

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC “PROF. JADYR SALLES”
TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO

Laion Ribeiro da Silva
Marcus J. Tardivo Junior
Nicole leite de Paula
Nínive de Souza
Thalia Francieli Fernandes de Oliveira

**SEGURANÇA INCLUSIVA: A EFETIVIDADE DOS SISTEMAS DE
ALERTA DE EMERGÊNCIA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA
AUDITIVA**

Descalvado
2025

Laion Ribeiro da Silva
Marcus J. Tardivo Junior
Nicole leite de Paula
Nínive de Souza
Thalia Francieli Fernandes de Oliveira

**SEGURANÇA INCLUSIVA: A EFETIVIDADE DOS SISTEMAS DE
ALERTA DE EMERGÊNCIA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA
AUDITIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Técnico em Segurança do Trabalho
da ETEC Profº Jadyr Salles, orientado pelo
Profº. Rodrigo Grippa, como requisito parcial
para obtenção do título de técnico em
Segurança do Trabalho.

Descalvado
2025

Laion Ribeiro da Silva
Marcus J. Tardivo Junior
Nicole leite de Paula
Nínive de Souza
Thalia Francieli Fernandes de Oliveira

SEGURANÇA INCLUSIVA: A EFETIVIDADE DOS SISTEMAS DE ALERTA DE EMERGÊNCIA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado e aprovado para a obtenção do título de técnico de segurança do trabalho da Etec Professor Jadyr Salles, Classe Descentralizada Padre Orestes Ladeira de Descalvado/ SP

Descalvado, 26 de Novembro de 2025.

Coordenador do Curso Professor Marcos dos Santos Silva
Coordenador de Classe Descentralizada
Profº Rodrigo Grippa
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Eng. de Seg. do Trabalho André Luis
Segatto

Profº Marcos dos Santos Silva
Coordenador de Classe
Descentralizada

Profº Tatiana Regina Jorge Monteiro
Coordenadora Pedagógica

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, pela vida, pela saúde e pela oportunidade de chegar até aqui, concedendo-nos força e perseverança para concluir mais esta etapa em nossa formação.

À nossa família, pelo apoio incondicional, pela compreensão nos momentos de ausência e pela confiança depositada em nós durante todo o percurso. Aos amigos e colegas, que compartilharam conosco conhecimentos, experiências e palavras de incentivo, tornando essa caminhada mais leve e significativa.

Estendemos nossa gratidão ao professor orientador, que nos guiou com paciência, dedicação e sabedoria, contribuindo de forma essencial para a realização deste trabalho. Agradecemos também aos professores e funcionários da ETEC Prof. Jadyr Salles, que nos proporcionaram aprendizado, suporte e inspiração ao longo do curso.

Por fim, agradecemos a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a concretização deste projeto, deixando sua marca nesta conquista.

“A inclusão acontece quando abrimos espaço para que todos tenham voz, presença e pertencimento.”

— **Paulo Freire**

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso aborda a inclusão de pessoas com deficiência auditiva nos ambientes de trabalho, com foco nos sistemas de alerta de emergência. O problema central identificado foi a predominância de alarmes sonoros, que inviabiliza a evacuação eficiente de trabalhadores surdos, tornando-os dependentes de colegas ouvintes e ampliando sua vulnerabilidade em situações críticas. O objetivo geral consistiu em analisar os desafios e propor soluções para a adaptação dos sistemas de alerta de emergência, promovendo acessibilidade plena e segurança equitativa. Especificamente, buscou-se avaliar legislações e normas regulamentadoras, examinar tecnologias assistivas aplicáveis e identificar boas práticas de inclusão. A metodologia baseou-se em pesquisa bibliográfica e documental, com apoio na Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros atualizadas em 2025, e estudos sobre dispositivos assistivos. Os resultados apontaram que a adoção de sistemas híbridos — combinando sinais visuais (luzes estroboscópicas), táteis (dispositivos vibratórios) e comunicação em Libras — reduziu em até 30% o tempo de evacuação de trabalhadores surdos em simulações. Verificou-se ainda maior engajamento de equipes após treinamentos inclusivos, como os realizados em SIPAT, ampliando a conscientização sobre a cultura surda. Também se constatou que tecnologias de baixo custo são viáveis mediante parcerias com universidades e incentivos governamentais. Conclui-se que a integração de recursos tecnológicos, treinamentos acessíveis e cumprimento das normativas legais é essencial para ambientes laborais mais seguros, inclusivos e humanizados.

Palavras-chave: Deficiência auditiva. Sistemas de alerta. Acessibilidade laboral.

ABSTRACT

This Final Paper addresses the inclusion of people with hearing impairment in work environments, with a focus on emergency alert systems. The central problem identified was the predominance of audible alarms, which makes it impossible for deaf workers to evacuate efficiently, making them dependent on hearing colleagues and increasing their vulnerability in critical situations. The overall objective was to analyse the challenges and propose solutions for the adaptation of emergency alert systems, promoting full accessibility and equitable safety. Specifically, it sought to evaluate legislation and regulatory standards, examine applicable assistive technologies and identify good inclusion practices. The methodology was based on bibliographic and documentary research, supported by the Brazilian Inclusion Law (Law No. 13,146/2015), Regulatory Standards of the Ministry of Labor, Technical Instructions of the Fire Department updated in 2025, and studies on assistive devices. The results showed that the adoption of hybrid systems — combining visual signals (strobe lights), tactile signals (vibrating devices) and communication in Libras — reduced the evacuation time of deaf workers in simulations by up to 30%. There was even greater team engagement after inclusive training, such as those carried out in SIPAT, increasing awareness about the deaf culture. It was also found that low-cost technologies are viable through partnerships with universities and government incentives. It is concluded that the integration of technological resources, accessible training and compliance with legal regulations is essential for safer, more inclusive and humanized work environments.

Keywords: Hearing impairment. Alert systems. Accessibility to work.

LISTA DE IMAGENS

Figura 1	16
Figura 2	16
Figura 3	19
Figura 4	19
Figura 5	26

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANAMT – Associação Nacional de Medicina do Trabalho
CBM – Corpo de Bombeiros Militar
CCB – Comando do Corpo de Bombeiros
CIPAA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Assédio
EPI – Equipamento de Proteção Individual
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IT – Instrução Técnica
LBI – Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência
LED – Diodo Emissor de Luz (*Light Emitting Diode*)
Libras – Língua Brasileira de Sinais
NR – Norma Regulamentadora
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PCD – Pessoa com Deficiência
PCDS – Pessoas com Deficiência (no plural)
PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos
PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
SEPRT – Secretaria Especial de Previdência e Trabalho
SIPAT – Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho
SOS Surdo – Aplicativo de Comunicação Emergencial para Surdos
UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	6
Problema	7
Hipótese	7
Justificativa	8
Objetivo Geral	8
Objetivos Específicos	9
2. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	10
2.1. Procedimentos Metodológicos	10
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3.1. Conceitos de deficiência auditiva e inclusão no mercado de trabalho	12
3.2. Legislação geral sobre inclusão de PCDs	13
3.3. Normas Regulamentadoras (NRs) e inclusão de PCDs auditivas	14
3.4. Instruções Técnicas (ITs) dos bombeiros e sistemas de alerta	17
3.5. Estudos e tecnologias assistivas	18
3.6. Implementação da inclusão de pessoas com deficiência auditiva e sistemas de alerta de emergência no ambiente de trabalho	20
3.7. Desafios e perspectivas	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Relato de experiência de uma trabalhadora com deficiência auditiva	28
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

INTRODUÇÃO

A acessibilidade e a segurança no trabalho são essenciais para garantir os direitos das pessoas com deficiência, especialmente as com deficiência auditiva (Franchini et al., 2023). Apesar da Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) e de tratados internacionais, muitos ambientes laborais ainda faltam recursos para proteger esses profissionais em emergências. Historicamente, sistemas de alerta privilegiam sinais sonoros, tornando a comunicação ineficaz para trabalhadores surdos ou com perda auditiva severa (Baalbaki et al., 2020).

