

GUIA ABRAGE

V.1

JANEIRO 2025

ORIENTAÇÕES PARA SELEÇÃO DE SISTEMAS DE NOTIFICAÇÃO EM MASSA PARA USINAS HIDRELÉTRICAS

**ENERGIA
DAS ÁGUAS:
MOVENDO
O BRASIL,
CONTRIBUINDO
PARA UM
PLANETA MAIS
SUSTENTÁVEL.**

GUIA ABRAGE

JANEIRO 2025

ORIENTAÇÕES PARA SELEÇÃO DE SISTEMAS DE NOTIFICAÇÃO EM MASSA PARA USINAS HIDRELÉTRICAS

V.1



LISTA DE FIGURAS

Figura 1-A: Alto-falante de Reflexo	21
Figura 1-B: Alto-falante de Reflexo (diagrama)	21
Figura 2-A: Alto-falante de Corneta.....	22
Figura 2-B: Alto-falante de Corneta (diagrama)	22
Figura 3-A: Alto-falante Dinâmico.....	22
Figura 3-B: Alto-falante de Dinâmico (diagrama)	22
Figura 4-A: Corneta em Caracol.....	23
Figura 5: Sirene eletromecânica da série Tempest.....	24
Figura 6: Sirene eletromecânica SuperBanshee.....	24
Figura 7: Sirene eletrônica omnidirecional	25
Figura 8: Sirene eletrônica rotacional	25
Figura 9: Sirene eletrônica direcional.....	25
Figura 10: Sirene eletrônica com alto-falantes	25
Figura 11: Sirene eletrônica omnidirecional empilhada em células.....	26
Figura 12: Desenhos Esquemáticos de Sirenes Omnidirecionais	27
Figura 13: Exemplo de instalação de sistemas sonoros considerando a localização estratégica	31
Figura 14: Acionamento de conjunto sonoro na ZAS.....	33
Figura 16: Síntese dos requisitos sugeridos para considerar na especificação dos sistemas de alerta sonoro	34
Figura 15: Dispositivo com chave magnética (cadastrada por usuário) para acionamento do sistema de alerta sonoro.....	34
Figura 18: Sistema "Screamer CAR", permite soar até 36 diferentes alarmes pré-gravados, com sinais de tom e mensagens de fala	36

Figura 17: Sirenes eletromecânicas rotativas trifásicas utilizadas para grandes distâncias	36
Figura 19: Sistema de sirenes móveis montadas em trailer, podendo ser puxada em engate de reboque padrão	36
Figura 20: Dispositivo de alerta sonoro mal dimensionado.....	37
Figura 21: Dispositivo de alerta sonoro bem dimensionado.....	37
Figura 22: Dispositivo Individual de Notificação – DIN.....	38
Figura 23: Chatbot da Defesa Civil Nacional em integração ao Whatsapp.....	41
Figura 24: Equipamento para o envio de SMS mesmo na ausência de cobertura de telefonia comercial	44
Figura 25: Visão do processo de disseminação de avisos (adaptado de NBR ISO 22322:2020)	46
Figura 26: Exemplo de cobertura acústica simulada e previsão de testes em campo para validação	53

LISTA DE ABREVIATURAS

ABRAGE - Associação Brasileira das Empresas Geradoras de Energia Elétrica

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABTA - Associação Brasileira de Televisão por Assinatura

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

CENAD - Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres

CSB - Comitê de Segurança de Barragens

DIN - Dispositivo Individual de Notificação

IDAP - Interface de Divulgação de Alertas Públicos

ISO - Organização Internacional de Normalização

NBR - Normas Técnicas Brasileiras

MIDR - Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional

SMP - Serviço Móvel Pessoal

SMS - Short Message Service

ZAS - Zona de Autossalvamento

ZSS - Zona de Segurança Secundária

SUMÁRIO

1. OBJETIVO	10
2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO	7
3. REQUISITOS LEGAIS E SUPORTE NORMATIVO	11
3.1. REQUISITOS LEGAIS	11
3.1.1. Requisitos da REN ANEEL nº 1.064/2023	11
3.1.2. Requisitos legais transversais a serem observados.....	12
3.2. SUPORTE NORMATIVO	15
3.2.1. Norma técnica - Diretrizes para aviso público	15
4. CONCEITOS SOBRE DISPOSITIVOS, SISTEMAS SONOROS E SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS ALTERNATIVAS	23
4.1. CONCEITO SOBRE DISPOSITIVOS SONOROS	24
4.2. TECNOLOGIAS ASSOCIADAS AOS DISPOSITIVOS	27
4.2.1. Dispositivo sonoro eletromecânico.....	27
4.2.2. Dispositivo Sonoro Eletrônico	28
4.2.3. Dispositivos sonoros rotativos	30
4.2.4. Dispositivo sonoro omnidirecional.....	30
4.3. CONCEITO SOBRE SISTEMAS DE ALERTA E SISTEMAS SONOROS	31
4.3.1. Conceito sobre sistemas de alerta	31
4.3.2. Conceito sobre sistemas sonoros.....	32
4.4. DIMENSIONAMENTO E ESCOLHA DO SISTEMA SONORO OU DE OUTRA SOLUÇÃO TECNOLÓGICA DE MAIOR EFICÁCIA	34
4.5. DISPOSITIVO DE ALERTA SONORO FIXO	32

4.6. DISPOSITIVO DE ALERTA SONORO MÓVEL	35
4.6.1. Requisitos a observar antes da escolha de sistema de alerta móvel.....	35
4.7. DISPOSITIVO DE ALERTA SONORO INTERNO.....	38
4.7.1. Dispositivo Individual de Notificação – DIN.....	38
4.7.2. SINORE	38
4.8. DISPOSITIVO DE ALERTA INDIVIDUAL PORTÁTIL	39
4.8.1. Aplicativos para smartphones	39
4.8.2. Lista de Transmissão SMS e/ou Whatsapp	40
4.8.3. Chatbots	41
4.8.4. Sistema de Alertas da Defesa Civil	42
4.8.5. Mídias (rádios / TV / canais em Youtube)	43
4.8.6. Cell Broadcast System (CBS).....	43
5. ESCOLHA DA SOLUÇÃO DE SISTEMA DE NOTIFICAÇÃO PARA CADA PÚBLICO-ALVO	44
5.1. GENERALIDADES.....	44
5.2. DO ACIONAMENTO DO SISTEMA.....	47
5.3. DAS FLEXIBILIZAÇÕES POSSÍVEIS.....	47
5.4. DA ESCOLHA E MELHORIAS DO PROJETO DOS SISTEMAS DE NOTIFICAÇÃO	48
6. PLANO DE COMUNICAÇÃO DO SISTEMA DE NOTIFICAÇÃO.....	50

7. TREINAMENTOS, COMISSIONAMENTO E VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE NOTIFICAÇÃO	52
7.1. COMISSIONAMENTO DO SISTEMA	52
7.2. TESTES SONOROS	52
7.3. TREINAMENTOS	54
7.4. VALIDAÇÃO	54
8. SUPERVISÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS	55
8.1. GENERALIDADES	55
8.2. SUPERVISÃO	55
8.3. MANUTENÇÃO	57
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	58

INTRODUÇÃO

A Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, alterada pela Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, prevê, por meio do seu Artigo 12, Inciso XII, a instalação, pelos empreendedores de barragens, de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia para utilização em situação de alerta ou emergência.

A Resolução Normativa ANEEL nº 1.064, de 2 de maio de 2023, estabelece diretrizes e requisitos para garantir a segurança operacional e a proteção da população em áreas próximas a empreendimentos hidrelétricos. Diante desse cenário, a seleção de sistemas sonoros ou outras soluções tecnológicas eficazes torna-se fundamental para a pronta resposta em situações de alerta ou emergência.

Este guia tem como objetivo fornecer orientações claras e abrangentes para auxiliar gestores, engenheiros e demais profissionais responsáveis pela seleção e implementação de sistemas sonoros ou soluções tecnológicas de maior eficácia em cenários emergenciais relacionados às usinas hidrelétricas. Ao seguir as diretrizes estabelecidas nesta publicação, busca-se garantir o atendimento integral aos requisitos estabelecidos pela REN ANEEL nº 1.064/2023, promovendo assim a segurança das comunidades próximas a esses empreendimentos.

Para elaboração deste guia foram realizados encontros e intercâmbio de informações entre os diversos agentes potencialmente envolvidos e o presente documento abordará aspectos relevantes a serem considerados durante o processo de seleção, incluindo a análise do ambiente acústico, avaliação de requisitos de inteligibilidade, dimensionamento da potência sonora, considerações sobre redundância do sistema, atendimento às normas e regulamentações vigentes, entre outros aspectos relevantes.

É importante ressaltar que a segurança operacional e a proteção da população são prioridades absolutas em qualquer cenário relacionado à operação das usinas hidrelétricas. Portanto, a seleção de sistemas sonoros ou de outras soluções tecnológicas deve ser realizada de forma criteriosa, levando em consideração as particularidades do ambiente e as necessidades específicas de cada empreendimento.

