battery, no movement, fall, exit, safe zone

A strong choice for social risk workers

- Ideal for healthcare, social services and hospitality staff
- Single button SOS for instant emergency alerts
- Real-time location tracking
- Bluetooth Low Energy communication with beacons

Made in Finland: Precision and Quality

- Finnish engineering guaranteed durability and reliability
- Built for long shifts, combining user-friendliness and long runtime
- LTE phone with GPS location reports

Easy to deploy

- eSIM for quick setup: select profile and add numbers
- Multiple wearer profiles to different user needs and capabilities
- Simple interface adjusts to user's dexterity and preferences
- Integrated emergency call routing with SMS, email, and app push notifications

Customizable UI profiles

The customizable profiles of TWIG Eon ensure the interface is tailored to the user's skills, making it accessible for everyone, whether they are tech-savvy or prefer simplicity. All profiles are enabled to receive phone calls, ensuring critical communication during emergencies, allowing every worker to confidently and effectively use the device.

Simple setup

Thanks to the eSIM, TWIG Eon is easy to set up and ready for immediate deployment. There's no need for manual SIM card installation or complex network configuration. Simply select the appropriate wearer profile and define emergency or contact phone numbers, and the device is operational.

Emergency communication

TWIG Eon offers a comprehensive emergency communication framework, enabling organizations to stay connected with their lone workers in multiple ways. The device supports emergency calls, SMS, email notifications, and push notifications via a mobile app, ensuring that in an emergency, the right people are alerted quickly.

Advanced power management

The TWIG Eon can operate for up to one week on occasional tracking, thanks to advanced power-saving modes and intelligent power management. This long battery life minimizes downtime, ensuring lone workers stay protected without needing frequent recharging, especially in remote areas.

Real-time reporting

The TWIG Eon stays connected to the mobile network at all times, even in power-saving modes, ensuring it's always ready to send alarms or make calls during emergencies. Its periodic reporting provides real-time updates on worker status and location, enhancing safety and peace of mind in any work environment.

TWIG Point cloud services

TWIG Eon, supported by TWIG Point services includes multi-level user management, allowing organizations to configure settings for multiple devices with just a click. The SaaS cloud infrastructure guarantees high availability and reliability, ensuring that both devices and services are always operational.

TWIG Eon

Technical Specification

Communication

- LTE Cat-M1 modem supporting bands used in Europe, North America and Japan
- UDP, VoIP
- Bluetooth Low Energy communication with beacons
- Voice communication : VoIP with secure interconnect to phone networks
- Data communication: Encrypted, resilient with message buffering on flash

Compatibility

- Integrated with TWIG Point SaaS services
- TWIG MPTP compatible

Mechanics

- Diameter: 46 mm
- Thickness: 14 mm
- Weight: 46 g including battery
- Water and dust proof (IP67), shock resistant

User interface

- Wearer profiles: auto, easy, full and tracking profiles, custom profiles on request
- Adjustable UI: Selected profile enables/disables UI features
- Watch: Analog watch, two software controlled hands
- Buttons: Emergency call, menu, two keys (up/down)
- LEDs: 2 user interface / status LEDs

Battery and operating time

- Rechargeable 500 mAh Li-ion battery
- Phone always on continuous tracking: 2-3 days
- Phone always on and occasional tracking: up to one week, depending on used profile and conditions
- Phone on when required: up to four weeks, depending on used profile and conditions

Operating temperature

- Use: -20°C – +45°C
- Charging: 0°C – +40°C

Satellite positioning system

- GPS receiver
- A-GPS assistance
- Tracking

Sensors

- 3D accelerometer

Audio

- Speaker, microphone, haptic feedback
- Adjustable volume control

Over-the-air updates

- Configuration, parameters, safe zone and firmware

Safe zone functionality

- Polygon or circle safe zones with validity time attributes

Calls and Alarms

- User initiated phone calls: To alarm receiving centre and up to 8 speed dial numbers
- Automatic or by user accepted calls, white list access control
- Alarms on critical and low battery, no movement, fall, exit, safe zone

Statistics and reports

- Activity statistics little movement, beacon area, out of safe zone periods
- Event reports on periodic status, help request call, beacon, activity statistics, battery
- status and charging reports, location reports

Display and keys

- Two row OLED display with guiding symbols
- SOS button, menu, two keys (up/down)

Standard sales package

- TWIG Eon personal alarm device with integral battery and TPU wristband

Accessories

- Charger



Twig Com Ltd.
Lairontie 14
FIN – 24910 SALO
FINLAND
sales@twigcom.com

www.twigcom.com

twig

TWIG SOSCard

The discreet ID badge alarm for lone workers



TWIG SOSCard is a 4G personal alarm device with a full range of lone worker protection functionalities, further aiding lone worker safety through its discreet design as an identity card holder. TWIG SOSCard is well suited for safety of front office and health care staff and social workers.



Lone worker protection functions

- Automatic Mandown detection on tilt, non-motion and fall
- Device and server based Amber alert
- SOS key and ripcord for panic situations
- 2-way hands-free voice calls for emergency assistance
- Powerful vibrator and loudspeaker



Hybrid indoor / outdoor location

- Outdoor 3-constellation GNSS
- Free TWIG Point AGNSS service for faster location fix
- SRD3-option for hybrid indoor location: TWIG Beacon SRD, Wi-Fi, Bluetooth Low Energy (BLE)
- TWIG Point Netloc service for public space location (cellular + Wi-Fi) and for on-site location (TWIG SRD + Wi-Fi + BLE)



Effective communication in emergency

- 2G/3G/4G*
- Interactive on-screen messages
- Pre-programmed one-touch status messages
- One-touch voice calls
- Data transfer and voice calls via Wi-Fi*



Discreet use

- Silent alarm with one touch
- Slim, light and user-friendly
- Easy to wear with clip or carrying strap



Sustainable product life-cycle

- Backwards compatible with previous TWIG devices
- Support service
- Engineered and manufactured fully in-house



Remote device management

- TWIG Point Remote Configurator
- Saves time and money in customer support
- Access with TWIG Point SP web account

Lone worker safety

Duty of care requires employers to give lone workers means to alert help. Depending on risk assessment, a dedicated alarm device may be required. TWIG SOSCard triggers an automatic ManDown alarm when user is unconscious or fallen. When entering a risky situation, enhanced monitoring can be requested with Amber alert. It can trigger alert in ARC also in absence of GSM connection.****

Easy insertion of ID card

TWIG SOSCard design enables easy insert and removal of the Identity card on the other side of the device.