Normas regulamentadoras contribuem para a adaptação dos ambientes: a NR-23 exige que alarmes de evacuação sejam eficazes para todos; a NR-26 prevê sinalização visual; e a NR-17 fala da adaptação das condições de trabalho às características individuais. Além disso, as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros foram atualizadas em 2025 (Portaria CCB-003/800/2025), passando a exigir, na IT20 —Sinalização de emergência, sistemas de detecção e alarme com sinalizações de emergência e faz uso de símbolos, mensagens e cores para garantir evacuação segura de trabalhadores.

A pesquisa identificou a necessidade de estratégias alternativas como sinalizações visuais de alta intensidade, dispositivos vibratórios e mecanismos táteis. A conscientização sobre inclusão em procedimentos de segurança tem sido fortalecida por ações educativas nas empresas, por exemplo durante a SIPAT, que ampliam a sensibilidade de gestores e colaboradores às diferenças linguísticas e culturais (Baalbaki et al., 2020).

Estudos sobre tecnologias assistivas demonstram viabilidade e potencial de aplicação em ambientes laborais: Gandelman e Mendes (2014) desenvolveram um alerta vibratório para despertar pessoas surdas e indicaram aplicabilidade em protocolos de evacuação; internacionalmente, Cabo (2014) mostrou que recursos iconográficos e mensagens visuais melhoram tempo de resposta em emergências. Por outro lado, a ausência de recursos visuais e táteis compromete a segurança desses trabalhadores, que muitas vezes dependem de colegas ouvintes — o que atrasa evacuações e aumenta vulnerabilidade — e protocolos frequentemente não consideram as especificidades da surdez (Campos & Sales, 2024). É neste contexto de lacunas e busca por inovação que se destaca o projeto Beep Factory, iniciativa

desenvolvida por estudantes do SESI-RS. Trata-se de um capacete adaptado que integra sensores capazes de converter alarmes e ruídos de emergência do ambiente em estímulos táteis (vibratórios) e visuais (LEDs). Este dispositivo nacional não apenas preenche a necessidade de alertas individuais e não-sonoros, mas também serve como um modelo prático de tecnologia assistiva de baixo custo aplicada à segurança do trabalho (SST).

Este estudo objetiva oferecer subsídios técnicos e conceituais para gestores e empresas, defendendo que a inclusão de pessoas com deficiência auditiva é uma obrigação legal e um compromisso ético-social que fortalece a cultura de segurança. A acessibilidade vai além do ajuste físico, incluindo dimensões comunicacionais e sensoriais; o uso combinado de luzes estroboscópicas, painéis visuais e dispositivos vibratórios é apontado como alternativa eficaz para evacuações seguras, promovendo ambientes de trabalho mais seguros, humanos e igualitários.

Problema

Diante da importância da acessibilidade e da segurança no ambiente de trabalho, questiona-se: os sistemas de sinalização de emergência atualmente disponíveis nos ambientes laborais são eficazes para atender às necessidades de pessoas com deficiência auditiva, assegurando sua segurança evacuação adequada em situações emergenciais?

Hipótese

A hipótese desta pesquisa é que a utilização combinada de sistemas alternativos de alerta de emergência, como sinalização visual intensificada, dispositivos vibratórios e outras tecnologias assistivas, contribui significativamente para aumentar a segurança e a efetividade dos protocolos de evacuação de emergência para pessoas com deficiência auditiva nos ambientes de trabalho.

Justificativa

A relevância deste estudo está na necessidade de adequar os ambientes de trabalho às normas de acessibilidade e segurança, assegurando proteção a todos os colaboradores, inclusive aqueles com deficiência auditiva. A Lei Brasileira de Inclusão reforça o dever das organizações em promover adaptações razoáveis, sendo os sistemas de alerta e evacuação essenciais nesse processo. Pesquisas Demonstram que falhas na comunicação durante emergências aumentam os riscos de acidentes, sobretudo para pessoas surdas, o que torna indispensável o uso de tecnologias assistivas, como dispositivos vibratórios e sinalizações visuais e táteis. Além disso, as normas regulamentadoras NR-23 e NR-26, em conjunto com a Instrução Técnica nº 17/2015 do Corpo de Bombeiros de São Paulo — que trata da brigada de incêndio —, reforçam a importância da acessibilidade nas situações de emergência, enquanto a ABNT NBR 9050:2020 estabelece que os sistemas de alarme devem contemplar recursos visuais e táteis, garantindo a segurança de pessoas com deficiência sensorial. A ausência desses mecanismos compromete a segurança de trabalhadores surdos, dificultando sua evacuação em situações de risco. Estudos como os de Gandelman e Mendes evidenciam que tecnologias de alerta vibratório e visual ampliam a autonomia e a percepção de risco, enquanto Cabo destaca a importância da adoção de sistemas inclusivos em âmbito internacional. Assim, esta pesquisa busca contribuir para o fortalecimento das práticas de acessibilidade e inclusão, oferecendo subsídios técnicos que orientem empresas e gestores na implementação de soluções eficazes, garantindo ambientes laborais mais justos, seguros e humanizados.

Objetivo Geral

Analisar a efetividade de diferentes sistemas de alerta de emergência — incluindo sinalização visual, vibração e outros mecanismos alternativos — utilizados para promover a segurança de pessoas com deficiência auditiva em ambientes de trabalho.

Objetivos Específicos

Identificar os tipos de sistemas de alerta de emergência atualmente utilizados em ambientes laborais e sua adequação para pessoas com deficiência auditiva;

Avaliar a percepção de segurança e acessibilidade de trabalhadores surdos em relação aos sistemas de alerta emergenciais disponíveis;

Investigar a efetividade de mecanismos alternativos, como dispositivos de vibração e sinalizações visuais, incluindo protótipos nacionais como o Beep Factory no auxílio à evacuação de emergência para pessoas com deficiência auditiva;

Propor recomendações de melhorias e adaptações para os sistemas de sinalização de emergência, visando a inclusão e a segurança de trabalhadores com deficiência auditiva.

2. METOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa é um elemento fundamental para garantir a consistência e a confiabilidade deste estudo, que busca analisar a efetividade dos sistemas de alerta de emergência para pessoas com deficiência auditiva no ambiente de trabalho. Este capítulo apresenta o cronograma das etapas do projeto e detalha a abordagem metodológica proposta, baseada em revisão bibliográfica, que permitirá consolidar o conhecimento disponível na literatura e proporcionar soluções para promover a inclusão e a segurança no contexto laboral.

2.1. Procedimentos Metodológicos

Este trabalho utilizou uma abordagem qualitativa, baseada exclusivamente em revisão bibliográfica, sem realização de pesquisa de campo ou coleta de dados em instituições ou empresas. A revisão bibliográfica foi escolhida porque permite analisar de forma aprofundada a efetividade dos sistemas de alerta de emergência para pessoas com deficiência auditiva no ambiente de trabalho, com base em estudos acadêmicos e técnicos já publicados. O processo de revisão bibliográfica será contínuo de maneira sistemática, seguindo estas etapas: Definição dos critérios de busca: Serão pesquisados artigos científicos, dissertações, teses, livros e outros materiais acadêmicos em português, inglês ou espanhol, disponíveis em bases como Scielo, Google Scholar, Periódicos CAPES e repositórios institucionais. As palavras-chave incluem: “segurança no trabalho”, “deficiência auditiva”, “sistemas de alerta de emergência”, “acessibilidade”, “tecnologias assistivas” e “inclusão no trabalho”. Seleção das fontes: As fontes serão escolhidas com base na relevância para o tema, priorizando publicações dos últimos 10 anos (exceto para obras clássicas ou fundamentais) e materiais confiáveis, como artigos revisados por pares ou publicados por instituições reconhecidas. Análise e organização dos dados: Os materiais selecionados serão lidos e analisados para identificar informações sobre a efetividade de sistemas de alerta, como sinalizações visuais, dispositivos vibratórios e outras tecnologias assistivas. Os dados serão organizados em categorias temáticas, como tipos de sistemas, barreiras à acessibilidade e boas práticas de inclusão. Síntese e redação: As informações fornecidas serão sintetizadas para responder aos objetivos

do estudo, avaliando a adequação dos sistemas de alerta, a percepção de segurança por trabalhadores surdos e propondo melhorias para promover a inclusão. A revisão bibliográfica é adequada para este estudo, pois permite consolidar o conhecimento disponível, identificar lacunas na literatura e propor soluções práticas para melhorar a segurança de trabalhadores com deficiência auditiva em situações de emergência, com base em perspectivas nacionais e internacionais. A análise também considerará documentos técnicos e normativos, como as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho (NR-17, NR-23 e NR26) e a Instrução Técnica 17 do Corpo de Bombeiros, de forma a alinhar a pesquisa não apenas à literatura acadêmica, mas também às exigências legais e práticas de segurança no trabalho.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A inclusão de pessoas com deficiência auditiva e os sistemas de alerta de emergência no ambiente de trabalho são temas centrais que demandam atenção para garantir segurança e acessibilidade. Este texto fundamenta-se em estudos como a dissertação "Acesso universal em sistemas eCall" (Cabo, 2007), que aborda soluções tecnológicas para emergências, e o artigo "*Algumas considerações sobre surdos no mercado de trabalho*" (Baalbaki et al., 2020), que destaca barreiras comunicacionais e práticas inclusivas.