Ao seguir as orientações apresentadas neste Guia, espera-se contribuir para a implementação de medidas eficazes de alerta e resposta em situações de emergência, promovendo assim a segurança e o bem-estar das comunidades afetadas pela operação de empreendimentos de geração hidráulica.

Convém ressaltar que este guia expressa o entendimento das empresas associadas e participantes do Comitê de Segurança de Barragens da Abrage, apoiado pelo Comitê de Recursos Hídricos, sobre as melhores práticas e, apesar de invocar o instrumento legal estabelecido no inciso X do Art. 12 da Lei nº 12.334/2010, não constitui instrumento regulatório normativo com obrigação de cumprimento. O guia, que analisa e interpreta os textos legais e regulatórios vigentes e propõe considerações e recomendações para viabilizar tecnicamente o atendimento aos requisitos legais estabelecidos, tem caráter recomendatório e não vinculante. Portanto, este documento deve ser entendido como um texto de apoio e padronização setorial ao empreendedor de barragens com finalidade de geração de energia hidrelétrica, fiscalizadas pela ANEEL, no processo de implantação de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia para utilização em situação de alerta ou emergência.

Dessa forma, este Guia não objetiva indicar ou recomendar fabricantes e/ou sistemas, sendo que a Abrage não se responsabiliza pelo uso de informações aqui contidas e se isenta de qualquer responsabilidade sobre as orientações do presente documento, que podem ou não ser utilizadas por conta e risco de cada agente.

A Abrage reforça o compromisso com a segurança e a excelência operacional das usinas hidrelétricas do Brasil, ao mesmo tempo em que espera, com a elaboração deste guia, contribuir para o progresso sustentável e responsável do setor elétrico e da sociedade.

1 OBJETIVO

O guia visa atender aos requisitos estabelecidos pela REN ANEEL nº 1.064/2023. Os principais objetivos deste Guia incluem:

- **Definição de critérios de seleção:** Estabelecer critérios claros e objetivos para a seleção de sistemas sonoros ou outras soluções tecnológicas que sejam eficazes em situações de alerta ou emergência relacionadas às usinas hidrelétricas.
- **Garantia da segurança da população:** Priorizar soluções que contribuam para a segurança e proteção das populações potencialmente afetadas que estão inseridas ou interagem na Zona de Autossalvamento (ZAS), de forma a mitigar os impactos de acidentes e minimizar o tempo de resposta em caso de emergência.
- **Atendimento aos requisitos da Resolução Normativa ANEEL:** Assegurar que as soluções selecionadas pelos empreendedores estejam em conformidade com os requisitos estabelecidos na REN ANEEL nº 1.064/2023 e em consonância com Legislações aplicáveis ao processo de emissão de alertas.
- **Eficiência na comunicação de alertas:** Priorizar sistemas sonoros ou soluções tecnológicas que possibilitem uma comunicação eficaz de alertas e orientações para a população afetada em caso de emergência relacionada a empreendimentos hidrelétricos, garantindo que as informações sejam transmitidas de forma clara e rápida. Cabe destacar que a premissa para emissão de alertas com eficiência não deve se confundir com sistemas infalíveis que devem alcançar a população em risco de maneira imediata, considerando que a estrutura da barragem em si está sob risco de falha iminente a qualquer momento. Por eficiência entende-se a assimilação do alerta e a devida evacuação da população alvo.
- **Possibilitar ao empreendedor uma visão ampla das possíveis soluções:** Propiciar a ampla visão das soluções, a fim de possibilitar uma análise dos custos e benefícios associados às diferentes opções de sistemas sonoros ou soluções tecnológicas, buscando garantir a eficácia da escolha dentro de um contexto econômico viável e aplicável às condições específicas da ZAS e aderente ao Plano de Ação de Emergência (PAE) do empreendimento.
- **Adaptação às necessidades específicas:** Considerar as características específicas de cada instalação de geração hidrelétrica e das áreas circundantes, adaptando as soluções selecionadas de acordo com as necessidades e particularidades de cada caso.

2 ÂMBITO DE APLICAÇÃO

O presente Guia se aplica às barragens definidas no Art. 1º da REN ANEEL nº 1.064/2023, que possuem qualquer uma das seguintes características:

I - altura do maciço, medida do encontro do pé do talude de jusante com o nível do solo até a crista de coroamento do barramento, maior ou igual a 15 (quinze) metros;

II - capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m³; e

III - categoria de dano potencial associado médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido no Art. 7º - da Lei nº 12.334, de 2010.

IV - categoria de risco alto, nos termos desta Resolução, conforme definido no Art. 7º - da Lei nº 12.334, de 2010.

3 REQUISITOS LEGAIS E SUPORTE NORMATIVO

3.1. REQUISITOS LEGAIS

3.1.1 Requisitos da REN ANEEL nº 1.064/2023

A seleção do sistema sonoro ou de outra solução tecnológica mais eficaz deve estar em conformidade com os requisitos estabelecidos pela REN ANEEL nº 1.064/2023, especificamente descritos no Art. 13, § 4º. Seu objetivo principal é alertar a população das áreas habitadas localizadas a jusante da barragem, onde não há tempo suficiente para a intervenção das autoridades competentes em casos de emergência, conforme indicado no mapa de inundação elaborado por estudo técnico. Este mapa deve incluir, no mínimo, a distância correspondente ao tempo de chegada da onda de inundação em um período de trinta minutos ou em dez quilômetros, devendo ser apresentado aos órgãos de proteção e defesa civil para sua caracterização como ZAS.

É crucial que a solução escolhida pelo empreendedor ofereça segurança funcional, operacionalidade, acionamento ágil e suporte técnico adequado. Essa solução deve ser submetida aos órgãos de proteção e defesa civil para demonstrar sua capacidade de utilização, tendo em vista sua aplicação no pior cenário identificado, conforme estabelecido no Art. 6º, § 2º da REN ANEEL nº 1.064/2023.

A solução selecionada, incluindo seu protocolo de acionamento, deve ser descrita dentro do Plano de Ação de Emergência (PAE), sendo de responsabilidade do empreendedor sua implantação, operação e manutenção em articulação com os órgãos locais de proteção e defesa civil, conforme estipulado no Art. 13, § 6º. Quando acionada, a operacionalização dessa solução deve seguir as diretrizes definidas no PAE, em colaboração com os órgãos locais de proteção e defesa civil.

Em situações excepcionais, quando estudos técnicos emitidos e devidamente respaldados tecnicamente pelos órgãos de proteção e defesa civil confirmarem a falta de alternativas para alertas públicos e/ou comunicações eficazes em condições tempestivas, o empreendedor, em cooperação com tais órgãos, conduzirá estudos para propor uma solução técnica viável, podendo ser, dentre os elementos de autoproteção, o sistema sonoro ou outra solução tecnológica mais eficaz, a ser estendida aos locais habitados da Zona de Segurança de Secundária (ZSS), conforme estipulado no Art. 13, § 5º da REN ANEEL 1.064. Para tais casos, o Art. 11, § 1º do Decreto 11.310, de 26 dezembro de 2022 exige que a autoridade competente comprove por meio de relatório técnico a impossibilidade de atuação em tempo hábil em eventual situação de emergência. Nesse sentido, cabe observar também todo o arcabouço regulatório de Proteção e Defesa Civil, sendo prudente que o empreendedor e os órgãos de resposta estejam cientes quanto às atribuições e especialmente quanto aos recursos disponíveis para prevenção de riscos e alerta à população. Na seção a seguir são apresentados os requisitos legais que atribuem responsabilidades e destina recursos públicos para o processo de emissão de alertas públicos.

3.1.2. Requisitos legais transversais a serem observados

3.1.2.1. Leis e regulamentos de proteção e defesa civil

Quanto à regulamentação vigente que rege o Sistema de Proteção e Defesa Civil no Brasil, cabe os destaques dos seguintes artigos e leituras de sua interpretação.

Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012: Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) e dá outras providências

Da articulação da PNPDEC:

Art. 4º São diretrizes da PNPDEC:

I - atuação articulada entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios para redução de desastres e apoio às comunidades atingidas;

Da elaboração dos Planos de Contingência no âmbito do Poder Público:

Art. 1º [...]

Parágrafo único. Para os fins desta Lei, considera-se:

VII - plano de contingência: conjunto de procedimentos e de ações previsto para prevenir acidente ou desastre específico ou para atender emergência dele decorrente, incluída a definição dos recursos humanos e materiais para prevenção, preparação, resposta e recuperação, elaborado com base em hipóteses de acidente ou desastre, com o objetivo de reduzir o risco de sua ocorrência ou de minimizar seus efeitos;

Art. 7º Compete aos Estados:

VIII - apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais.

Da emissão de alertas:

Art. 5º São objetivos da PNPDEC:

[...]

IX – produzir alertas antecipados em razão de possibilidade de ocorrência de desastres;

Art. 6º Compete à União:

[...]

IX - realizar o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das áreas de risco, bem como dos riscos biológicos, nucleares e químicos, e produzir alertas sobre a possibilidade de ocorrência de desastres, em articulação com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios;

Art. 7º Compete aos Estados:

[...]