Efficient deployment

With remote configuration possibility TWIG SOSCard is fast to deploy and flexible to operate. It is also USB programmable, either manually or from file.

Alarms monitoring and tracking

TWIG Integrator Kit resources enable integrating TWIG devices with alarm receiving centre (ARC).

Optionally the TWIG Point Monitor cloud service provides a turn-key solution for alarms monitoring and tracking.

Alarms and reports can also be received on smartphone as SMS with web map link.



twig™

TWIG SOSCard

Technical Specification (TLP56EU)

Compatibility and communication

- Communicates with all systems using MPTP (Mobile Phone Telematics Protocol) both SMS and data (IP).
- Tracking and alert messages include information on satellite positioning, TWIG SRD beacons, speed, heading and battery charge.

Mechanics

- Dimensions: 11 mm x 66 mm x 99 mm
- Weight: 74 g including battery
- Water and dust proof (IP67), shock resistant
- Firm grip with tactile silicone keypad

Key telematics functions

- Manual alert through SOS key
- ManDown alarm with 4 automatic alert triggers: device orientation, non-movement, free fall and impact
- Two-way voice over 4G/3G/GSM/Wi-Fi with speaker
- VoIP calls and data transfer via Wi-Fi* (VoIP calls via 3rd party application, support only 2.4 GHz Wi-Fi network)
- Rip alarm with carrying strap ripcord
- Interactive on-screen messages
- GNSS satellite positioning
- TWIG Beacon SRD / Wi-Fi / BLE location*
- Geofence

Key technical features

- GSM: 900/1800 MHz
- WCDMA: Bd.1 (2100MHz)/Bd.3 (1800MHz)/Bd.5 (850MHz)/Bd.8 (900MHz)
- LTE-FDD: Bd.1 (2100MHz)/Bd.3 (1800MHz)/ Bd.5 (850MHz)/Bd.7 (2600MHz)/Bd.8 (900MHz)/ Bd.20 (800MHz)/Bd.28 (700MHz)
- LTE-TDD: Bd.38 (2600MHz)/Bd.40 (2300MHz)
- Built-in GSM, SRD*, GNSS, Wi-Fi*, BLE* antennas

Operating time

- Rechargeable 750 mAh Li-ion battery
- Typical operating times, GNSS satellite positioning/ cellular data reporting**
- 4 days (1 report / hr)
- 2 days (1 report / 10 min)
- 15 hours (1 report / min)
- 4 hours (1 report / 5 sec)
- Up to 12 days (cellular network standby)
- Recharging time*** < 3 hrs for 95 %
- Operating temperature -20°C... +50°C

Satellite positioning system

- High performance multi constellation GNSS receiver (GPS, Glonass and Galileo)
- Time to first fix:
 - < warm start 10 s; cold start < 35 s
- Configurable opt-out and roaming block
- Extended ephemeris on-board generation
- Motion based GNSS control

TWIG Point turn-key services

- TWIG Point Remote Configurator for device settings management over the air
- TWIG Point Netloc service for public space location (cellular + Wi-Fi) and for on-site location (TWIG SRD + Wi-Fi + BLE)
- TWIG Point AGNSS for faster GNSS location (free of charge)
- TWIG Point Monitor for alarms monitoring and tracking
- TWIG Point Site for site planning and management

Display and keys

- Easily identifiable SOS key
- OLED display with guiding symbols
- Preprogrammable function keys and menu key

Software and resources

- TWIG Configurator PC app
- TWIG FirmwareLoader PC app, FOTA
- TWIG Integrator Kit for ARC integration

Sales package content

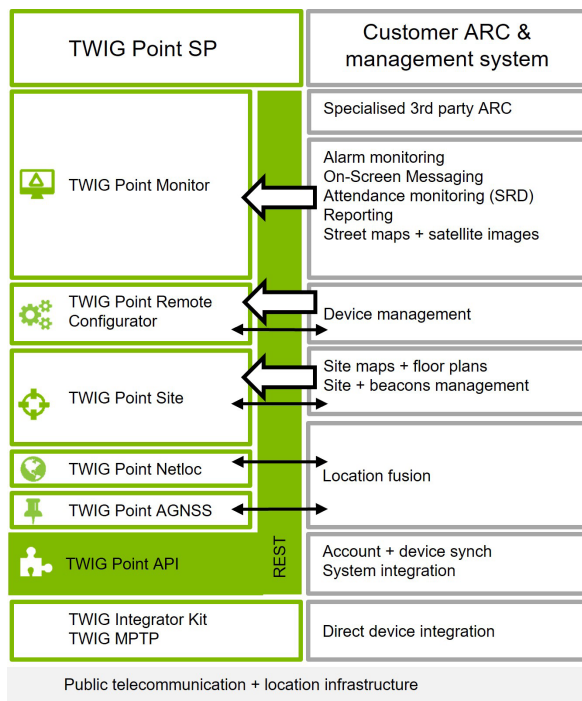
- TWIG SOSCard personal alarm device with integral battery
- Clip and carrying strap with rip alarm plug
- Charger with adapter of choice (EU/UK)

Optional device features

- 2G/3G/4G mobile network*
- Wi-Fi only (without mobile network)*
- GNSS satellite positioning*
- ManDown alarm*
- SRD3* for location and communication with Wi-Fi (only TLP56EU) and for compatibility and location with TWIG short range devices (SRD) and BLE beacons

Accessories

- Charging station
- Programming station
- Belt clip
- Carrying strap with rip alarm plug
- TWIG Beacon SRD*
- TWIG Tag SRD*
- TWIG Remote Button SRD*
- TWIG Door Sensor SRD*
- TWIG Mandown Button SRD*



Twig Com Ltd.
Lairolantie 14
FIN – 24910 SALO
FINLAND
Tel: +358 40 510 5058
sales@twigcom.com

www.twigcom.com



Product images are indicative only. Twig Com reserves right to change all information without prior notice. Communication is only possible within mobile network coverage. *Optional device feature. VoIP calls via TWIG Point from device to device or to VoIP Client. VoIP calls to normal phone numbers via 3rd party services. **Operating times may vary substantially depending on environment. ***Charging only above 0°C and below 40°C. ****Requires appropriate central station implementation. TWIG is a registered trade mark of Twig Com Ltd. More information: www.twigcom.com

twig™



Aplicativo Safepoint para trabalhadores solitários com monitoramento ADT 24 horas por dia, 7 dias por semana

A partir de € 12,50 por usuário, por mês (quando cobrado anualmente)

Mantenha sua equipe segura e produtiva com o aplicativo premiado da Safepoint e o serviço de monitoramento de alarmes 24 horas por dia, 7 dias por semana, com suporte da ADT.