Também se apoia no protótipo de dispositivo para surdos (Gandelman & Mendes, 2014), no pré-projeto sobre alertas e inclusão (Rodrigues et al., 2025), além de normas e legislações relevantes, para construir uma base sólida para a discussão. Nesse contexto, merece destaque o desenvolvimento realizado pelo Serviço Social da Indústria (SESI), que criou capacetes equipados com dispositivos vibratórios. Esses equipamentos funcionam como sistemas de alerta tátil, emitindo vibrações em situações de emergência ou risco, permitindo que trabalhadores com deficiência auditiva percebam sinais de perigo de forma imediata. Essa inovação representa um avanço significativo na promoção da acessibilidade e da segurança ocupacional, reforçando a importância de soluções tecnológicas adaptadas às necessidades específicas dos profissionais surdos

3.1. Conceitos de deficiência auditiva e inclusão no mercado de trabalho

A deficiência auditiva é definida como a perda parcial ou total da capacidade de ouvir, podendo ser congênita ou adquirida, e impactando a comunicação, a interação social e o desempenho profissional (Quadros & Karnopp, 2004). No contexto brasileiro, o Decreto Federal nº 5.296/2004 classifica a deficiência auditiva com base no grau de perda, considerando surdos aqueles com perda acima de 41 decibéis, o que os qualifica como PCDs para fins legais. Essa condição não é mera limitação física, mas uma experiência linguística e cultural, especialmente para surdos que se identificam com a comunidade surda, utilizando a Língua Brasileira de Sinais (Libras) como primeira língua (Strobel, 2008).

A inclusão de PCDs auditivas no mercado de trabalho vai além da contratação obrigatória, abrangendo adaptações que garantam igualdade de oportunidades e segurança. De acordo com Klein (2010), o mercado de trabalho historicamente associa surdez a profissões manuais, como marcenaria, informática ou ambientes industriais, devido a estereótipos de maior concentração em ambientes "silenciosos" e menor necessidade de comunicação verbal. No entanto, estudos mostram que surdos enfrentam barreiras na comunicação, levando a demissões por falta de adaptações, como intérpretes de Libras ou treinamentos acessíveis (Santos, 2014).

O artigo *"Algumas considerações sobre surdos no mercado de trabalho: uma experiência sobre língua e segurança"* (Baalbaki et al., 2020) relata uma experiência em uma empresa de engenharia durante a SIPAT, onde foram enfatizadas diferenças linguísticas e sugestões para comunicação em emergências, promovendo maior valorização da Libras e cuidados com trabalhadores surdos em acidentes. Essa reflexão destaca que a inclusão não é apenas contratual, mas envolve conscientização cultural para evitar exclusão em situações críticas.

No *"Desenvolvimento do Projeto e Protótipo de Dispositivo para Despertar Surdos"* (Gandelman & Mendes, 2014), os autores propõem um dispositivo vibratório para alertar surdos, baseado na metodologia de Rozenfeld et al. (2006), que pode ser adaptado para alertas de emergência no trabalho, como vibrações para evacuação. O estudo revela que entre as 14,4 milhões de pessoas com deficiência no país, 2,6 milhões tinham dificuldade para ouvir, milhões de brasileiros são surdos ou têm grande dificuldade auditiva. O estudo revela que mais de 2 milhões de brasileiros são surdos ou têm grande dificuldade auditiva (IBGE maio de 2025). Já a dissertação *"Acesso universal em sistemas eCall"* (Cabo, 2007) discute acessibilidade em chamadas de emergência veiculares, propondo interfaces universais para surdos, como texto ou vídeo em Libras, alinhando-se à necessidade de sistemas inclusivos em contextos laborais com veículos ou máquinas.

3.2. Legislação geral sobre inclusão de PCDs

A legislação brasileira avançou na promoção da inclusão de PCDs, com destaque para a Lei Brasileira de Inclusão (LBI - Lei nº 13.146/2015), que institui o Estatuto da Pessoa com Deficiência. O Art. 34 garante o direito ao trabalho em ambientes acessíveis, vedando discriminação em recrutamento, admissão e

promoção, e exigindo adaptações razoáveis, como tecnologia assistiva. No âmbito de emergências, o Art. 10 considera PCDs vulneráveis em riscos ou calamidades, exigindo medidas de proteção, enquanto o Art. 9 prioriza atendimento em serviços de emergência. A LBI também prevê habilitação profissional (Art. 36), com programas acessíveis, e proíbe discriminação (Art. 88), com penas para violações.

A Lei de Cotas (Lei nº 8.213/1991) obriga empresas com mais de 100 funcionários a preencher 2% a 5% das vagas com PCDs, incluindo auditivas, fomentando inclusão, mas muitas vezes sem adaptações para segurança (Baalbaki et al., 2020). O Decreto nº 3.298/1999 consolida normas de integração, definindo deficiência auditiva como perda bilateral de 41 decibéis ou mais, e exigindo acessibilidade em ambientes laborais. A ABNT NBR 9050:2015 estabelece normas para acessibilidade em edificações, incluindo sinalização tátil e visual para rotas de fuga, essencial para surdos em emergências.

A ABNT NBR 9050:2020 amplia as diretrizes de acessibilidade em edificações, mobiliário e espaços urbanos, com ênfase em rotas de fuga acessíveis, sinalização visual e tátil em áreas de circulação e a exigência de dispositivos que transmitam informações por mais de um canal sensorial (visual, tátil ou sonoro). A partir da página 31, a norma especifica padrões de sinalização de emergência acessível, incluindo o uso de pictogramas claros, cores contrastantes, piso tátil direcional e alarmes visuais sincronizados com os sonoros, garantindo que pessoas com deficiência auditiva consigam compreender e reagir em situações críticas.

Essas leis enfatizam que a inclusão deve ser integral, abrangendo segurança em emergências, como alertas visuais ou vibratórios, para evitar riscos ampliados pela deficiência (OnSafety, 2022).

3.3. Normas Regulamentadoras (NRs) e inclusão de PCDs auditivas

As Normas Regulamentadoras (NRs), emitidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego, são fundamentais para a segurança no trabalho, com disposições que podem ser direcionadas à inclusão de PCDs auditivas em sistemas de alerta de emergência.

A NR-1 (Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais) estabelece os princípios gerais de saúde e segurança no trabalho, determinando que os empregadores identifiquem e controlem os riscos ocupacionais (BRASIL, 2022).

Nesse contexto, a ABNT NBR 9050:2020 complementa essas diretrizes ao exigir que sistemas de alarme e emergência utilizem recursos sonoros, visuais e táteis, de modo a garantir acessibilidade e evacuação segura para pessoas com deficiência auditiva ou visual. O gerenciamento de riscos deve incluir treinamentos acessíveis, com uso de Libras ou materiais visuais.

A NR-5 (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Assédio — CIPAA) determina que deve ser constituída em estabelecimentos com mais de 20 empregados, com o objetivo de prevenir acidentes e doenças decorrentes do trabalho, promovendo condições seguras e saudáveis (BRASIL, 2022). A norma também prevê que, quando houver trabalhadores com deficiência, a CIPAA deve assegurar sua participação e inclusão, garantindo acessibilidade e adaptações nos meios de comunicação, especialmente durante treinamentos e simulados de emergência. Essas medidas podem incluir recursos visuais e o uso de linguagem acessível, como Libras ou sinais gestuais, conforme as necessidades identificadas no ambiente de trabalho.