VIII – apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais.

[...]

IX - manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;

Art. 8º Compete aos Municípios:

[...]

V-B - produzir, em articulação com a União e os Estados, alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres, inclusive por meio de sirenes e mensagens via telefonia celular, para cientificar a população e orientá-la sobre padrões comportamentais a serem observados em situação de emergência;

Ainda que a redação da Lei nº 14.750/2023 insira a figura do empreendedor na PNPDEC com deveres quanto a medidas preventivas de acidente ou desastre, destaca-se a necessidade de integração contínua com os órgãos do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC). A comunicação de riscos de desastres será feita às populações atingidas, aos órgãos e entidades da administração pública e à sociedade civil por meio de sistema de alerta e de informações, de forma clara e objetiva, utilizando-se linguagem acessível e compreensível, devendo a articulação com os órgãos do SINPDEC promover o recebimento e entendimento dos alertas em consonância com a realidade local e suas especificidades. Destacam-se os deveres do empreendedor em emitir alertas antecipados para evacuação da população atingida:

Art. 12-C: Na iminência ou ocorrência de acidente ou desastre relacionado a seu empreendimento ou atividade, é dever do empreendedor:

I - Emitir alertas antecipados à população para evacuação imediata da área potencialmente atingida;

Art. 12-D: Sem prejuízo dos requisitos estabelecidos em legislação específica, o plano de contingência ou o documento correlato, a ser elaborado e implantado pelo empreendedor, deve conter, no mínimo:

[...]

II - O sistema de alerta à população potencialmente atingida, as rotas de fuga e os pontos seguros a serem alcançados no momento do acidente ou desastre;

Conceituando o alerta antecipado, destaca-se sua aplicabilidade em situação de alerta, conforme definido pelo órgão fiscalizador (REN ANEEL nº 1.064/2023), sendo essa quando exigem-se providências de curto prazo para manutenção das condições de segurança.

Lei nº 12.340, de 1 de dezembro de 2010, alterada pela Lei 12.983, 2 de junho de 2014: Dispõem sobre transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco e de resposta e recuperação em áreas atingidas por desastres e sobre o Fundo Nacional para Calamidades Públicas e Proteção e Defesa Civil (Funcap).

Art. 8º O Funcap, de natureza contábil e financeira, vinculado ao Ministério da Integração Nacional, terá como finalidade custear, no todo ou em parte:

I - Ações de apoio emergencial, de prevenção e gestão do risco à população atingida por desastres, incluídos o monitoramento em tempo real em áreas de risco alto e muito alto e a produção de alertas antecipados de desastres; (Redação dada pela Lei nº 14.750, de 2023)

Art. 3º-A § 7º São elementos a serem considerados no Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil, a ser elaborado pelo Município:

II - Definição dos sistemas de alerta a desastres, em articulação com o sistema de monitoramento, com especial atenção dos radioamadores;

Art. 15-B As empresas exploradoras de serviço móvel pessoal são obrigadas a transmitir gratuitamente informações de alerta à população sobre risco de desastre, por iniciativa dos órgãos competentes, nos termos de regulamento.

Portaria MIDR nº 2.216, de 4 de julho de 2023: Define procedimentos para o envio de alertas à população sobre a possibilidade de ocorrência de desastres, em articulação com os órgãos e entidades estaduais, distritais e municipais de proteção e defesa civil, e para utilização do sistema Interface de Divulgação de Alertas Públicos (IDAP).

Art. 4º O envio de alertas de desastres à população será realizado pelos órgãos de proteção e defesa civil dos municípios que detenham capacidade e estrutura operacional para sua operação.

Parágrafo único. Em caso de incapacidade dos órgãos municipais, os alertas serão enviados pelos órgãos estaduais de proteção e defesa civil.

3.1.2.2. Legislação de telecomunicações

Resolução ANATEL nº 739, de 21 de dezembro de 2020: Aprova o Regulamento sobre o Uso de Serviços de Telecomunicações em Desastres, Situações de Emergência e Estado de Calamidade Pública, e dá outras providências.

Art. 9º, § 1º: A disseminação da notificação de alertas, alarmes e de orientação pelas prestadoras do SMP⁽¹⁾ conterà mensagem pré-estabelecida pelo órgão governamental competente.

3.2. SUPORTE NORMATIVO

3.2.1. Norma técnica - Diretrizes para aviso público

ABNT NBR ISO 22322:2020, intitulada "Gestão de emergências - Diretrizes para avisos públicos", é uma norma internacional que estabelece diretrizes para

avaliar e melhorar a capacidade de resposta a emergências em organizações. Ela fornece um quadro para identificar, analisar e avaliar as capacidades existentes de resposta a emergências, bem como para desenvolver planos de ação para aprimorá-las. A norma aborda aspectos como a compreensão dos requisitos de resposta a emergências, a identificação de recursos e capacidades necessários, a avaliação da prontidão e a revisão e melhoria contínua do sistema de resposta a emergências.

A norma aborda critérios para a escolha dos métodos de aviso, considerando fatores como a natureza da emergência, a localização da população afetada, a disponibilidade de tecnologias de comunicação e a acessibilidade das informações. Além disso, destaca a importância da clareza, precisão e prontidão na disseminação de alertas públicos, visando garantir que as mensagens alcancem o público-alvo de maneira rápida e eficiente. A norma também enfatiza a necessidade de coordenar os esforços de alerta e ação entre diferentes autoridades e partes interessadas, promovendo uma abordagem integrada e colaborativa para a gestão de emergências.

Avaliando a aplicação da norma ABNT NBR ISO 22322:2020, destacam-se as principais definições trazidas pela ISO 22300 a serem utilizadas quando da construção de projetos de aviso público e, conseqüentemente, no Sistema de Notificação:

- **Alerta:** parte do aviso público que capta a atenção dos socorristas e das pessoas em risco em uma situação de emergência em desenvolvimento;
- **Sinal verde:** mensagem ou sinal de que o perigo acabou;
- **Função de monitoramento de perigos:** atividades para obter informações baseadas em evidências sobre os perigos em uma área definida usada para tomar decisões sobre a necessidade de aviso público;
- **Função de disseminação de avisos:** atividades para emitir mensagens apropriadas para pessoas em risco fundamentadas em informações baseadas em evidências recebidas da função de monitoramento de perigos;
- **Notificação:** parte do aviso público que fornece informações essenciais às pessoas em risco sobre as decisões e ações necessárias para lidar com uma situação de emergência;
- **Pessoas em risco:** indivíduos na área que podem ser afetados por um incidente;
- **Aviso público:** notificação e mensagens de alerta disseminadas como uma medida de resposta a incidentes para possibilitar que as equipes de resposta e as pessoas em risco tomem medidas de segurança;

¹ Serviço Móvel Pessoal

- **Sistema de alerta público:** conjunto de protocolos, processos e tecnologias baseadas na política de aviso público para entregar, para pessoas em risco e para socorristas, notificações e mensagens de alerta em uma situação de emergência em desenvolvimento;
- **Grupo vulnerável:** indivíduos que compartilham uma ou várias características que são a base da discriminação ou circunstâncias sociais, econômicas, culturais, políticas ou de saúde adversas e que ocasionam a eles a falta de meios para alcançar seus direitos ou, de outro modo, gozar de oportunidades iguais.

Ao considerar as definições fornecidas pela normativa ISO, percebe-se que o sistema de notificação abrange toda a estrutura e procedimentos direcionados para comunicar a decisão final de evacuar pessoas em risco e as ações necessárias para garantir sua segurança.

4 CONCEITOS SOBRE DISPOSITIVOS, SISTEMAS SONOROS E SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS ALTERNATIVAS

Ao considerar a implementação de um sistema de alerta sonoro para a população, é crucial compreender os conceitos que dão suporte aos diferentes tipos de dispositivos, sistemas sonoros e soluções amplamente utilizados para situações de emergência. Essa compreensão prévia é essencial para garantir a eficácia, o custo-benefício e a adequação do sistema de alerta escolhido às necessidades específicas para atendimento da população potencialmente afetada na ZAS.

Antes de tudo, é fundamental estabelecer conceitos e esclarecer termos que muitas vezes são empregados de forma equivocada. Isso é essencial para compreender a amplitude das possibilidades oferecidas pela REN ANEEL nº 1.064/2023 aos empreendedores.

- **Dispositivo Sonoro:** É um termo mais genérico que se refere a qualquer equipamento que emite som, independentemente de sua finalidade ou característica sonora. Os dispositivos sonoros podem incluir uma ampla variedade de equipamentos, como alto-falantes, buzinas, campainhas, sinos, apitos, sirenes, buzzer, entre outros. Eles podem ser utilizados para diversas finalidades, como fornecer alertas de segurança, sinalizar eventos, transmitir mensagens de voz, reproduzir música, entre outros. Os dispositivos sonoros podem ter diferentes características sonoras, volumes, padrões de som e frequências, dependendo de sua aplicação específica e das necessidades do usuário.