Acompanhamento de tarefas em tempo real, alertas SOS com um toque, alertas automáticos de tempo limite e muito mais – tudo isso respaldado por 150 anos de experiência em monitoramento de segurança. Nosso serviço de monitoramento com suporte da ADT cuidará da sua equipe dia e noite e responderá a quaisquer alertas em segundos.

Plano Mensal

: pague mensalmente com flexibilidade para cancelar a qualquer momento. O pagamento pode ser feito via cartão ou débito automático.

Plano Anual

Aproveite um desconto de 16% com um contrato de um ano, pago antecipadamente por cartão, débito direto ou fatura.





TWIG One

The Optimal Lone Worker Alarm for Industrial Use

TWIG One is a personal alarm device optimized for lone worker safety in noisy and hazardous industrial environments. The essential lone worker protection functions, powerful loudspeaker, robust design, preprogrammable device keys, configurable user interface, compatible accessories, scalable functions and easy integration with various monitoring systems make it a serious choice for the requirements of industry.



Lone worker protection functions

- Automatic ManDown detection on fall, tilt or impact
- Device and server based Amber alert
- Distinct and tactile SOS key for panic situations
- 2-way hands-free voice calls
- SOS cycle with 10 preprogrammable numbers
- Tracking and locating indoors and outdoors
- Attendance monitoring with NFC tags
- Short cut dial keys



Effective communication in emergency

- 2G/3G/4G*
- Interactive on-screen messages
- Preprogrammed one-touch status messages
- One-touch voice calls
- Powerful speakerphone
- VoIP calls and data transfer via Wi-Fi*



Sustainable product life-cycle

- Backwards compatible with previous TWIG devices
- Improved device maintenance
- Engineered and manufactured fully in-house



Hybrid indoor / outdoor location

- Satellite positioning with 3-constellation GNSS
- TWIG Point AGNSS service for faster location fix
- Hybrid indoor location with TWIG SRD, Wi-Fi and Bluetooth Low Energy (BLE) beacons (SRD3 device option)
- TWIG Point Netloc service for public space location (cellular network + free Wi-Fi base stations)
- TWIG Point Netloc service for on-site location (TWIG SRD beacons + commercial Wi-Fi base stations + BLE beacons)



Robust and ergonomic

- User Interface with configurable menu and function keys
- Slim, light and user-friendly
- Easy to wear with belt clip
- Robust nano SIM card tray



Remote device management

- TWIG Point Remote Configurator
- Saves time and money in customer support
- Firmware over the air (FOTA)
- Access with TWIG Point SP web account

Lone worker safety

Duty of care requires employers to give lone workers means to alert help. Depending on risk assessment, a dedicated alarm device may be required. An automatic ManDown alarm is sent when device user falls or is not moving. When entering a risky situation, enhanced monitoring can be requested with Amber alert. In absence of mobile network connection, TWIG One can trigger alert via Wi-Fi*. Data transfer via WiFi is available only with SRD3 option of latest device versions.

Scalable for your needs

TWIG One can be widely adjusted to specific needs by selecting only the needed options and functionalities and by configuring it for specific lone worker situations.

With remote configuration possibility TWIG One is fast to deploy and flexible to operate. It is also USB programmable, either manually or from file.

Configurable UI and keypad

The 4-digit keypad enables fast control of Amber alert and Mandown functions. Configurable menu key and function keys enlarge device deployment options.

Power for noisy environments

Integrated high-power speaker-phone boosts two-way voice communications. Powerful vibrating alarm and alarm tones help sensing pre-alarms and incoming communications.

Indoor positioning

Lack of satellite connection and the requested accuracy of indoor location require a different solution for indoor positioning.

With the SRD3 option the TWIG One can be located indoors with compatible TWIG SRD beacons, Bluetooth Low Energy beacons or Wi-Fi base stations installed in the building.

Attendance monitoring with NFC

The NFC Reader of TWIG One registers attendance by reading NFC tags.

Alarms monitoring and tracking

TWIG Integrator Kit resources enable integrating TWIG devices with alarm receiving centre (ARC).

Optionally the TWIG Point Monitor cloud service provides a turn-key solution for alarms monitoring and tracking.

Alarms and reports can also be received on smartphone as SMS with web map link.

TWIG One

Technical Specification (TLP53EU)

Compatibility and communication

- Communicates with all systems using MPTP (Mobile Phone Telematics Protocol) both SMS and data (IP).
- Tracking and alert messages include information on satellite positioning, TWIG SRD beacons, speed, heading and battery charge.

Key telematics functions

- Manual alert through SOS key
- Mandown alarm* with 4 automatic alert triggers: device orientation, non-movement, impact and free fall
- Two-way voice over 4G/3G/GSM/Wi-Fi with speaker
- VoIP calls and data transfer via Wi-Fi* (VoIP calls via 3rd party application, support only 2.4 GHz Wi-Fi network)
- Interactive on-screen messages
- GNSS satellite positioning
- TWIG Beacon SRD / Wi-Fi / BLE location*
- Geofence

Key technical features

- GSM: 900/1800 MHz
- WCDMA: Bd.1 (2100MHz)/Bd.3 (1800MHz)/Bd.5 (850MHz)/Bd.8 (900MHz)
- LTE-FDD: Bd.1 (2100MHz)/Bd.3 (1800MHz)/ Bd.5 (850MHz)/Bd.7 (2600MHz)/Bd.8 (900MHz)/ Bd.20 (800MHz)/Bd.28 (700MHz)
- LTE-TDD: Bd.38 (2600MHz)/Bd.40 (2300MHz)
- Built-in GSM, SRD*, GNSS, WiFi*, BLE*, NFC* antennas
- Speakerphone with 2 microphones
- Powerful vibrator