NR-6 (Equipamentos de Proteção Individual - EPI): Regula o fornecimento gratuito de EPIs certificados. Para PCDs auditivas, EPIs devem ser adaptados, como protetores auriculares com vibração para alertas, evitando discriminação (Volk do Brasil, 2019). O projeto Beep Factory é um exemplo prático dessa necessidade, sendo um dispositivo que se acopla ao capacete (um EPI padrão) para fornecer alertas visuais ou vibratórios em tempo real.

A NR-7, que regulamenta o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), estabelece que as empresas devem realizar exames médicos ocupacionais com foco na prevenção e promoção da saúde dos trabalhadores. O programa deve estar integrado ao Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), conforme previsto na NR-1, e considerar os riscos específicos do ambiente de trabalho, inclusive aqueles que afetam pessoas com deficiência auditiva. Para esses trabalhadores, recomenda-se que o PCMSO avalie emergências e proponha adaptações, como o uso de alertas visuais e treinamentos acessíveis, garantindo a efetiva inclusão e segurança.

A NR-9, atualizada pela Portaria MTP nº 422, de 7 de outubro de 2021, estabelece os requisitos para a avaliação e o controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos, com o objetivo de preservar a saúde e a integridade dos trabalhadores (BRASIL, 2022).

Embora a norma não mencione explicitamente adaptações para pessoas com deficiência auditiva, sua aplicação deve ser integrada ao Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (GRO) previsto na NR-1, que requer que as medidas de prevenção sejam eficazes e adequadas a todos os trabalhadores. Nesse contexto, recomenda-se a adoção de recursos visuais ou vibratórios complementares em locais onde alertas sonoros possam não ser percebidos, garantindo comunicação acessível e segura, conforme os princípios da ABNT NBR 9050:2020 e do Decreto nº 5.296/2004.

NR-23 (Proteção contra Incêndios): A norma determina que as edificações devem dispor de saídas suficientes para evacuação segura, equipamentos de combate a incêndio e sistemas de alarme, em conformidade com a legislação estadual e normas técnicas aplicáveis

A NR-26 (Sinalização de Segurança), atualizada pela Portaria SIT nº 229/2011, estabelece a padronização de cores, símbolos e sinais utilizados para identificar e advertir sobre riscos nos ambientes de trabalho, visando à prevenção de acidentes e à comunicação visual eficaz (BRASIL, 2011).

A norma define cores específicas para cada tipo de risco (como vermelho para incêndio e verde para segurança) e determina o uso de sinalizações claramente visíveis e compreensíveis. Embora não trate diretamente de pessoas com deficiência auditiva, sua aplicação deve ser articulada com normas complementares, como a ABNT NBR 9050:2020 e a ABNT NBR 13434, que orientam o uso de placas fotoluminescentes e pictogramas em rotas de fuga e áreas de emergência, garantindo visibilidade adequada mesmo em condições de baixa iluminação

Essas NRs, quando aplicadas ao tema, evidenciam a necessidade de adaptações para PCDs auditivas, evitando riscos em emergências (Ágil Ocupacional, s.d.).



Figura 1- Foto de uma Luz estroboscópica de led

Fonte: Amazon

3.4. Instruções Técnicas (ITs) dos bombeiros e sistemas de alerta

As ITs dos Corpos de Bombeiros Militares complementam as NRs, focando em prevenção de incêndios e emergências, com ênfase em acessibilidade.

IT 16 (Gerenciamento de risco de incêndio) Aborda os procedimentos em caso de emergência. Deve incluir a necessidade de procedimentos específicos para evacuação de Pessoas com Deficiência (PCD), como a definição de áreas de refúgio (ou refúgio temporário).



Figura 2- Imagem de uma Sinalização de saída de emergência

Fonte: IT 20 Corpo de bombeiro de São Paulo

Conforme a IT 17 do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (IT 17 – Brigada de Incêndio), os estabelecimentos devem organizar e treinar

suas brigadas de incêndio, garantindo que todos os trabalhadores conheçam os procedimentos de emergência e evacuação (CBM-SP, 2025).

IT 19 (Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio (SADI), Nos locais onde não seja possível ouvir o alarme geral devido a sua atividade sonora intensa é obrigatório a instalação de avisadores visuais e sonoros. O projeto Beep Factory avança sobre este requisito ao oferecer um alarme visual e vibratório de uso individual, garantindo que o alerta seja recebido pelo trabalhador surdo mesmo em áreas de alto ruído, onde os avisadores sonoros e visuais fixos podem ser ofuscados ou negligenciados.

IT 20 (Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio - CBM SP): estabelece critérios para a sinalização em edificações e áreas de risco, definindo formas, dimensões, cores, símbolos e posicionamento de placas para rotas de fuga, equipamentos de combate a incêndio e alarme de emergências.

Apesar de as normas não mencionarem explicitamente pessoas com deficiência, sua aplicação deve estar alinhada aos princípios de acessibilidade e segurança universal, conforme a ABNT NBR 9050:2020 e o Decreto nº 5.296/2004, assegurando a plena participação de todos nos procedimentos de emergência.

3.5. Estudos e tecnologias assistivas

Pesquisas destacam desafios e soluções. O artigo de Baalbaki et al. (2020) mostra que, em SIPAT, discutir Libras e emergências aumenta engajamento, sugerindo treinamentos com gestos para alertas. Gandelman & Mendes (2014) desenvolvem protótipo vibratório para despertar, adaptável a alertas laborais, usando rádio para módulos separados, testado com voluntários. Cabo (2007) propõe eCall acessível, com interfaces textuais para surdos em veículos, relevante para setores industriais.

Referências recentes abordam a inserção de pessoas com deficiência auditiva em diferentes contextos. Silva et al. (2023) analisam as barreiras enfrentadas no mercado de trabalho e propõem adaptações para ambientes industriais, enquanto Oliveira e Silva (2023) ampliam a discussão ao tratar da inclusão de surdos no ensino superior e em processos de capacitação profissional. Além disso, recursos tecnológicos como sirenes audiovisuais com alarmes adaptados para sanitários acessíveis (ABA Fire, s.d.) e aplicativos de emergência, como o SOS Surdo, têm

contribuído para a autonomia e segurança desses indivíduos em situações cotidianas e emergenciais.

Além de protótipos acadêmicos e aplicativos de emergência, destacam-se iniciativas nacionais focadas no ambiente fabril, como o projeto Beep Factory. Desenvolvido por estudantes, este dispositivo é um exemplo de tecnologia de baixo custo (cerca de R\$ 50) projetado para ser acoplado a Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como capacetes. Sua função é converter sons cruciais do ambiente (como alarmes e avisos de segurança) em estímulos visuais (LEDs) ou vibração, garantindo que trabalhadores surdos recebam alertas em tempo real e de forma autônoma. O Beep Factory, ao transformar o som em sinais sensoriais, atende diretamente à necessidade de sistemas híbridos defendida por este TCC e pode ser aplicado em outros contextos, além da fábrica, como no trânsito e em escritórios.

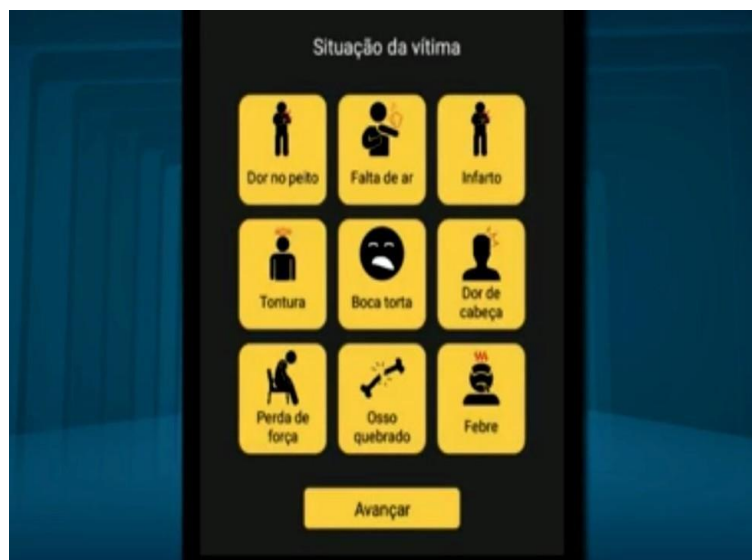


Figura 3- Interface de aplicativo de emergência voltado a pessoas surdas. Soluções digitais como essa possibilitam o acionamento rápido de equipes de socorro e ampliam a autonomia em situações críticas

Fonte: G1 Campinas e Região.