- **Sirene:** É um tipo específico de dispositivo sonoro projetado para emitir um som altamente audível e penetrante. Sua principal função é alertar as pessoas sobre situações de emergência, como incêndios, desastres naturais, ataques terroristas, entre outros. As sirenes geralmente têm um som característico de tom alto e intermitente ou contínuo, destinado a chamar a atenção imediata e a transmitir uma mensagem de alerta urgente. Elas são frequentemente usadas em sistemas de alerta público e em veículos de emergência, como ambulâncias, bombeiros e veículos de polícia.
- **Solução tecnológica de maior eficácia:** Compreende o uso de uma solução tecnológica mais eficaz para situações de alerta ou emergência que pode envolver o uso de sistemas integrados de comunicação e alerta, bem como dispositivos sonoros. Isso pode incluir o uso de redes de alto-falantes distribuídos em uma área geográfica específica, sistemas de mensagens de texto em massa, aplicativos móveis de alerta de emergência, integração com sistemas de monitoramento e detecção de ameaças, entre outros. Essas soluções tecnológicas são projetadas para fornecer alertas precisos, oportunos e direcionados a uma ampla gama de dispositivos, permitindo uma resposta rápida e coordenada em caso de emergência. Elas também podem incluir recursos avançados, como a capacidade de enviar alertas personalizados com base na localização do indivíduo ou na natureza específica da ameaça. Em resumo, podem compreender a utilização de um método(s) ou dispositivo(s) funcional(is) de notificação que comprove a eficácia e alcance na ZAS para assegurar sua utilização em situações de alerta e emergência.
- **Sistema Sonoro:** Um sistema sonoro é composto por vários dispositivos sonoros interconectados e integrados a uma infraestrutura maior. Esses sistemas são projetados para fornecer alertas audíveis em grande escala e em áreas extensas, como cidades, instalações industriais, áreas rurais entre outros. Eles incluem uma variedade de dispositivos sonoros, como alto-falantes, sirenes, sistemas de megafone público e outros dispositivos de alerta. Além dos dispositivos sonoros, esses sistemas podem incluir componentes como sensores de detecção de emergência, sistemas de comunicação de emergência e centros de controle para monitoramento e coordenação de resposta.

4.1. CONCEITO SOBRE DISPOSITIVOS SONOROS

É fundamental compreender os conceitos relacionados aos tipos de dispositivos sonoros antes de especificar e contratar um sistema de alerta sonoro à população. Isso se deve ao fato de que a escolha inadequada ou a falta de compreensão sobre esses conceitos pode resultar em um sistema ineficaz, incapaz de cumprir

seu propósito de alertar e proteger a população em situações de emergência. Entender as diferentes tecnologias e características dos dispositivos sonoros permite uma seleção mais precisa e adequada às necessidades específicas da comunidade, levando em consideração fatores como área de cobertura, tipo de alerta necessário, eficácia do som em diferentes condições ambientais e requisitos de manutenção.

Dispositivo Sonoro: componente que emite o som de alerta. De forma genérica, os dispositivos sonoros são compostos pelas seguintes partes:

(1) Transdutor sonoro: dispositivo que converte energia de uma forma (como energia elétrica, mecânica ou pneumática) em energia sonora, ou vice-versa.

(2) Elemento vibratório: Pode ser um diafragma vibratório em dispositivos mecânicos, um alto-falante ou buzzer em dispositivos eletrônicos ou um sistema de compressão de ar em dispositivos pneumáticos, ou até mesmo câmara de ressonância para um apito de sopro.

(3) Fonte de alimentação e sustentação da emissão sono: fonte que fornece a alimentação necessária para acionar e manter o dispositivo sonoro em funcionamento. Esta pode ser uma bateria, fonte de alimentação elétrica, ar comprimido (no caso de dispositivos pneumáticos), motor, ação humana (sopro e força muscular), etc.

(4) Corpo e componentes específicos: estrutura principal que abriga os componentes internos que podem variar dependendo do dispositivo.

(5) Propagador sonoro: parte que dissemina o som, amplificando-o ou alcançando áreas distantes de forma eficiente. Os propagadores sonoros possuem geometrias específicas que ajudam a ampliar e direcionar o som. A seguir são apresentados os modelos mais utilizados:

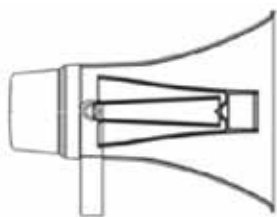


Figura 1-A: Alto-falante de Reflexo

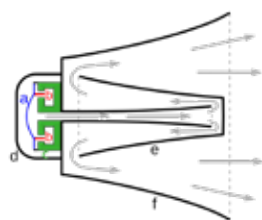


Figura 1-B: Alto-falante de Reflexo (diagrama)

1. Alto-falante de Reflexo (*Reflex Loudspeaker*):

Gabinete retangular ou cúbico: Este é um formato comum para alto-falantes de reflexo. O gabinete retangular proporciona uma distribuição uniforme do som. Alguns gabinetes de alto-falantes de reflexo têm uma forma de tronco de cone para melhorar

Consiste em um diafragma metálico rígido (a) acionado por uma bobina de voz (b) montado entre os polos de um ímã cilíndrico (c). O som segue um caminho em ziguezague através de uma série de dutos que vão exponencialmente alargando através da projeção central da buzina (e) e para fora através da buzina externa concêntrica (f).

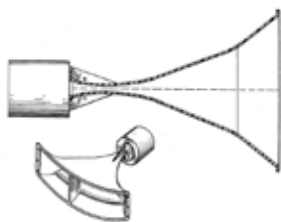


Figura 2-A: Alto-falante de Corneta

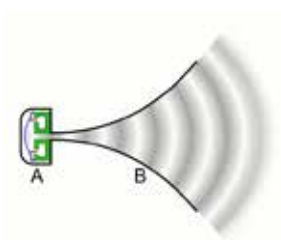


Figura 2-B: Alto-falante de Corneta (diagrama)

2. Alto-falante de Corneta (*Horn Loudspeaker*):

Possui uma geometria que se expande exponencialmente a partir da entrada para a saída. Isso ajuda a direcionar e amplificar o som produzido pelo alto-falante. Alguns alto-falantes de corneta podem ter uma boca quadrada ou circular, dependendo do design específico do alto-falante e das necessidades de dispersão sonora.

Um driver de compressão (A) em um alto-falante de corneta consiste em um diafragma metálico (azul) vibrado pela corrente do sinal de áudio em uma bobina de fio (vermelho) entre os polos de um ímã cilíndrico (verde). As ondas sonoras passam por uma buzina acústica (B).

3. Alto-falante Dinâmico (*Dynamic Loudspeaker*):

Possui uma bobina de voz leve que é montada para que possa se mover livremente dentro do campo magnético de um ímã permanente forte. O cone do alto-falante é conectado à bobina de voz e também conectado, com uma montagem flexível, no anel externo do suporte do alto-falante. Os alto-falantes dinâmicos geralmente têm um painel retangular ou quadrado que emite som de forma simétrica ao longo de sua superfície.



Figura 3-A: Alto-falante Dinâmico

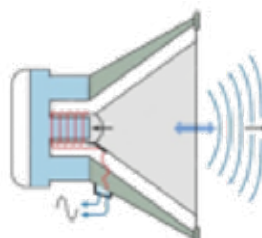


Figura 3-B: Alto-falante de Dinâmico (diagrama)



Figura 4-A: Corneta em Caracol

4. Corneta em Caracol (*Snail Horn*):

Essa corneta possui uma geometria que se expande gradualmente em espiral a partir da entrada até a saída, criando assim um caminho para o som propagar. Essa forma específica permite que o som produzido pelo alto-falante seja direcionado para o interior da corneta, onde é amplificado à medida que se move em direção à extremidade mais larga.

Isso ocorre devido ao princípio da acústica, onde a área maior da extremidade da corneta permite que mais energia sonora seja dispersada no ambiente. Esse tipo de corneta é utilizado em dispositivos sonoros mecânicos e pneumáticos.

Cada um dos conjuntos de sirenes (cornetas) é equipado com um pré-amplificador compressor de alto rendimento, desenvolvido para o nível máximo de pressão sonora e faixa de potência requerida. O ímã de compressão utiliza a liga de última geração Neodímio-Níquel-Ferro. Esta combinação fornece um aumento significativo na densidade de fluxo magnético e na capacidade de trabalhar com potências.

Conjuntos Sonoros: Compreende a combinação de componentes que produzem sons audíveis, como sirenes, alto-falantes, buzinas ou outros dispositivos de áudio, com a finalidade de notificar e informar as pessoas sobre uma situação de alerta e/ou emergência.