Mechanics

- Dimensions: 102,2 mm x 49,2 mm x 19,7 mm
- Weight: 89,5 g including battery
- Water and dust proof (IP67), shock resistant
- Firm grip with tactile silicone keypad

Display and keys

- Alterable SOS key colour
- LCD display with guiding symbols
- Preprogrammable function keys and menu key
- 4 numeric keys for Answer / Assistance call
- Dedicated keys for Amber alert and Mandown alarm functions

Provisioning and security

- Remote or local configuration
- Authorisation of remote and local access
- SSL/TLS secured server connection

Operating time and temperature

- Rechargeable 1350 mAh Li-ion battery
- Typical operating times, GNSS satellite positioning/cellular data reporting**
- 9 days (1 report / hr)
- 5 days (1 report / 10 min)
- 33 hours (1 report / min)
- 10 hours (1 report / 5 sec)
- Up to 12 days (cellular network standby)
- Recharging time*** < 4 hrs for 95 %
- Operating temperature -20°C +50°C

Satellite positioning system

- High performance multi constellation GNSS receiver (GPS, Glonass and Galileo)
- Time to first fix: warm start <10 s; cold start < 35 s
- Configurable opt-out and roaming block
- Extended ephemeris on-board generation
- Motion based GNSS control

Software and resources

- TWIG Configurator PC app
- TWIG FirmwareLoader PC app
- TWIG Integrator Kit for ARC integration

TWIG Point turn-key services

- TWIG Point Remote Configurator for device settings management over the air
- TWIG Point Netloc service for public space location (cellular + Wi-Fi) and for on-site location (TWIG SRD + Wi-Fi + BLE)
- TWIG Point AGNSS for faster GNSS location (free of charge)
- TWIG Point Monitor for alarms monitoring and tracking
- TWIG Point Site for site planning and management

Standard sales package

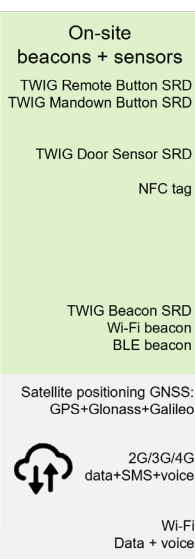
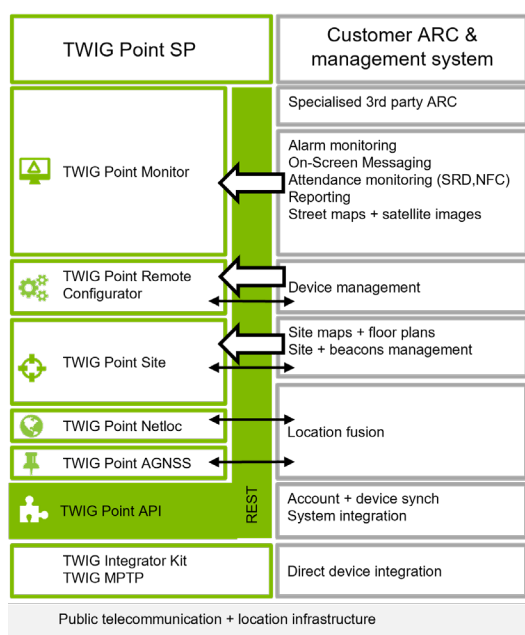
- TWIG One personal alarm device with integral battery
- Charger with adapter of choice (EU/UK/AU)

Optional device features

- 2G/3G/4G mobile network*
- Wi-Fi only (without mobile network)*
- 2G only (TLP50EU)*
- GNSS satellite positioning*
- Mandown alarm*
- SRD3* for device compatibility with TWIG short range devices (SRD), VoIP calls and data transfer via Wi-Fi (only latest device versions of TLP53EU) and location and BLE beacons
- NFC* Reader 13.56 MHz

Accessories

- Charging and programming stations
- Alterable SOS key colour, DIY kit
- Belt clip
- Carrying case
- Car charger
- TWIG Beacon SRD*
- TWIG Remote Button SRD*
- TWIG Door Sensor SRD*
- TWIG Mandown Button SRD*



Twig Com Ltd.
Lairolantie 14
FIN – 24910 SALO
FINLAND
Tel: +358 40 510 5058
sales@twigcom.com





TWIG One Ex

Lone worker alarm for ATEX areas

TWIG One Ex is an intrinsically safe personal alarm device designed to protect lone workers in explosive hazardous areas. It is equipped with the essential lone worker protection functions, a powerful loudspeaker, preprogrammable device keys and a configurable user interface. The device functionalities can be extended with compatible TWIG Point cloud services and TWIG short range devices.

Lone worker protection functions

- Automatic Mandown detection on tilt, non-motion and fall
- Device and server based Amber alert
- Distinct and tactile SOS key for emergency situations
- 2-way hands-free voice calls
- SOS cycle with preprogrammable phone numbers
- Tracking and locating indoors and outdoors
- Attendance monitoring with NFC tags
- 4 short cut dial keys

Robust and ergonomic

- User Interface with configurable menu and function keys
- Slim, light and user-friendly
- Easy to wear with belt clip
- Robust nano SIM card tray

ATEX/IECEx approved

- II 2 G Ex ib IIC T4 Gb
- II 2 D Ex ib IIC T130°C Db
- Ta: -20°C...+60°C****
- EESF 20 ATEX 045X / IECEx EESF 19.0020X



Effective communication in emergency

- 2G/3G/4G*
- Interactive on-screen messages
- Preprogrammed one-touch status messages
- One-touch voice calls
- Powerful speakerphone
- VoIP calls and data transfer via Wi-Fi*
- Powerful vibrator and loudspeaker

Hybrid indoor / outdoor location

- Satellite positioning with 3-constellation GNSS
- TWIG Point AGNSS service for faster location fix
- Hybrid indoor location with TWIG SRD, Wi-Fi and Bluetooth Low Energy (BLE) beacons (SRD3 device option)
- Hybrid location with cellular network + public available Wi-Fi base stations
- Hybrid location with on site TWIG SRD beacons + Wi-Fi base stations + BLE beacons

Remote device management

- Saves time and money in customer support
- Firmware over the air (FOTA)
- Remote device configuration
- Access with TWIG Point SP web account

Lone worker safety

Duty of care requires employers to give lone workers means to alert help. Depending on risk assessment, a dedicated alarm device may be required. An automatic ManDown alarm is sent when device user falls or is not moving. When entering a risky situation, enhanced monitoring can be requested with Amber alert. In absence of mobile network connection, TWIG One Ex can trigger alert via Wi-Fi*. Data transfer via WiFi is available only with SRD3 option of latest device versions.