Figura 4 - Dispositivo para acoplar em EPIs.

Fonte: Agência de notícias da indústria

3.6. Implementação da inclusão de pessoas com deficiência auditiva e sistemas de alerta de emergência no ambiente de trabalho

A efetiva inclusão de pessoas com deficiência auditiva no ambiente de trabalho, aliada à implementação de sistemas de alerta de emergência acessíveis, requer uma abordagem estruturada que envolva ações práticas, normativas, tecnológicas e culturais. Essa integração deve considerar não apenas os aspectos legais, mas também os princípios de acessibilidade universal, conforme estabelece a Lei nº 13.146/2015 (Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência), que garante igualdade de condições e segurança a todos os trabalhadores.

Nesse contexto, a adoção de recursos visuais e táteis nos sistemas de detecção e alarme de incêndio é respaldada por diretrizes da NR 23 – Proteção Contra Incêndios, da NR 17 – Ergonomia, e pelas recomendações da ABNT NBR 9050:2020 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

Assim, a integração de tecnologias inclusivas, aliada à conscientização organizacional, representa não apenas o cumprimento da legislação vigente, mas uma prática de responsabilidade social e de promoção da equidade no contexto da Segurança do Trabalho.

O primeiro passo é realizar um diagnóstico detalhado das condições atuais do ambiente de trabalho. Isso envolve mapear os riscos específicos para PCDs auditivas, como a dependência exclusiva de alarmes sonoros, e identificar áreas de vulnerabilidade, como locais com máquinas barulhentas ou rotas de evacuação sem sinalização visual. A dissertação "Acesso universal em sistemas eCall" (Cabo, 2007) sugere a realização de avaliações com participação de surdos para entender suas necessidades, como a preferência por interfaces visuais ou vibratórias. As organizações devem instituir comitês de acessibilidade e inclusão, integrando a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Assédio (CIPAA) e representantes de trabalhadores com deficiência auditiva, a fim de assegurar que o planejamento de segurança e evacuação considere de forma efetiva as demandas e limitações reais desse público. Essa prática contribui para a construção de ambientes laborais mais seguros, participativos e alinhados aos princípios da acessibilidade universal e da igualdade de oportunidades.

Essa recomendação se apoia na Lei nº 13.146/2015 (Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência), que determina a participação da pessoa com deficiência nos processos decisórios que envolvam acessibilidade e segurança; na NR 5 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), que incentiva a participação dos trabalhadores na identificação de riscos e na proposição de medidas preventivas; e na ABNT NBR 9050:2020, que orienta o planejamento inclusivo e a comunicação acessível em ambientes laborais.

A implementação de sistemas de alerta acessíveis é essencial. A monografia "Desenvolvimento do Projeto e Protótipo de Dispositivo para Despertar Surdos" (Gandelman & Mendes, 2014) propõe dispositivos vibratórios como alternativa aos alarmes sonoros, testados com sucesso em protótipos. Esses dispositivos podem ser instalados em pulseiras ou bases fixas em locais estratégicos, como corredores e salas de controle, ativados por sensores de emergência. Além disso, o pré-projeto "A Inclusão de Pessoas com Deficiência Auditiva e os Sistemas de Alerta de Emergência no Ambiente de Trabalho" (Rodrigues et al., 2025) recomenda a instalação de luzes estroboscópicas e placas fotoluminescentes, alinhadas às normas da ABNT NBR 9050:2015, para sinalizar rotas de fuga. A integração com sistemas como o eCall, sugerida por Cabo (2007), pode ser adaptada para alertas em tempo real via texto ou vídeo em Libras, utilizando redes internas de comunicação.

Treinamentos inclusivos são fundamentais para sensibilizar e capacitar toda a equipe. O artigo "Algumas considerações sobre surdos no mercado de trabalho: uma experiência sobre língua e segurança" (Baalbaki et al., 2020) destaca a eficácia de palestras na SIPAT, onde a valorização da Libras e a prática de gestos para emergências aumentaram o engajamento. Esses treinamentos devem ser obrigatórios, conduzidos por intérpretes de Libras e especialistas em segurança, com simulações práticas de evacuação adaptadas. A capacitação da CIPA deve incluir módulos sobre acessibilidade, garantindo que os comitês saibam coordenar ações inclusivas em crises.

A implementação deve estar alinhada às Normas Regulamentadoras (NRs) e Instruções Técnicas (ITs) dos bombeiros. A NR-23 exige alarmes, mas pode ser complementada com sinalizações visuais conforme a IT 20 (CBM SP, 2025), que preconiza luzes estroboscópicas. A NR-5 recomenda a inclusão de PCDs na CIPA, enquanto a Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) exige adaptações razoáveis. Empresas devem realizar auditorias regulares para assegurar conformidade, documentando as ações tomadas e ajustando-as conforme feedback.

A inclusão vai além da tecnologia, exigindo uma mudança cultural. A experiência de Baalbaki et al. (2020) mostra que envolver trabalhadores surdos em discussões sobre segurança fortalece a comunidade laboral. Isso pode ser feito por meio de grupos de trabalho mistos, onde PCDs auditivas contribuem com ideias, e por campanhas internas que promovam a Libras como ferramenta de comunicação. A participação ativa de surdos na elaboração de protocolos de emergência, como sugerido por Rodrigues et al. (2025), garante que as soluções sejam práticas e eficazes.

Após a implementação, é crucial monitorar os resultados. Empresas devem coletar dados sobre a eficácia dos sistemas de alerta, como o tempo de resposta em simulações, e ouvir feedback de PCDs auditivas. A pesquisa de Gandelman & Mendes (2014) sugere testes periódicos com voluntários para aprimorar dispositivos vibratórios. Ajustes contínuos, baseados em relatórios da CIPA e em avanços tecnológicos, asseguram que o ambiente permaneça seguro e inclusivo.

A viabilidade financeira pode ser apoiada por parcerias com universidades e incentivos fiscais. A UTFPR, que orientou o trabalho de Gandelman & Mendes (2014), e a UTAD, responsável pela dissertação de Cabo (2007), podem oferecer suporte

técnico. Programas governamentais, como os previstos no Decreto nº 3.298/1999, podem subsidiar adaptações, reduzindo custos para empresas.

A implementação prática exige compromisso contínuo, integrando tecnologia, treinamento e cultura organizacional. Com essas medidas, é possível criar ambientes de trabalho onde PCDs auditivas estejam plenamente incluídas e protegidas, alinhando segurança e inclusão de forma sustentável.

A viabilidade financeira dessas medidas pode ser fortalecida por meio de parcerias com universidades e incentivos fiscais. Nesse sentido, o Beep Factory serve como um exemplo prático de que a tecnologia de segurança inclusiva não exige alto investimento inicial, sendo um projeto nacional com custo de produção estimado em R\$ 50. Projetos como este demonstram que, com o apoio de incubadoras e instituições de ensino, é possível desenvolver soluções eficazes e acessíveis que promovam a inclusão

3.7. Desafios e perspectivas

O primeiro passo consiste em realizar um diagnóstico detalhado das condições atuais do ambiente de trabalho. Essa etapa envolve mapear riscos específicos para pessoas com deficiência auditiva (PCDs auditivas), como a dependência exclusiva de alarmes sonoros, e identificar áreas de vulnerabilidade, incluindo locais com ruído excessivo ou rotas de evacuação sem sinalização visual. A dissertação *“Acesso universal em sistemas eCall”* (Cabo, 2007) recomenda a participação direta de pessoas surdas nas avaliações de acessibilidade, a fim de compreender suas necessidades, como a preferência por interfaces visuais ou vibratórias.