4.2. TECNOLOGIAS ASSOCIADAS AOS DISPOSITIVOS

4.2.1. Dispositivo sonoro eletromecânico

É fundamental compreender os conceitos relacionados aos tipos de dispositivos sonoros antes de especificar e contratar um sistema de alerta sonoro à população. Isso se deve ao fato de que a escolha inadequada ou a falta de compreensão sobre esses conceitos pode resultar em um sistema ineficaz, incapaz de cumprir seu propósito de alertar e proteger a população em situações de emergência. Entender as diferentes tecnologias e características dos dispositivos sonoros permite uma seleção mais precisa e adequada às necessidades específicas da comunidade, levando em consideração fatores como área de cobertura, tipo de alerta necessário, eficácia do som em diferentes condições ambientais e requisitos de manutenção.

Um dispositivo sonoro eletromecânico é um equipamento que utiliza um motor elétrico para acionar um rotor giratório, também conhecido como *chopper*, localizado dentro de um estator estacionário. Tanto o rotor quanto o estator contêm um número igual de aberturas ou portas, com palhetas no rotor direcionando o fluxo de ar através delas. Conforme o ar passa pelas portas enquanto o rotor gira,

ele é interrompido em uma frequência específica, gerando som. A quantidade de aberturas no dispositivo sonoro e a velocidade de rotação do rotor determinam a intensidade do som produzido.

As figuras abaixo apresentam exemplos de dispositivos sonoros eletromecânicos:



Figura 5: Sirene eletromecânica da série Tempest

A série de sirenes Tempest é uma seleção de sirenes eletromecânicas de alta potência. Fazendo uso de um design modular, estes são bem conhecidos por seu som profundo e penetrante e desempenho confiável, e são uma escolha popular de sirene em todos os Estados Unidos.



O SuperBanshee vem exclusivamente em 8/12 portas dual-tone, com o rotor superior sendo 12 portas e o rotor inferior sendo 8 portas. A sirene é acionada por um motor trifásico de 20 hp.

Figura 6: Sirene eletromecânica SuperBanshee

4.2.2. Dispositivo Sonoro Eletrônico

Os dispositivos sonoros eletrônicos ganharam destaque a partir da década de 1980 e diferem significativamente de um dispositivo sonoro eletromecânico, especialmente para alertas ao ar livre, como alertas sonoros ou sistemas de voz em grande escala e alcance.

Ao contrário dos dispositivos sonoros eletromecânico, que dependem de um mecanismo acionador, os dispositivos sonoros eletrônicos utilizam um gerador de tons ou sons predefinidos armazenados dentro de um controlador, combinados com um amplificador. Esta configuração inovadora permite que o dispositivo sonoro eletrônico transmita uma variedade de tons e sinais através de si mesmo.

Operando por meio de um ou vários drivers de compressão de alto-falante de alta potência, o dispositivo sonoro eletrônico emite sons em um volume significativamente amplificado. A principal vantagem dos dispositivos sonoros eletrônicos está em sua capacidade de transmitir mensagens de voz e outras gravações, um recurso que os dispositivos sonoros mecânicos não podem replicar de forma eficaz em sistemas de alerta ao ar livre ou alertas sonoros em grande escala.

As figuras abaixo apresentam exemplos de dispositivos sonoros eletrônicos:



As sirenes eletrônicas introduzidas na década de 1970 abriram caminho para diversos fabricantes e podem ser encontradas em todo o mundo como parte de uma ampla variedade de sistemas de alerta de sirenes.

Figura 7: Sirene eletrônica omnidirecional



Em 1983, viu-se a primeira série totalmente eletrônica de sirenes sendo aplicadas nos Estados Unidos da América. É uma sirene eletrônica rotacional, utilizando drivers de alto-falante de alta potência localizados no painel traseiro da sirene para amplificar os sons do controlador.

Figura 8: Sirene eletrônica rotacional



A maior sirene direcional utilizando 32 drivers de compressão de alto-falante de 100 W, com 2 drivers conectados a cada corneta, para um total de 3.200 W, também passou a ser opção mercadológica para aplicações de grande alcance.

Figura 9: Sirene eletrônica direcional



Equipamentos no padrão HPSS (High-Power Speaker Station) são aplicação de uma sirene eletrônica de alerta ao ar livre com alto-falantes eletrônicos de alta potência, que podem ser dispostos de forma independente para fornecer cobertura direcional ou omnidirecional, dependendo da instalação.

Figura 10: Sirene eletrônica com alto-falantes



Arranjos de sirene eletrônica omnidirecional que difere significativamente das outras sirenes apresentadas anteriormente em design, sendo uma grande sirene eletrônica empilhada em células. O som é projetado tanto para cima quanto para baixo de cada célula ativa usando cornetas dentro das células. Cada quadrante de célula ativa possui um painel removível para acessar e substituir facilmente os drivers com defeito.

Figura 11: Sirene eletrônica omnidirecional empilhada em células

4.2.3. Dispositivos sonoros rotativos

Os dispositivos sonoros rotativos são equipamentos que utilizam um mecanismo de rotação para girar um projetor em 360 graus, permitindo uma distribuição mais concentrada do som em comparação com os dispositivos sonoros omnidirecionais. Essa configuração possibilita uma projeção mais eficaz do som, com maior potência sonora e alcance, embora restrita a uma única direção em cada momento. Contudo, essa eficiência vem acompanhada de maiores custos de manutenção. Os dispositivos sonoros rotativos podem empregar correias, correntes, engrenagens ou outros meios para realizar o movimento de rotação, impulsionados por um motor próprio ou pelo motor principal do equipamento. A maioria desses dispositivos utiliza anéis coletores e escovas para girar de forma contínua sem perda de energia, embora alguns dispositivos sonoros eletrônicos operem de forma direta, exigindo oscilação para frente e para trás a fim de evitar danos nos fios.

4.2.4. Dispositivo sonoro omnidirecional

Um dispositivo sonoro omnidirecional é um equipamento que emite som em todas as direções, em vez de utilizar um mecanismo de rotação que produz som em uma direção por vez. Esses dispositivos podem empregar cornetas, difusores ou outras técnicas para projetar o som para fora. Embora os dispositivos sonoros omnidirecionais geralmente não alcancem a mesma potência sonora ou alcance que os dispositivos rotativos, eles oferecem vantagens significativas em termos de manutenção e confiabilidade. Ao contrário dos dispositivos rotativos, os omnidirecionais têm menos partes móveis suscetíveis a desgaste, como correias e correntes, o que reduz a probabilidade de falhas ao longo do tempo. Geralmente, esses dispositivos têm apenas uma parte móvel, o rotor ou driver. Podem ser construídos na vertical ou horizontalmente, e podem ser equipados com um ou mais rotores e motores.

As figuras a seguir apresentam desenhos esquemáticos de sirenes omnidirecionais.

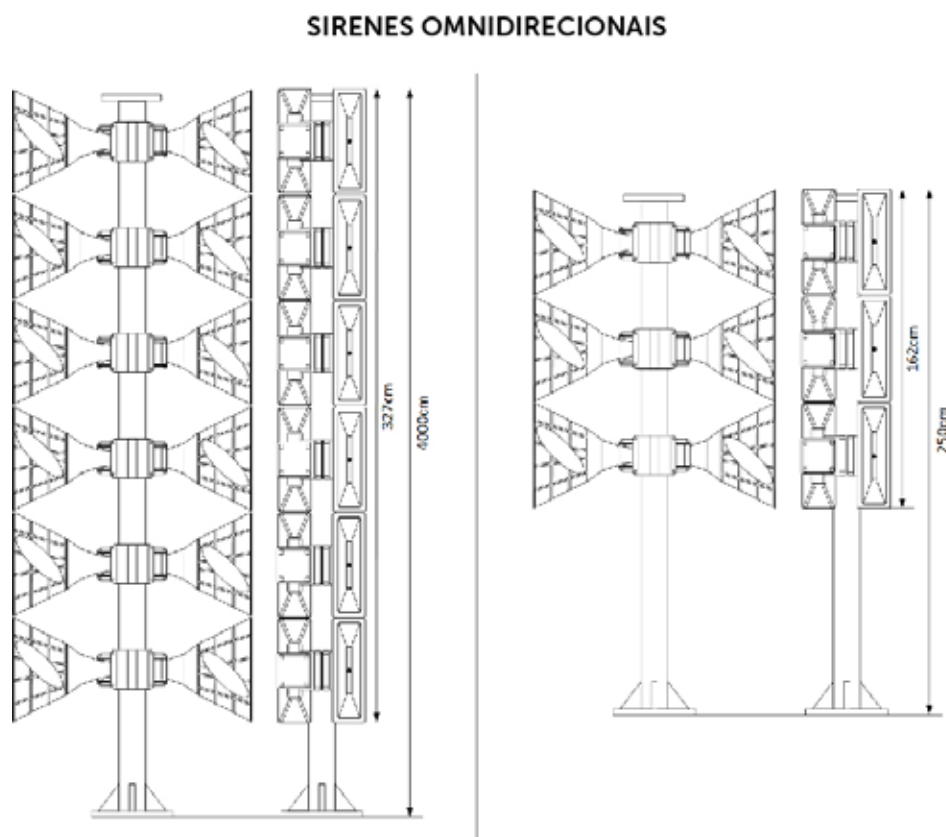


Figura 12: Desenhos Esquemáticos de Sirenes Omnidirecionais

4.3. CONCEITO SOBRE SISTEMAS DE ALERTA E SISTEMAS SONOROS

4.3.1. Conceito sobre sistemas de alerta

Os sistemas de alerta são estruturas projetadas para detectar e comunicar a ocorrência de eventos ou situações que representam uma ameaça iminente ou emergência. Eles desempenham um papel crucial na segurança pública, fornecendo avisos rápidos e eficazes para permitir ações preventivas ou de resposta adequadas.