Scalable for your needs

TWIG One Ex can be widely adjusted to specific needs by selecting only the needed options and functionalities and by configuring it for specific lone worker situations.

With remote configuration possibility TWIG One Ex is fast to deploy and flexible to operate. It is also USB programmable, either manually or from file.

Configurable UI and keypad

The 4-digit keypad enables fast control of Amber alert and ManDown functions. Configurable menu key and function keys enlarge device deployment options.

Power for noisy environments

Integrated high-power speaker-phone boosts two-way voice communications. Powerful vibrating alarm and alarm tones help sensing pre-alarms and incoming communications.

Indoor positioning

In many buildings GNSS satellite signals are blocked and GNSS-computed location is not available at all.

The indoor location is possible with the device option SRD3 enabling the accurate indoor location by using signals from TWIG SRD beacons, Bluetooth Low Energy beacons or Wi-Fi base stations installed in the building.

Attendance monitoring with NFC

The NFC Reader of TWIG One Ex registers attendance by reading NFC tags.

Alarms monitoring and tracking

TWIG Integrator Kit resources enable integrating TWIG devices with alarm receiving centre (ARC).

Optionally the TWIG Point Monitor cloud service provides a turn-key solution for alarms monitoring and tracking.

Alarms and reports can also be received on smartphone as SMS including link to web map.

ATEX/IECEx compliance

TWIG One Ex complies with ATEX standards 60079-0:2018/60079-11:2012 and IECEx standards 60079-0:2017/ 60079-11:2011.***

TWIG One Ex

Technical Specification (TLP53EU)

Compatibility and communication

- Communicates with all systems using MPTP (Mobile Phone Telematics Protocol) both SMS and GPRS (IP).
- Tracking and alert messages include information on satellite positioning, TWIG SRD beacons, speed, heading and battery charge.

Mechanics

- Dimensions: 102,1 mm x 48,9 mm x 24,6 mm
- Weight: 130 g
- Water and dust proof (IP67), shock resistant
- Firm grip with tactile silicone keypad

Key telematics functions

- Manual alert through SOS key
- Mandown alarm with 4 automatic alert triggers: device orientation, non-motion, free fall and impact
- Two-way voice over 4G/3G/GSM/Wi-Fi with speaker
- VoIP calls and data transfer via Wi-Fi* (VoIP calls via 3rd party application, support only 2.4 GHz Wi-Fi network)
- Device and user status messages
- Interactive on-screen messages
- GNSS satellite positioning
- TWIG Beacon SRD / Wi-Fi / BLE location*
- Geofence

Key technical features

- GSM: 900/1800 MHz
- WCDMA: Bd.1 (2100MHz)/Bd.3 (1800MHz)/Bd.5 (850MHz)/Bd.8 (900MHz)
- LTE-FDD: Bd.1 (2100MHz)/Bd.3 (1800MHz)/Bd.5 (850MHz)/Bd.7 (2600MHz)/Bd.8 (900MHz)/Bd.20 (800MHz)/Bd.28 (700MHz)
- LTE-TDD: Bd.38 (2600MHz)/Bd.40 (2300MHz)
- Built-in GSM, SRD*, GNSS, Wi-Fi*, BLE*, NFC* antennas
- Speakerphone with 2 microphones
- Powerful vibrator

ATEX/IECEX approved

- II 2 G Ex ib IIC T4 Gb
- II 2 D Ex ib IIC T130°C Db
- Ta: -20°C...+60°C****
- EESF 20 ATEX 045X / IECEX EESF 19.0020X

Provisioning and security

- Remote or local configuration
- Authorisation of remote and local access
- SSL/TLS secured server connection
- NOTE! Programming allowed only with TWIG Ex USB cable of device type FME92EU.

Operating time and temperature

- Rechargeable 1350 mAh Li-ion battery
- Typical operating times, GNSS satellite positioning/cellular data reporting**
- 9 days (1 report / hr)
- 5 days (1 report / 10 min)
- 33 hours (1 report / min)
- 10 hours (1 report / 5 sec)
- Up to 12 days (cellular network standby)
- Recharging time*** < 4 hrs for 95 %
- NOTE! Charging allowed only with TWIG Ex charger of device type CME92EU (or with USB cable FME92EU).
- Operating temperature -20°C ...+60°C****

Satellite positioning system

- High performance multi constellation GNSS receiver (GPS, Glonass and Galileo)
- Time to first fix: warm start <10 s; cold start < 35 s
- Configurable opt-out and roaming block
- Extended ephemeris on-board generation
- Motion based GNSS control

TWIG Point cloud services

- Remote Configurator for device settings management over the air
- Hybrid location service for public space location (cellular + Wi-Fi) and for on-site location (TWIG SRD + Wi-Fi + BLE)
- AGNSS for faster GNSS location
- Alarms monitoring and tracking
- Site planning and management

Display and keys

- Alterable SOS key colour
- LCD display with guiding symbols
- Preprogrammable function keys and menu key
- 4 numeric keys for answer / assistance call
- Dedicated keys for Amber alert and ManDown alarm functions

Standard sales package

- TWIG One Ex personal alarm device including integral battery, GNSS satellite positioning and mandown alarm functions
- TWIG Ex USB cable and TWIG Ex charger with adapter of choice (AU/EU/UK)
- User and safety documents