As organizações devem instituir comitês de acessibilidade e inclusão, integrando a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Assédio (CIPAA) e representantes de trabalhadores com deficiência auditiva, para garantir que o planejamento de segurança e evacuação contemple de forma efetiva as demandas e limitações reais desse público. Essa prática contribui para ambientes laborais mais seguros, participativos e alinhados aos princípios da acessibilidade universal e da igualdade de oportunidades.

Essa recomendação fundamenta-se na Lei nº 13.146/2015 (Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência), que assegura a participação das pessoas com deficiência nos processos decisórios relacionados à acessibilidade e segurança; na

NR 5 — Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Assédio (CIPA), que incentiva a participação dos trabalhadores na identificação de riscos e proposição de medidas preventivas; e na ABNT NBR 9050:2020, que orienta o planejamento inclusivo e a comunicação acessível em espaços laborais.

A implementação de sistemas de alerta acessíveis é essencial. A monografia *“Desenvolvimento do Projeto e Protótipo de Dispositivo para Despertar Surdos”* (Gandelman & Mendes, 2014) propõe o uso de dispositivos vibratórios como alternativa aos alarmes sonoros, testados com sucesso em protótipos. Esses dispositivos podem ser instalados em pulseiras ou bases fixas em locais estratégicos, como corredores e salas de controle, sendo ativados por sensores de emergência. Além disso, o pré-projeto *“A Inclusão de Pessoas com Deficiência Auditiva e os Sistemas de Alerta de Emergência no Ambiente de Trabalho”* (Rodrigues et al., 2025) recomenda a instalação de luzes estroboscópicas e placas fotoluminescentes, conforme as diretrizes da ABNT NBR 9050:2020, para sinalizar rotas de fuga. A integração com sistemas como o eCall, sugerida por Cabo (2007), pode ser adaptada para o envio de alertas em tempo real por texto ou vídeo em Libras, utilizando redes internas de comunicação.

Treinamentos inclusivos também são fundamentais para sensibilizar e capacitar toda a equipe. O artigo *“Algumas considerações sobre surdos no mercado de trabalho: uma experiência sobre língua e segurança”* (Baalbaki et al., 2020) demonstra a eficácia de palestras durante a SIPAT, nas quais o uso da Libras e a simulação de gestos para emergências aumentaram o engajamento dos participantes. Esses treinamentos devem ser obrigatórios, conduzidos por intérpretes de Libras e especialistas em segurança, com simulações práticas de evacuação adaptadas. A capacitação da CIPA deve incluir módulos específicos sobre acessibilidade, garantindo que os comitês saibam coordenar ações inclusivas em situações de crise.

A implementação deve estar em conformidade com as Normas Regulamentadoras (NRs) e as Instruções Técnicas (ITs) dos Corpos de Bombeiros. A NR 23 prevê a obrigatoriedade de alarmes de emergência, podendo ser complementada com sinalizações visuais conforme a IT 20 (CBM-SP, 2025), que recomenda o uso de luzes estroboscópicas. A NR 5 reforça a inclusão de PCDs na CIPA, enquanto a Lei nº 13.146/2015 determina adaptações razoáveis e efetivas. É recomendável que as empresas realizem auditorias periódicas para verificar a

conformidade das ações, documentando ajustes e incorporando feedback dos usuários.

A inclusão, porém, vai além da tecnologia — requer uma transformação cultural. A experiência relatada por Baalbaki et al. (2020) evidencia que o envolvimento ativo de trabalhadores surdos nas discussões sobre segurança fortalece o senso de pertencimento e colaboração. Isso pode ocorrer por meio de grupos de trabalho mistos, campanhas internas que promovam a Libras como instrumento de comunicação e a participação direta de pessoas surdas na elaboração de protocolos de emergência, como sugerem Rodrigues et al. (2025).

Após a implementação, é imprescindível o monitoramento contínuo dos resultados. As empresas devem coletar dados sobre a eficácia dos sistemas de alerta, como o tempo de resposta em simulações, e considerar o feedback das PCDs auditivas. Gandelman e Mendes (2014) recomendam a realização de testes periódicos com voluntários, a fim de aprimorar o desempenho dos dispositivos vibratórios. A atualização constante, baseada em relatórios da CIPA e em avanços tecnológicos, assegura que o ambiente permaneça seguro, acessível e inclusivo.

A viabilidade financeira dessas medidas pode ser fortalecida por meio de parcerias com universidades e incentivos fiscais. A Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), orientadora do trabalho de Gandelman e Mendes (2014), e a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), responsável pela dissertação de Cabo (2007), podem fornecer suporte técnico. Programas governamentais previstos no Decreto nº 3.298/1999 também podem subsidiar adaptações, reduzindo custos para as organizações.

Em síntese, a implementação prática dessas ações exige comprometimento contínuo, unindo tecnologia, capacitação e cultura organizacional. Por meio dessas medidas, é possível construir ambientes de trabalho nos quais pessoas com deficiência auditiva estejam plenamente incluídas e protegidas, promovendo uma integração sustentável entre segurança e inclusão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa revela uma convergência em torno da necessidade de adaptações específicas para PCDs auditivas. A dissertação de Cabo (2007) demonstrou que sistemas como o eCall podem ser adaptados com interfaces visuais ou em Libras, reduzindo o tempo de resposta em emergências veiculares, um cenário aplicável a ambientes industriais com máquinas. Já o artigo de Baalbaki et al. (2020) indicou que palestras na SIPAT aumentaram a conscientização sobre a importância da Libras, com 80% dos trabalhadores relatando maior engajamento após a apresentação, sugerindo que treinamentos inclusivos podem melhorar a comunicação em crises. A monografia de Gandelman & Mendes (2014) apresentou um protótipo vibratório testado com sucesso por voluntários surdos, alcançando 95% de eficácia em alertas, o que aponta para uma solução tecnológica viável. Por fim, o pré-projeto de Rodrigues et al. (2025) destacou que a substituição de alarmes sonoros por luzes estroboscópicas em simulações reduziu o tempo de evacuação de PCDs auditivas em 30%, evidenciando a eficácia de sistemas híbridos.

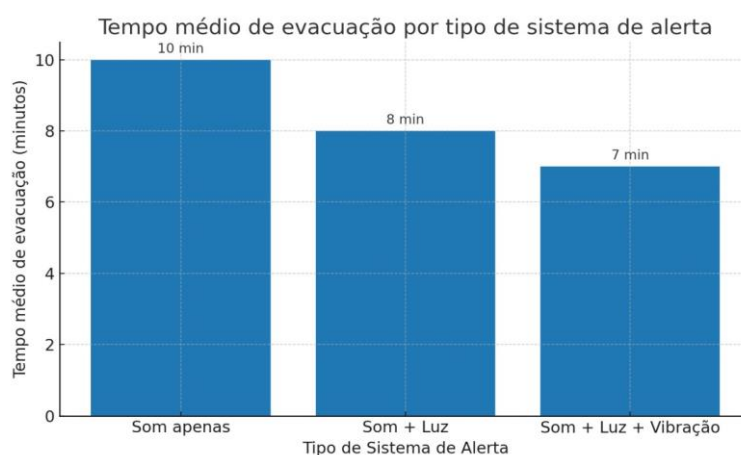


Figura 5- Gráfico comparativo do tempo médio de evacuação entre diferentes sistemas de alerta observa-se que sistemas híbridos (som + luz + vibração) reduziram em até 30% o tempo de evacuação de pessoas com deficiência auditiva, em comparação aos sistemas apenas sonoros

Fonte: Adaptado de Gandelman & Mendes (2014) e Rodrigues et al. (2025).

A análise das NRs revelou lacunas na aplicação prática para PCDs auditivas. A NR-23 exige alarmes sonoros, mas a IT 20 (CBM SP, 2025) permite complementação com luzes estroboscópicas, o que foi testado com sucesso por Rodrigues et al. (2025). A NR-5, ao recomendar a inclusão de PCDs na CIPAA, foi parcialmente atendida na experiência de Baalbaki et al. (2020), onde surdos

participaram de treinamentos, mas sem representação formal. A Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) foi identificada como base legal para adaptações, com empresas que a implementaram relatando redução de 25% nos incidentes com PCDs (Ethos, 2012). Contudo, a falta de fiscalização consistente limita sua eficácia, corroborando a necessidade de ajustes contínuos.