Esses sistemas podem abranger uma variedade de tecnologias e métodos de comunicação, incluindo dispositivos visuais, sonoros, digitais e móveis. Eles são frequentemente implementados em ambientes críticos, como áreas industriais, zonas urbanas densamente povoadas, instalações militares, usinas de geração de energia, entre outros.

Os sistemas de alerta geralmente consistem em três componentes principais:

- **Detecção:** Esta etapa envolve a identificação de condições ou eventos que requerem um aviso ou alerta. Isso pode ser alcançado por meio de sensores, sistemas de monitoramento, observação visual ou outros métodos de detecção.
- **Comunicação:** Após a detecção, as informações sobre a emergência são transmitidas para um sistema de comunicação, que pode incluir redes de comunicação sem fio, sistemas de transmissão de rádio, sistemas de telefonia, entre outros. Essa comunicação é essencial para disseminar o alerta para as pessoas afetadas e autoridades responsáveis.
- **Disseminação:** O alerta é então distribuído para o público-alvo por meio de dispositivos como sirenes, alto-falantes públicos, sistemas de mensagens automáticas, aplicativos móveis, entre outros. A disseminação eficaz do alerta é fundamental para garantir que as pessoas recebam as informações a tempo e possam agir adequadamente para proteger suas vidas e propriedades.

4.3.2. Conceito sobre sistemas sonoros

Os sistemas sonoros são componentes essenciais dos sistemas de alerta, projetados para emitir sinais audíveis para alertar as pessoas sobre situações de emergência ou eventos críticos. Eles são amplamente utilizados em uma variedade de contextos, desde sistemas de alarme em edifícios até sistemas de alerta em áreas industriais e públicas. Esses sistemas geralmente podem ser tipificados em:

- **Sistemas de uso territorial:** Esses sistemas são projetados para alertar e informar o público em geral sobre situações de emergência que possam afetar uma área geográfica específica.
- **Sistemas de uso localizado:** Esses sistemas são implementados dentro de edificações ou instalações para alertar e orientar os ocupantes sobre emergências que possam estar ocorrendo em determinado local.
- **Sistemas de uso pessoal:** Esses sistemas são destinados ao uso individual e são projetados para alertar e proteger uma única pessoa em situações de emergência. Podem incluir dispositivos portáteis, como alarmes de bolso, apitos de emergência ou aplicativos de smartphone que emitem alertas personalizados.

As soluções podem ser utilizadas de forma individual ou combinadas, dependendo das condições de relevo, densidade demográfica, acessibilidade e disponibilidade de recursos. A função desses sistemas é fornecer um meio de alerta rápido e eficaz para indivíduos em situações de emergência, permitindo que eles tomem medidas de segurança adequadas para si mesmos.

O quadro a seguir detalha o funcionamento desses sistemas, incluindo exemplos de dispositivos de alerta:

Tipo de sistema	Dispositivo de alerta	Metodologia de funcionamento do sistema
Sistemas de uso territorial	Dispositivo de alerta sonoro fixo	Emitir sinais ou mensagens sonoras audíveis em áreas abertas para alertar a população sobre emergências iminentes, como sirenes instaladas em postes ou torres.
	Dispositivo de alerta sonoro móvel	Utiliza veículos equipados com dispositivo sonoro para emitir sinais sonoros em áreas de evacuação, proporcionando notificações audíveis enquanto percorrem a área potencialmente afetada. Esses sistemas são usados principalmente para direcionar a população durante emergências, como evacuações em massa devido a desastres naturais ou eventos perigosos. O uso com mensagens de voz não é muito eficiente quando da necessidade de deslocamento em longas distâncias.
	Dispositivo de alerta sonoro estacionário	Sistemas de alerta sonoro que são movimentados e estacionados em locais estratégicos, como parques, praças públicas, áreas urbanas, comunidades rurais para emitir alarmes audíveis em casos de emergência. Eles podem ser ativados remotamente por autoridades responsáveis pela gestão de crises para informar a população
Sistema de uso localizado	Dispositivo de alerta sonoro interno	Dispositivos instalados dentro de edifícios ou estruturas para emitir alertas sonoros direcionados aos ocupantes. Esses dispositivos são projetados para alertar as pessoas sobre emergências imediatas dentro do ambiente controlado, permitindo uma evacuação rápida e segura.

Tipo de sistema	Dispositivo de alerta	Metodologia de funcionamento do sistema
Sistema de uso pessoal	Dispositivo de celular de alerta individual	Utilização de tecnologia móvel para enviar alertas de emergência direcionados a dispositivos individuais, como smartphones, por meio de mensagens de texto (SMS – <i>Short Message Service</i>), notificações push ou aplicativos específicos. Esses alertas são enviados pelas autoridades competentes para fornecer informações e instruções sobre situações de emergência.
	Dispositivo de alerta individual portátil	Dispositivos portáteis de alerta, como apitos, sirenes pessoais ou dispositivos de alarme de emergência, que podem ser carregados por indivíduos para emitir sinais audíveis em situações de perigo. Eles são projetados para serem facilmente ativados pelos usuários para chamar a atenção de outras pessoas nas proximidades e solicitar assistência durante emergências pessoais ou em grupo.

4.4. DIMENSIONAMENTO E ESCOLHA DO SISTEMA SONORO OU DE OUTRA SOLUÇÃO TECNOLÓGICA DE MAIOR EFICÁCIA

Para dimensionar um sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia para populações potencialmente afetadas na Zona de Autossalvamento, é necessário levar em consideração diversos requisitos sendo estes:

- **Delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS):** É pré-requisito indispensável ter a delimitação geográfica georreferenciada, com nível adequado de precisão, da área potencialmente afetada, pois, sem uma cartográfica confiável, poderá haver incongruências no dimensionamento do sistema sonoro ou na escolha da solução tecnológica de maior eficácia.
- **Cadastro demográfico:** É necessário ter o registro georreferenciado dos locais habitados e a quantidade da população potencialmente afetada na ZAS. A falta desse requisito poderá comprometer o estudo de propagação sonora e a eficácia do sistema escolhido ou da solução tecnológica.
- **Análise do ambiente acústico:** Antes de escolher e dimensionar um sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia, é crucial realizar uma análise detalhada do ambiente acústico da área afetada, levando em conta a topografia, a presença de obstáculos físicos e a absorção sonora do terreno.

- **Avaliação do nível de ruído de interferência:** É necessário determinar o nível de ruído de fundo da área em questão durante diferentes períodos do dia. Isso ajudará a garantir que o sinal de alerta seja audível acima do ruído ambiental.
- **Determinação dos requisitos de inteligibilidade:** Além da audibilidade, é fundamental garantir a inteligibilidade do sinal do sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia. Isso significa que as palavras ou sons emitidos pelo sistema ou pela solução devem ser claramente compreensíveis para a população afetada.
- **Localização estratégica:** Se for escolhido um sistema sonoro fixo ou estacionário, os conjuntos sonoros devem ser instalados ou operacionalizados em locais estratégicos para garantir uma cobertura eficaz da área afetada. Isso pode incluir a consideração da distribuição espacial da população, obstáculos físicos e características do terreno. A figura a seguir exemplifica a instalação de sistemas sonoros considerando a localização estratégica dentro da ZAS.