Optional device features

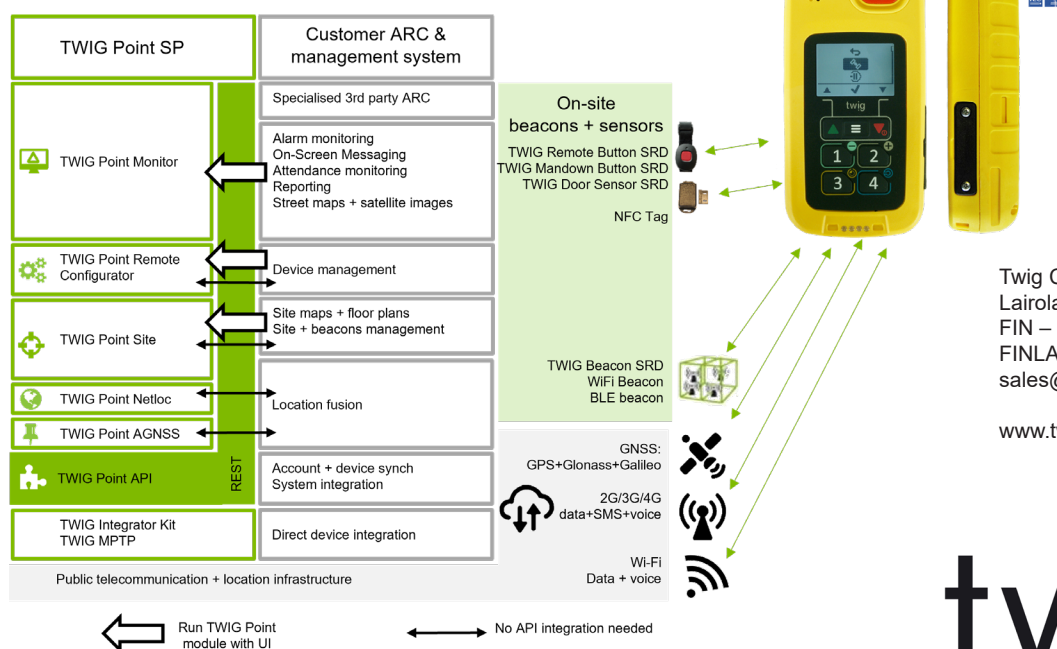
- 2G/3G/4G mobile network*
- Wi-Fi only (without mobile network)*
- SRD3* for device compatibility with TWIG short range devices (SRD), VoIP calls and data transfer via Wi-Fi (only latest device versions of TLP53EU) and location and BLE beacons
- NFC* Reader 13.56 MHz

Accessories

- Charging and programming stations
- Alterable SOS key colours
- Belt clip
- Ex carrying case
- Car charger
- TWIG Beacon Ex SRD*
- Non-ATEX SRD devices:
- TWIG Beacon SRD*
- TWIG Remote Button SRD*
- TWIG Door Sensor SRD*
- TWIG Mandown Button SRD*

Software and resources

- TWIG Configurator PC app
- TWIG FirmwareLoader PC app, FOTA
- TWIG Integrator Kit for ARC integration



Twig Com Ltd.
Lairiolantie 14
FIN - 24910 SALO
FINLAND
sales@twigcom.com

www.twigcom.com

twig



Orçamento PV2502144

OR WDPV25/0003387

Página 1

LOCAL ENTREGA

SIDERURGIA NACIONAL
ARMAZÉM MATERIAIS
ALDEIA PAIO PIRES
2840-996 PAIO PIRES
PORTUGAL

EXMOS. SENHORES

SIDERURGIA NACIONAL SEIXAL, S.A.
ALEXANDRA BRÔA
ALDEIA PAIO PIRES
2840-996 PAIO PIRES
PORTUGAL

Este documento não serve de fatura.

Sintra, 6 maio 2025

De acordo com a vossa Consulta em referência, apraz-nos, nas condições aqui definidas, propor-vos o fornecimento das mercadorias e/ou a prestação dos serviços descritos, cujos valores base se entendem para a entrega no nosso armazém ou realizados na n/ oficina ou laboratório, sujeitos aos encargos adicionais indicados quando de modo diferente, para entrega nos prazos abaixo definidos, expressos em dias úteis. Os preços propostos poderão ser alterados se as quantidades adquiridas forem diferentes das referidas neste documento.

CONTRIBUINTE	507150147	COND. VENDA	DAP
VENDEDOR	PEDRO PIRES	TRANSPORTE	N/CARRO
PAGAMENTO	90D	VALIDADE	90D
V/CONSULTA	CNS	FRETE	INCLUÍDO

Nº Linha	Código	Descrição	U/M	Qtd. Qtd.	Qtd. U/M	Preço Unit.	Valor	% IVA	Prazo Entrega
1.0. EQUIPAMENTOS									
30000	FX4GMEET	TERMINAL PESSOAL ALARME TWIG ONE EX para monitorização remota trabalhadores e alarmes emergência, tecnologia GSM3/GSN, critérios alarme Homem morto Imobilização Queda SOS Âmbar , comunicações bidirecionais em voz alta, ecrã LCD com ícones, bateria lões-Litio polimérica, compatível com SRD (Short Range Devices) para localização exata em espaços fechados/cobertos, alarmes locais acústicos & vibração, autonomia trabalho máxima 9 dias dependente da configuração e uso, grau proteção mecânica IP67, aprovação ATEX /IECEx, incluindo carregador 230Vac, peso 89g, dimensões 102,2x49,2x19,7mm, teclado silicone, integrando facilidades SRD EU+SRD+Wi-Fi+BLE + +NFC, licenciamento rede dados excluída e de conta do proprietário	UN	10	1	1 592,60	15 926,00	23	15D
190000	AFX	BOLSA TRANSPORTE TERMINAL TWIG ONE EX	UN	10	1	90,75	907,50	23	15D
2.0. SERVIÇOS COMPLEMENTARES									
220000	SERV11411	FORMAÇÃO GESTORES E UTILIZADORES EQUIPAMENTOS	UN	1	1	300,00	300,00	23	1D

ciqh-Processado por Programa Certificado Nº 1842 /AT - Microsoft Dynamics NAV - Softstore

TECNIQUITEL-Sociedade Equipamentos Técnicos, S.A.

Z.I. Abrunheira, R. Thilo Krassman, Nº 2 2710-141 SINTRA

Tel.: +351219154600 Fax: +351219154609 e-mail: geral@tecniquitel.pt www.tecniquitel.pt

Sintra Nº Reg. Comercial 500663300 Cap.Social Eur. 1.234.246 N.º Contribuinte 500663300

IBAN: Novo Banco PT50000700030015672000533





Orçamento PV2502144

OR WDPV25/0003387

Página 2

Nº					Qtd.	Preço		%	Prazo
Linha	Código	Descrição	U/M	Qtd.	U/M	Unit.	Valor	IVA	Entrega

incluindo parte teórica de manuseamento, utilização e parametrização.