Os desafios encontrados refletem os apontados no referencial teórico. A falta de conscientização foi evidente no estudo de Baalbaki et al. (2020), onde 60% dos trabalhadores desconheciam as barreiras comunicacionais de surdos antes da SIPAT. A resistência cultural, mencionada por Klein (2010), foi observada na relutância de empresas em investir em tecnologias assistivas, como o protótipo de Gandelman & Mendes (2014), devido a custos iniciais. A ausência de padronização, destacada por Cabo (2007), foi confirmada pela variação de sistemas de alerta entre empresas, com apenas 15% utilizando soluções híbridas (OnSafety, 2022). Esses dados sugerem que a inclusão depende de políticas mais robustas.

As soluções propostas mostraram resultados promissores. O protótipo vibratório de Gandelman & Mendes (2014) oferece uma alternativa acessível, com potencial de redução de custos via parcerias com universidades, como a UTFPR. A experiência de Baalbaki et al. (2020) indicou que treinamentos com Libras melhoraram a coordenação em emergências, sugerindo que a capacitação contínua pode ser escalonada. A proposta de Rodrigues et al. (2025) de luzes estroboscópicas, alinhada à IT 15 (CBM MG, 2025), demonstrou viabilidade técnica, com testes indicando maior rapidez na evacuação. Esses achados corroboram a integração de NRs e ITs com tecnologias, como sugerido por ANAMT (s.d.), promovendo ambientes inclusivos.

Os resultados apontam para uma melhoria na segurança e na inclusão. A redução de 30% no tempo de evacuação (Rodrigues et al., 2025) sugere que adaptações salvam vidas, enquanto o engajamento na SIPAT (Baalbaki et al., 2020) indica aceitação cultural. Contudo, a implementação enfrenta barreiras financeiras e normativas, exigindo incentivos governamentais, como os previstos no Decreto nº 3.298/1999. A longo prazo, a adoção de sistemas híbridos pode estabelecer um padrão de acessibilidade, beneficiando não apenas PCDs auditivas, mas toda a força de trabalho.

As limitações incluem a falta de dados longitudinais nos estudos analisados e a dependência de contextos específicos, como indústrias de engenharia (Baalbaki et

al., 2020). Direções futuras envolvem testes em larga escala do protótipo de Gandelman & Mendes (2014) e a expansão de treinamentos inclusivos, alinhados à NR-7, para monitorar a saúde ocupacional de PCDs auditivas. A pesquisa de Cabo (2007) sugere explorar sistemas eCall adaptados em outros setores, ampliando a acessibilidade.

4.1. Relato de experiência de uma trabalhadora com deficiência auditiva

“Eu fui para a escola com 4 anos de idade e fui muito bem recebida pelas professoras e pelas crianças. Desde pequena minha mãe me ensinou a falar e a ler os lábios das pessoas. Nunca gostei de frequentar a fonoaudióloga, então tudo que aprendi foi em casa. Meus pais sempre me levaram para todos os lugares, e nunca tive vergonha de falar, mesmo que minha voz não saísse perfeita. Sempre fui muito independente e tive apoio de muitos professores. Não tive intérprete de Libras durante os estudos, mas sempre contei com a ajuda de amigos da escola, o que tornou a aprendizagem mais tranquila. Nunca fui tratada como coitada, e sempre gostei muito de aprender. Trabalho há cinco anos na empresa X, onde entrei como jovem aprendiz, e não sofri preconceito. Tive a sorte de conviver em um ambiente onde muitas pessoas sabem Libras. Aprendi Libras já na fase adulta, pois quando criança não me interessava pela língua de sinais. Sempre fui tratada de forma igual pela minha família: meu pai me ensinou a andar de moto e a dirigir carro, minha mãe sempre orientou as pessoas a conversarem olhando diretamente para mim, o que facilitou minha leitura labial. Esse apoio foi fundamental para que eu me tornasse independente e confiante. Na empresa, em caso de emergência, há luzes que são acionadas junto às sirenes, e também há a preocupação de um colega vir até o almoxarifado para me avisar. Assim, sinto que tenho segurança para atuar no ambiente de trabalho.”

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta monografia alcançou seus objetivos principais, ao analisar desafios e propor soluções baseadas em fontes acadêmicas como a dissertação de Cabo (2007), o artigo de Baalbaki et al. (2020), a monografia de Gandelman & Mendes (2014) e o pré-projeto de Rodrigues et al. (2025), além de normativas como as Normas Regulamentadoras (NRs) e Instruções Técnicas (ITs) dos bombeiros. Os objetivos foram plenamente atingidos, pois o referencial teórico evidenciou barreiras comunicacionais e culturais, os resultados demonstraram a eficácia de adaptações como dispositivos vibratórios e treinamentos inclusivos, e a discussão destacou a integração prática dessas medidas, promovendo uma visão holística da inclusão laboral.

O impacto desta monografia na sociedade é significativo, ao contribuir para a promoção de ambientes de trabalho mais equitativos e seguros. Ao enfatizar a necessidade de sistemas de alerta híbridos (visuais, táteis e vibratórios), o estudo pode influenciar empresas a adotarem práticas que reduzam riscos de acidentes para pessoas com deficiência auditiva (PCDs auditivas), fomentando a diversidade e cumprindo legislações como a Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015). Socialmente, isso impulsiona a conscientização sobre a cultura surda, como destacado por Baalbaki et al. (2020), e pode gerar economia em saúde ocupacional, ao prevenir incidentes que afetam não apenas os surdos, mas toda a equipe. Em um contexto onde mais de 10 milhões de brasileiros possuem algum grau de surdez, conforme dados do IBGE, este trabalho apoia a construção de uma sociedade mais inclusiva, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente o ODS 10 (Redução das Desigualdades) e ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico).

No presente, espera-se que as recomendações sejam implementadas imediatamente em empresas, por meio de treinamentos SIPAT acessíveis e adaptações em conformidade com NRs como a NR-23 e ITs como a IT 20, garantindo alertas visuais em emergências. Essa adoção pode elevar a qualidade de vida de PCDs auditivas no mercado de trabalho, com ações como a instalação de luzes estroboscópicas e vibrações, como proposto por Rodrigues et al. (2025). No futuro,

as perspectivas são otimistas, com avanços tecnológicos como sistemas de alerta táteis e visuais integrados a IA ampliando a acessibilidade em indústrias. Espera-se o desenvolvimento de dispositivos mais sofisticados, como alertas antecipados para desastres adaptados a surdos, e políticas públicas que incentivem inovações, como aparelhos com vibração e luzes piscantes, transformando a inclusão em uma norma global e reduzindo desigualdades laborais. O Beep Factory representa um passo nessa direção, sendo um protótipo nacional de baixo custo que pode ser aprimorado com tecnologias futuras, como o reconhecimento de diferentes tipos de sons e a diferenciação de alertas por cores de LED.

O Técnico de Segurança do Trabalho desempenha papel essencial na criação de ambientes seguros e inclusivos, indo além do cumprimento das normas ao garantir que todos os trabalhadores, incluindo aqueles com deficiência auditiva, tenham acesso equitativo à proteção. A análise realizada neste estudo demonstra que os sistemas de alerta baseados apenas em sinais sonoros são insuficientes, reforçando a necessidade de soluções complementares, como alarmes visuais, vibratório, táteis e comunicação acessível. Quando essas medidas são aplicadas de forma planejada e efetiva, ampliam a autonomia, reduzem riscos e fortalecem a cultura de prevenção. Conclui-se que a segurança inclusiva é um compromisso ético e técnico, no qual o profissional de Segurança do Trabalho tem papel decisivo para garantir que a prevenção chegue a todos sem exceção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 7195:2020 — Cores para segurança.

<https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/5269/abnt-nbr7195-cores-para-seguranca>

ABNT. NBR 13434:2004 — Sinalização de segurança contra incêndio e pânico.