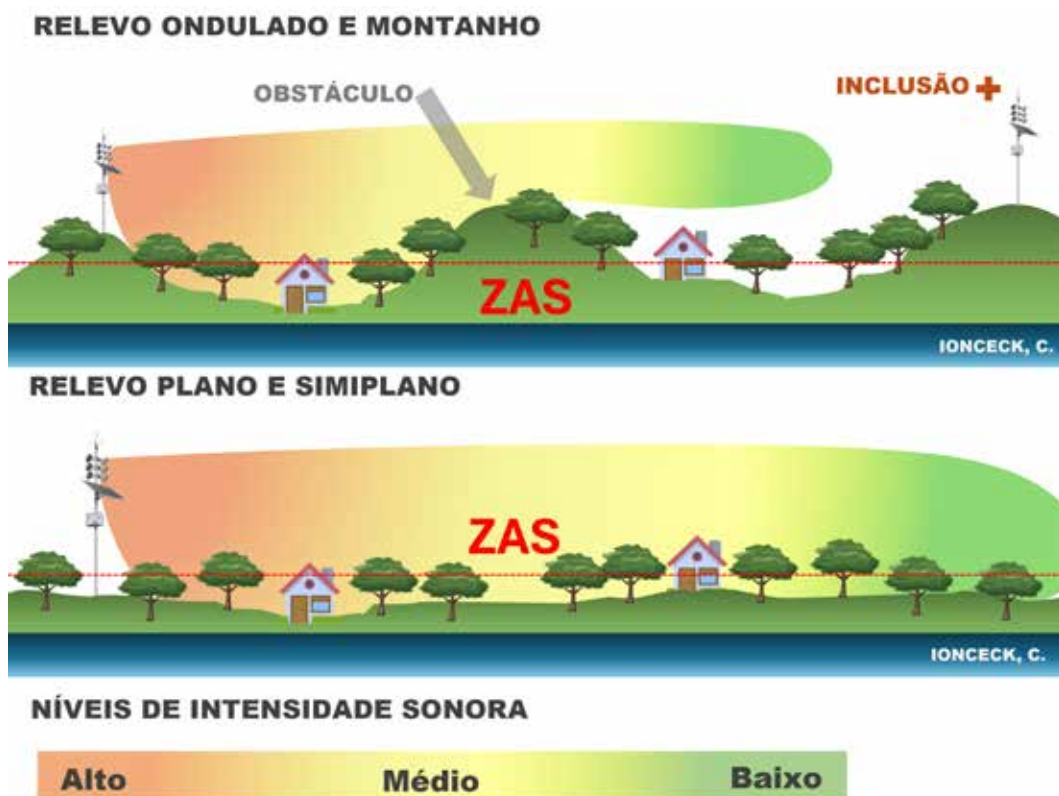


Figura 13: Exemplo de instalação de sistemas sonoros considerando a localização estratégica

- **Dimensionamento da potência sonora:** A potência sonora do componente que produz som deve ser dimensionada de acordo com a área a ser coberta e o nível de ruído ambiente, seja ele externo ou interno. É importante garantir que o sinal de alerta seja audível em toda a área afetada.
- **Segurança técnica:** Para garantir a confiabilidade do sistema, é recomendável analisar se componentes críticos, como fontes de energia, circuitos de transmissão e métodos de acionamento, possuem estabilidade e/ou redundância para evitar situações de indisponibilidade.
- **Avaliação de aplicabilidade:** Antes da escolha do sistema, deve ser realizada uma avaliação para verificar sua eficácia em diferentes condições ambientais e de operação.
- **Atendimento às normas e regulamentações:** O sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia, deve estar em conformidade com normas e regulamentações aplicáveis, garantindo que o empreendedor tenha capacidade de defesa técnica do sistema de alerta escolhido em casos de questionamentos quanto sua eficácia.

4.5. DISPOSITIVO DE ALERTA SONORO FIXO

Os conjuntos sonoros são posicionados em áreas elevadas e visíveis para garantir uma propagação eficaz do som. Sua eficácia depende da capacidade de serem audíveis em um determinado território, fornecendo alertas sonoros em caso de necessidade de evacuação. Os conjuntos sonoros podem ser fixados em torres, postes em madeira, concreto ou metálico. Os dispositivos são acionados e monitorados por um sistema central, operado à distância pelas salas de controle e/ou por centro de operações.

É preferível que o sistema de acionamento esteja localizado fora da área de risco de inundação, permitindo seu acionamento mesmo em situações em que as salas de controle sejam afetadas pela emergência. Ainda assim, considerando o tamanho das áreas de inundação dos reservatórios associados às hidrelétricas, pode-se prever situações em que a instalação dos equipamentos de alerta é realizada dentro da área de impacto, considerando que seu acionamento se dará previamente ao evento de emergência, sendo possível evacuar a área antes da perda dos equipamentos.

Conforme apresentado na ilustração abaixo, quando ativado, o sistema de controle envia um sinal para os dispositivos sonoros, que emitem um som característico e audível, alertando as pessoas sobre a emergência em andamento.

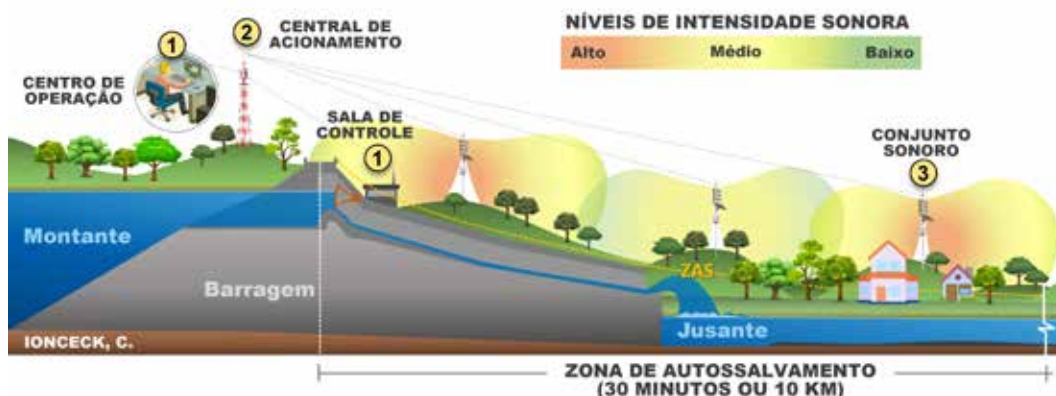


Figura 14: Acionamento de conjunto sonoro na ZAS

Os dispositivos sonoros podem variar amplamente em sua composição, dependendo de sua natureza específica e finalidade. A seguir, são apresentadas as partes comuns que podem constituir qualquer tipo de dispositivo sonoro:

- **Fonte de Energia:** A fonte de energia fornece a energia necessária para acionar o dispositivo sonoro. Esta pode ser uma bateria, fonte de alimentação elétrica, painel solar, ar comprimido (no caso de dispositivos pneumáticos), etc.
- **Transdutor:** O transdutor converte energia mecânica, elétrica ou pneumática em energia sonora. Em dispositivos elétricos, o transdutor pode ser um alto-falante ou um buzzer. Em dispositivos mecânicos, pode ser um martelo ou uma membrana vibrante. Em dispositivos pneumáticos, pode ser um apito ou uma sirene.
- **Elemento Vibratório:** Esta é a parte do dispositivo que produz as vibrações que são convertidas em som. Isso pode ser uma membrana em um alto-falante, uma lâmina vibratória, um sino etc.
- **Circuito de Controle (Opcional):** Em dispositivos eletrônicos, um circuito de controle pode ser necessário para modular a produção de som, como amplificadores, osciladores, filtros etc.
- **Caixa de Ressonância (Opcional):** Alguns dispositivos sonoros possuem uma caixa de ressonância que amplifica e melhora a qualidade do som produzido. Esse tipo de dispositivo é comum em sistemas pneumáticos.
- **Dispositivos de Controle e Interface (Opcional):** Em alguns dispositivos sonoros, podem ser incluídos botões, knobs, teclas, ou outros elementos de interface para controlar características como volume, tom, frequência etc.
- **Dispositivo de acionamento em caso de perda da central de controle - Botão de emergência (Opcional):** Acionamento através de dispositivo com

uma funcionalidade (único botão emergencial) ou várias funcionalidades, conforme apresentado na figura abaixo:



Figura 15: Dispositivo com chave magnética (cadastrada por usuário) para acionamento do sistema de alerta sonoro

A seguir, é apresentado um quadro resumo com sugestões de atividades a serem consideradas, pelos empreendedores, na especificação dos sistemas de alerta sonoro.

Atendimentos iniciais	 Estudo site survey	 Emissão licença ANATEL	 Negociação fundiária	 Verificação ambiental	
Projeto acústico	 Em áreas habitadas	 Mensagens de áudios pre-gravadas	 Mensagens de áudios em viva voz		
Autonomia e proteções	 36 hs em standby e 30' alerta contínuo	 Proteção contra chuva	 Umidade e temperatura	 SPDA	 Proteções contra furtos
Comunicação, telemetria e dados	 Supervisorio e acionamentos	 Telemetria e logs de eventos	 Sistema de comunicação	 Armazenamento	
Testes e avaliações	 Fabricação e montagem	 Montagem a campo	 Operação assistida	 As Built	 Treinamento
Aceitação e performance	 Disponibilidade	 Manutenção	 Relatórios		

Figura 16: Síntese dos requisitos sugeridos para considerar na especificação dos sistemas de alerta sonoro

4.6. DISPOSITIVO DE ALERTA SONORO MÓVEL

O Sistema de Notificação através de dispositivos de alerta sonoro móvel é uma alternativa viável para comunicação em situações de emergência, podendo ser usado em conjunto ou como complemento a outros sistemas de comunicação em massa. Este sistema é altamente versátil, pois permite que o equipamento seja deslocado para as proximidades das residências e instalações das ZAS, potencializando a propagação da comunicação.

Os dispositivos de alerta sonoro móvel oferecem uma cobertura abrangente e podem ser adaptados para aplicação em outras áreas, conforme necessário, mediante solicitação das autoridades responsáveis pela resposta a emergências. Eles podem ser do tipo eletromecânico ou eletrônico, oferecendo uma variedade de funcionalidades.