Total EUR Excl. IVA 17 133,50
23% IVA 3 940,71

Total EUR IVA Incl. 21 074,21

Especificação Valor IVA			
	% IVA	Valor Linha	Valor IVA
	23	17 133,50	3 940,71
Total		17 133,50	3 940,71

ciqh-Processado por Programa Certificado Nº 1842 /AT - Microsoft Dynamics NAV - Softstore

TECNIQUITEL-Sociedade Equipamentos Técnicos, S.A.

Z.I. Abrunheira, R. Thilo Krassman, Nº 2 2710-141 SINTRA

Tel.: +351219154600 Fax: +351219154609 e-mail: geral@tecniquitel.pt www.tecniquitel.pt

Sintra Nº Reg. Comercial 500663300 Cap.Social Eur: 1.234.246 N.º Contribuinte 500663300

IBAN: Novo Banco PT50000700030015672000533





**CRIAMOS
SEGURANÇA**

Lisboa

R. Henrique Paiva Couceiro, n.º 11/13 - Venda Nova
2700-451 Amadora
+351 214 96 90 50 | et@etprotec.com | www.etprotec.com

Porto

R. da Azinheira, n.º 4 - S. Cosme
4420-037 Gondomar
+351 223 288 030 | et@etprotec.com | www.etprotec.com



ATCUD: JJ7WF7NB-25103217



**Cotação de Vendas
25103217**

SN SEIXAL, SIDERURGIA NACIONAL, SA

SN SEIXAL (PAIO PIRES)
ALDEIA DE PAIO PIRES

2840-996 ALDEIA DE PAIO PIRES
PORTUGAL

Original 1 / 1

DATA	V/Referência	Nº Cliente	NIF	Comercial	Vencimento
20/06/2025	@ 20-06-2025	C55065	PT507150147	Rute G / Mario B	30 dias

Ref. Cliente	N/Referência	Descrição	Qtd	Emb.	P.Unit.	% Desc	Valor s/IVA
888000		Dispositivo de alarme pessoal TWIG ONE	1,00	Unid.	550,000		550,00 L3

Condições Gerais de Fornecimento:

Entrega: A Combinar após vo adjudicação e confirmação nosso fabricante,

IVA: A debitar, à taxa legal em vigor,

Pagamento: 30 dias,

Validade: 30 Dias.

Resumo do IVA

Tx.IVA	Incidência	Valor
L3 23,00%	550,00	126,50

Subtotal	550,00
Total IVA	126.50
Total a Pagar (EUR)	676,50

Local de Descarga	Local de Carga	Amadora	Expedição:	DHL
ALDEIA DE PAIO PIRES	Data carga		Data descarga	
	Hora carga		Hora descarga	
2840-075 ALDEIA PAIO PIRES	Nr.Vol		Peso	0,00
PORTUGAL				
				Recebido por _____
				Data ____ / ____ / ____

Este documento não serve de fatura.

Reclamações só se aceitam até 8 dias após recepção da mercadoria. Devoluções só se aceitam até 15 dias após recepção da mercadoria.

Nem o fabricante nem o vendedor responderá, em caso algum, pelos danos emergentes da utilização negligente ou inadequada dos nossos produtos.

Em caso de litígio, o tribunal competente será o da comarca de Lisboa

IBAN: CGD PT50 0035 0697 00632400430 32 * MBCE PT50 0033 0000 01780118791 72 * NB PT50 0007 0010 00115150002 44

TWIG Neo

The wearable
4G lone worker alarm

TWIG Neo is a wearable personal alarm device designed to adapt for various lone worker and personal safety needs. Multiple wearing options, scalability and small size make it ideal e.g. for laboratory, maintenance and health care staff. Even if very small, TWIG Neo provides all essential lone worker protection functions and it can be easily integrated with various monitoring systems.



Lone worker protection functions

- Automatic ManDown detection on tilt, non-motion and fall
- Device and server based Amber alert
- Distinct and tactile SOS key for panic situations
- 2-way hands-free voice calls
- SOS cycle with preprogrammable phone numbers
- Tracking and locating indoors and outdoors



Hybrid indoor / outdoor location

- Satellite positioning with 3-constellation GNSS
- TWIG Point AGNSS service for faster location fix
- Hybrid indoor location with TWIG SRD, Wi-Fi and Bluetooth Low Energy (BLE) beacons (SRD3 device option)
- TWIG Point Netloc service for public space location (cellular network + public available Wi-Fi base stations)
- TWIG Point Netloc service for on-site location (TWIG SRD beacons + on-site Wi-Fi base stations + BLE beacons)



Effective communication in emergency

- 2G/3G/4G*
- Interactive on-screen messages
- Preprogrammed one-touch status messages
- One-touch voice calls
- VoIP calls and data transfer via Wi-Fi*



Small and scalable

- User Interface with configurable menu and function keys
- Discreet, light and user-friendly
- Multiple wearing options
- Robust nano SIM card tray



Sustainable product life-cycle

- Backwards compatible with previous TWIG devices
- Improved device maintenance
- Engineered and manufactured fully in-house



Remote device management

- TWIG Point Remote Configurator
- Firmware over the air (FOTA)
- Access with TWIG Point SP web account
- Saves time and money in customer support

Lone worker protection

Duty of care requires employers to give lone workers means to alert help. Depending on risk assessment, a dedicated alarm device may be required. An automatic ManDown alarm is sent when device user falls or is not moving. When entering a risky situation, enhanced monitoring can be requested with Amber alert. In absence of mobile network connection, TWIG Neo can trigger alert via Wi-Fi*. Data transfer via Wi-Fi is available with SRD3 option.

Scalable for your needs

TWIG Neo can be widely adjusted to specific needs by selecting only the needed options and functionalities and by configuring it for specific lone worker situations.

With remote configuration possibility TWIG Neo is fast to deploy and flexible to operate. It is also USB programmable, either manually or from file.

Configurable UI and keypad

The configured menu key gives fast access to main functionalities. Also the red and green function keys can be configured to replace their primary functions with any other of the functionalities available.

Multiple wearing options

TWIG Neo is compatible with multiple wearing options: belt clip, lanyard, bracelet and carbine hook.