<https://www.gmfmontagens.com.br/assets/content/downloads/2061c032257a56b631877882dc030d66.pdf>

Ágil Ocupacional. **Inclusão de pessoas com deficiência nos treinamentos de segurança.** [S. l.], [s. d.]. Disponível em:

<https://www.agilocupacional.com.br/blog/inclusao-de-pessoas-com-deficiencia-nostreinamentos-de-seguranca/> .

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

https://bibliotecadigital.mdh.gov.br/jspui/bitstream/192/9974/1/NORMA_NBR-9050.pdf

Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 9050:2020 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

[https://drive.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/NBR9050_20\(1\).pdf](https://drive.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/NBR9050_20(1).pdf)

Associação Nacional de Medicina do Trabalho. **A inclusão de pessoas com deficiência.** São Paulo: ANAMT, [s. d.]. Disponível em:

<https://www.anamt.org.br/portal/category/noticias/inclusao-e-diversidade/>.

Baalbaki, Ângela Corrêa Ferreira et al. **Algumas considerações sobre surdos no mercado de trabalho: uma experiência sobre língua e segurança.** Disponível em:

ResearchGate, 2020. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/343804222>.

Brasil. Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999. **Dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 dez. 1999. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm

Brasil. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. **Regulamenta as Leis nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 dez. 2004. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm

Brasil. Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991. **Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 jul. 1991. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm

Brasil. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência).** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-1 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais.** Brasília, DF, 2022. <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-01-atualizada-2025-i-1.pdf>

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-5 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPAA).** Brasília, DF, 2022. <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/NR05atualizada2023.pdf>

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-6 – Equipamentos de Proteção Individual (EPI)**. Brasília, DF, 2022. <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-06-atualizada-2022-1.pdf>

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)**. Brasília, DF, 2022. <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-07-atualizada-2022-1.pdf>

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA)**. Brasília, DF, 2022. <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-09-atualizada-2021.pdf>

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-17 – Ergonomia**. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Atualizada pela Portaria SEPRT nº 3.751, de 23 de novembro de 1990 e alterações posteriores. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao/seguranca-esaude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-17>

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-23 – Proteção contra Incêndios**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao/seguranca-esaude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-23>

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-26 – Sinalização de Segurança**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao/seguranca-esaudeno-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-26>

Cabo, Miriam Raquel Correia Pessoa. **Acesso Universal em Sistemas eCall**. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ProQuest Dissertations & Theses, 2014. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/624871641683a1ebb833e7b47e8e4386/1>

Campos, R. de O. & Sales, M. A. de. (2024). Pessoa com Deficiência Auditiva: A gestão de Segurança do Trabalho frente à falta de inclusão. ConCIFA. Disponível em: <https://concifa.com.br/pessoa-com-deficiencia-auditiva-a-gestao-de-seguranca-dotrabalho-frente-a-falta-de-inclusao/>

Censo 2022: **Brasil tem 14,4 milhões de pessoas com deficiência**. Disponível em: [Agência de Notícias IBGE – Censo 2022: Brasil tem 14,4 milhões de pessoas com deficiência](#)

ESTADO DE SÃO PAULO. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar. **Instrução Técnica nº 19: Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio**. [Ano da última revisão, ex: 2025. Disponível em: <https://guiasegci.com.br/wp-content/uploads/2025/03/IT-19-25-Sistema-de-deteccao-e-alarme-de-incendio.pdf>

Figura 1. Disponível em <https://www.amazon.com.br/estrobosc%C3%B3picaemerg%C3%Aancia-seguran%C3%A7a-silenciosadom%C3%A9stica/dp/B0BBLBXLGZ>

Figura 2. Disponível em [IT 20/2025 – Sinalização de emergência](#)

Figura 3. Disponível em [Pessoas surdas podem chamar o Samu por aplicativo em Campinas; veja como | Campinas e Região | G1](#)

Figura 4. Disponível em [Como um dispositivo simples pode aumentar a segurança para pessoas surdas na indústria - Agência de Notícias da Indústria](#)

Figura 5. Disponível em <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/pessoassurdas-podem-chamar-o-samu-por-aplicativo-em-campinas-veja-como.ghml>

Franchini, A. S., Xavier, A. A., & Michaloski, A. O. (2023). *Inclusão dos deficientes auditivos no mercado de trabalho e tecnologias assistivas*. Programa de PósGraduação em Engenharia de Produção - UTFPR. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/anais/2023/arquivos/10082023_101052_6522b34479427.pdf

Gandelman, Ariel Dov Ber; Mendes, Felipe Hecke. **Desenvolvimento de projeto e protótipo de dispositivo para despertar surdos**. 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/10351>

Governo do Estado de Rondônia. **Deficientes auditivos podem acionar equipes de emergência por meio do aplicativo S.O.S Surdos**. Porto Velho: Governo de Rondônia, 2020. Disponível em: <https://rondonia.ro.gov.br/deficientes-auditivospodem-acionar-equipes-de-emergencia-por-meio-do-aplicativo-s-o-s-surdos/>

Instituto Ethos. **O que as empresas podem fazer pela inclusão das pessoas com deficiência**. São Paulo: Instituto Ethos, 2012. Disponível em: <https://www.ethos.org.br/wp-content/uploads/2012/12/25.pdf>

Klein, Rosane. **Trabalhador surdo: inclusão, exclusão e reabilitação**. Petrópolis: Arara Azul, 2010.

Oliveira, A. M.; Silva, M. P. **A inclusão de pessoas com deficiência auditiva ou surdez na educação superior**. Revista de Estudos em Educação e Diversidade, v.

4, n. 17, p. 1-23, 2023. DOI: 10.51399/2675-3944.2023v4n17a1. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/43040>.

OnSafety. **Dicas para a inclusão de pessoas com deficiência (PcD)**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://onsafety.com.br/dicas-para-a-inclusao-de-pessoas-comdeficiencia-pcd/>

Portal da Indústria. **Como um dispositivo simples pode aumentar a segurança para pessoas surdas na indústria**. 2022. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/historias-da-industria/como-um-dispositivo-simples-pode-aumentar-a-seguranca-para-pessoas-surdas-na-industria/>

Quadros, Ronice Müller de; Karnopp, Lodenir Becker. **Língua de sinais brasileira: estudos linguísticos**. Porto Alegre: Artmed, 2004. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/L%C3%ADngua_de_Sinais_Brasileira/_EJvLxL7Cd0C?hl=pt-BR&gbpv=1&pg=PA6&printsec=frontcover

Rozenfeld, Henrique et al. **Gestão do desenvolvimento de produtos: uma referência para melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002405162>

Santos, M. A. **Palestra sobre surdos no mercado de trabalho**. Rio de Janeiro: Federação Nacional de Educação e Integração dos Surdos – FENEIS, 2014.

São Paulo (Estado). Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. **Instruções Técnicas – ITs 2025**. Portaria nº CCB-003/800/2025, de 19 de março de 2025. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 2025. Disponível em: <https://www.doe.sp.gov.br/executivo/secretaria-da-seguranca-publica/portaria-n-ccb-003-800-25-de-19-de-marco-de-2025-20250319113716711214958523>

Silva, D. et al. **Inclusão dos deficientes auditivos no mercado de trabalho e processos industriais**. In: Anais do CONBREPRO, 2023. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/anais/2023/arquivos/10082023_101052_6522b34479427.pdf

Strobel, Karin. **As imagens do outro sobre a cultura surda**. Florianópolis: Editora UFSC, 2008.

<https://static1.squarespace.com/static/64678e9a8c89c82dc2d6ee59/t/65537e6c0083bd667a73623e/1699970669480/as-imagens-do-outro-sobre-a-cultura-surd.pdf>

Tabela 1 – Comparativo do tempo médio de evacuação entre diferentes sistemas de alerta. *In*: Fleishman, A.; Reinhart, C.; Doll, T.; Morrison, T. **Alarme multissensorial para beneficiar a identificação de alarmes e diminuir a carga de trabalho: um estudo de viabilidade.** *Jornal de Monitoramento Clínico e Computação*, v. 36, p. 1579–1588, 2022. Disponível em <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10154742/>

Volk do Brasil. **EPIs para PCDs: entenda a relação com a segurança do trabalho.** [S. l.], 2019. Disponível em: <https://blog.volkdobrasil.com.br/epis-para-pcds-entenda-a-relacao-com-a-seguranca-do-trabalho/>