The ripcord of the carrying strap provides the possibility for triggering alarm when detached from device. The rip alarm is a useful functionality especially for many service sector lone workers facing the risk of harassment, violence and aggression in their daily work.

Attendance monitoring with SRD Tag

TWIG Neo registers attendance by swiping TWIG Tag short range device fastened e.g. on the wall next to door.

Indoor positioning

In many buildings GNSS satellite signals are blocked and GNSS-computed location is not available at all.

The indoor location is possible with the device option SRD3 enabling the accurate indoor location by using signals from TWIG SRD beacons, Bluetooth Low Energy beacons or Wi-Fi base stations installed in the building.

Alarms monitoring and tracking

TWIG Integrator Kit resources enable integrating TWIG devices with alarm receiving centre (ARC).

Optionally the TWIG Point Monitor cloud service provides a turn-key solution for alarms monitoring and tracking.

Alarms and reports can also be received on smartphone as SMS with web map link.

Worn with lanyard and ripcord
TWIG Neo suits especially for
front office, health care and
social workers



- TWIG Neo worn with lanyard and ripcord is easy to carry and quick to reach
- Lanyard is equipped with magnet launching rip alarm when detached from device
- Rip alarm is available only with TWIG Neo equipped with lanyard and ripcord magnet
- Optional ID badge holder extends device use for front office and social and health care staff.

- TWIG Neo worn on wrist is your safety watch always at hand
- Worn on wrist TWIG Neo is quick to activate in case of emergency
- It is ideal for laboratory workers or similar lone worker jobs where wearing a watch is not disturbing the daily duties



The preferred choice of
maintenance workers is to wear
TWIG Neo on belt or pocket
fastened securely with belt clip



- The robust belt clip is easy to click on device
- The belt clip makes TWIG Neo wearable on belt or clothing
- Fast to clip on and remove

- With the combination of carbine hook and velcro loop wearing options are various: clipped on clothes or any other wearables
- Also the velcro loop alone is an option for fastening the device tightly



TWIG Neo clipped to keys, bags,
clothes or lanyards with carbine hook
provides flexibility e.g. for logistics,
home care and social workers.



TWIG Neo

Technical Specification (TLP54EU)

Compatibility and communication

- Communicates with all systems using MPTP (Mobile Phone Telematics Protocol) both SMS and data (IP).
- Tracking and alert messages include information on satellite positioning, TWIG SRD beacons, speed, heading and battery charge.

Mechanics

- Dimensions: 18 mm x 46 mm x 62 mm
- Weight: 54 g including battery
- Water and dust proof (IP67), shock resistant
- Firm grip with tactile silicone keypad

Key telematics functions

- Manual alert through SOS key
- ManDown alarm with 4 automatic alert triggers: device orientation, non-movement, free fall and impact
- Two-way voice over 4G/3G/GSM/Wi-Fi with speaker
- VoIP calls and data transfer via Wi-Fi* (VoIP calls via 3rd party application, support only 2.4 GHz Wi-Fi network)
- Device and user status messages
- Interactive on-screen messages
- GNSS satellite positioning
- TWIG Beacon SRD / Wi-Fi / BLE location*
- Geofence

Key technical features

- GSM: 900/1800 MHz
- WCDMA: Bd.1 (2100MHz)/Bd.3 (1800MHz)/Bd.5 (850MHz)/Bd.8 (900MHz)
- LTE-FDD: Bd.1 (2100MHz)/Bd.3 (1800MHz)/ Bd.5 (850MHz)/Bd.7 (2600MHz)/Bd.8 (900MHz)/ Bd.20 (800MHz)/Bd.28 (700MHz)
- LTE-TDD: Bd.38 (2600MHz)/Bd.40 (2300MHz)
- Built-in GSM, SRD*, GNSS, Wi-Fi*, BLE* antennas

Provisioning and security

- Remote or local configuration
- Authorisation of remote and local access
- SSL/TLS secured server connection
- Firmware over the air (FOTA)

Operating time and temperature

- Rechargeable 750 mAh Li-ion battery
- Typical operating times, GNSS satellite positioning/ cellular data reporting**
- 4 days (1 report / hr)
- 2 days (1 report / 10 min)
- 15 hours (1 report / min)
- 4 hours (1 report / 5 sec)
- Up to 12 days (cellular network standby)
- Recharging time*** < 3 hrs for 95 %
- Operating temperature -20°C... +50°C

Satellite positioning system

- High performance multi constellation GNSS receiver (GPS, Glonass and Galileo)
- Time to first fix: < warm start 10 s; cold start < 35 s
- Configurable opt-out and roaming block
- Extended ephemeris on-board generation
- Motion based GNSS control

TWIG Point turn-key services

- TWIG Point Remote Configurator for device settings management over the air
- TWIG Point Netloc service for public space location (cellular + Wi-Fi) and for on-site location (TWIG SRD + Wi-Fi + BLE)
- TWIG Point AGNSS for faster GNSS location (free of charge)
- TWIG Point Monitor for alarms monitoring and tracking
- TWIG Point Site for site planning and management

Display and keys

- Alterable SOS key colour
- OLED display with guiding symbols
- Preprogrammable function keys and menu key

Software and resources

- TWIG Configurator PC app
- TWIG FirmwareLoader PC app, FOTA
- TWIG Integrator Kit for ARC integration

Standard sales package

- TWIG Neo personal alarm device with integral battery
- Charger with adapter of choice (EU/UK/AU/US)
- Carrying option of choice (belt clip, lanyard, bracelet, carbine hook or ID badge holder with lanyard)

Optional device features

- 2G/3G/4G mobile network*
- Wi-Fi only (without mobile network)*
- 2G only* (TLP52EU)
- GNSS satellite positioning*
- ManDown alarm*
- SRD3* for device compatibility with TWIG short range devices (SRD), VoIP calls and data transfer via Wi-Fi (only TLP54EU) and for location with Wi-Fi and BLE beacons

Accessories

- Charging and programming stations
- Alterable SOS key colour
- Belt clip
- Lanyard
- Bracelet
- Carbine hook
- ID badge holder and lanyard
- Car charger
- TWIG Beacon SRD*
- TWIG Remote Button SRD*
- TWIG Door Sensor SRD*
- TWIG Tag SRD*
- TWIG Mandown Button SRD*