Em particular, as sirenes eletrônicas representam uma opção versátil, permitindo a utilização de alertas sonoros, mensagens gravadas pré-definidas ou até mesmo interação em tempo real entre o condutor do veículo onde estão instalados os dispositivos e a população afetada. Essa flexibilidade torna esses dispositivos eficazes e adaptáveis a uma variedade de cenários de emergência.

4.6.1. Requisitos a observar antes da escolha de sistema de alerta móvel

- **Rotas de percurso pré-definidas** e que haja a possibilidade de deslocamento do veículo;
- **Deslocamento para as ZAS em intervalo de tempo coerente com a situação de emergência** e a classificação do nível de segurança em que será acionado, dando preferência para o seu uso em situação de alerta, quando as anomalias ou contingências representam risco à segurança da barragem, exigindo providências em curto prazo para manutenção das condições de segurança;
- **Opção de equipamento já estar instalado em veículo destinado apenas para este fim ou que o equipamento possua fácil instalação**, de preferência sem contar com a utilização de ferramentas e que seja necessário apenas uma ou duas pessoas para realizar a instalação do equipamento no veículo que promoverá o deslocamento do dispositivo de alerta sonoro;
- **Fonte de alimentação elétrica compatível com o sistema escolhido** (eletromecânica ou eletrônica) **e com autonomia suficiente** para realizar o percurso das áreas a serem notificadas. Especificamente as sirenes eletrônicas poderão contar como fonte de alimentação a própria instalação elétrica do veículo;
- **No veículo deverá ser instalada identificação visual**, seja de forma definitiva ou ainda de natureza removível (adesivos magnéticos) com recurso refletivo.

As inscrições deverão conter textos que identifiquem o veículo como instrumento de comunicação em massa de um estado de emergência e que a evacuação da área deverá ser realizada;

- **Disponibilidade de motorista** ou o operador do veículo para ser acionado a qualquer momento;
- O **equipamento deve possuir proteção** para água e poeira além de peças sobressalentes de fácil substituição;
- A **fixação do dispositivo de alerta sonoro deve prever a plena circulação do veículo em velocidade** considerando os limites e condições das estradas de circulação.

A seguir, são apresentados alguns exemplos de dispositivos de alerta sonoro móvel, que podem ser adaptados em veículos:



Figura 17: Sirenes eletromecânicas rotativas trifásicas utilizadas para grandes distâncias



Figura 18: Sistema "Screamer CAR", permite soar até 36 diferentes alarmes pré-gravados, com sinais de tom e mensagens de fala



Figura 19: Sistema de sirenes móveis montadas em trailer, podendo ser puxada em engate de reboque padrão

O dimensionamento de dispositivos de alerta sonoro móvel deve considerar:

- **A amplitude da onda sonora**, com capacidade de propagação em diferentes altimetrias do terreno e com alcance em todos os locais habitados na ZAS;
- **Cobertura da faixa territorial** entre a superfície do corpo hídrico até o limite da área de inundação (ZAS);
- **Barreiras acústicas que possam limitar o alcance** da audição da mensagem de alerta;
- **Malha viária disponível**, que assegure cobertura da propagação sonora na ZAS e a **agilidade do veículo com o dispositivo de alerta sonoro**;
- **Tempo necessário para ouvir a mensagem** do aviso para determinar a velocidade de deslocamento.

O empreendedor, ao adotar a solução com sirene móvel, deverá avaliar a abrangência da cobertura sonora, devendo assegurar que todos os locais habitados da ZAS recebam a mensagem de alerta.

A Figura 20, a seguir, apresenta um dispositivo de alerta sonoro mal dimensionado, enquanto a Figura 21 apresenta um dispositivo de alerta sonoro bem dimensionado.



Figura 20: Dispositivo de alerta sonoro mal dimensionado



Figura 21: Dispositivo de alerta sonoro bem dimensionado

4.7. DISPOSITIVO DE ALERTA SONORO INTERNO

4.7.1. Dispositivo Individual de Notificação – DIN

Desenvolvido utilizando recursos do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, da ANEEL, o DIN é uma interface gráfica e sonora para interação com comunidades em risco. Possuindo display para exibição de mensagens, módulo GPS e supervisor capaz de verificar uma fronteira geográfica, permite a emissão de alarmes segregados por áreas específicas, bem como apresenta maior presença junto à população, fazendo parte de seu dia a dia.

Em contrapartida, é necessário deixar claro à população a essencialidade de se manter o equipamento energizado em sua casa, considerando que a autonomia da bateria interna é de 24 horas.

Utiliza tecnologia de telecomunicações de baixa potência e longo alcance (LPwan) denominada LoRawan, utilizando suas potencialidades para uso como funcionalidade de Internet das Coisas (IoT), monitorando a saúde da bateria, fonte de energia, posição GPS e comunicação com o sistema supervisor.

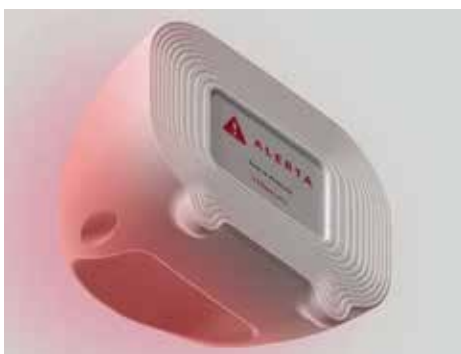


Figura 22: Dispositivo Individual de Notificação – DIN

4.7.2. SINORE

O SINORE é outro dispositivo internos a edificações. Também conta com a cobertura da rede de telecomunicação em padrão LoRawan, sendo aplicado em conjunto com a tecnologias de monitoramento da estrutura da barragem em si. Apesar de não contar com uma interface gráfica ao usuário que será notificado, o SINORE conta com uma bateria de alta capacidade que permite a instalação sem que seja necessário estar conectado à rede elétrica da edificação.

Para garantir a disponibilidade do equipamento, o dispositivo é dotado de um sistema supervisor que monitora o autoteste de comunicação que o equipamento realiza a cada 30 minutos.

4.8. DISPOSITIVO DE ALERTA INDIVIDUAL PORTÁTIL

Dispositivos de alarme individual são opções pertinentes para zonas que possuem áreas edificadas em formato de pequenos aglomerados. Frente aos custos de implantação de um sistema de sirenes fixas, equipamentos individualizados apresentam maior agilidade de implantação e menor complexidade para manutenção. Além disso, a instalação de equipamentos diretamente nas propriedades ou equipamentos em áreas de risco traz com si a provocação junto à população para maior engajamento e pertencimento quanto ao processo de resposta a eventos críticos.

Ainda assim, vale a realização da análise econômica entre implantar uma torre de sirene e uma torre de telecomunicações para a utilização de um sistema individual de notificação. Nesse sentido também deve-se avaliar a presença perene do empreendedor junto à comunidade de interesse para fomentar a cultura de preservação dos equipamentos e monitoramento de sua disponibilidade.

Nas seções seguintes, são destacadas aplicações quanto à usabilidade desse tipo de alerta.

4.8.1. Aplicativos para smartphones

Existem algumas iniciativas de mercado quanto à personalização de solução para notificação de aparelhos celulares através aplicativos. Segue uma lista com as principais características de cada aplicação e modo de contratação:

- **Alert:** trata-se de um módulo da aplicação Sysdam, para gestão de simulados, cadastramento demográfico, alerta via *push* ao app e via mensagem SMS.
- **Alerta Individual - Dam Safety:** possui integração com sistema de sirenes, divulga informações hidrológicas das barragens em tempo real, bem como seu nível de segurança e possui alerta via *push* no app.
- **Alerta de Barragem - Alumínio:** utilizado para aplicação em uma ZAS específica de uma barragem de mineração, possui banco de dados para cadastro demográfico, alerta via *push*, traça rotas de fuga automáticas (via *Google Engine*) até ponto de encontro mais próximo. O app é gerado por cidade / localidade, para aquela determinada população, e gerência alertas para rompimento de barragens e simulados. Disponível para o município de Alumínio/SP.
- **Kartado:** esta ferramenta possui escopo de gestão de serviços de campo. Utilizada atualmente para cadastro de população e instalação de sinalização. É possível criar formulários personalizados e executá-los em campo por meio de aplicativo móvel.

- **Alertus:** Trata-se de ferramenta que monitora a ocorrência de desastres de diversos tipos, como erupções vulcânicas, tsunamis, fortes chuvas, entre outros, e permite que a população utilize. Aplicativo americano dedicado a criar um mundo mais seguro e resiliente a desastres (*"helping to create a safer, more disaster resilient world"*).
- **Sipremo:** Perfil de solução sem interface para população, sendo administrada pelo empreendedor apenas para o foco de notificação durante ocorrências. Emite notificações por e-mail e SMS.
- **Fique Seguro:** Possui funcionalidade de rotas de fuga e ponto de encontro mais próximo.
- **Prox:** Possui funcionalidade de geofencing para emissão a smartphones com inventários cadastrados por usuários de gestão, inventários autodeclarados ou última geolocalização registrada dentro da área de alerta. Possui escalabilidade de alerta via push ao app, SMS, Whatsapp e ligação telefônica para alertas com severidade máxima.

4.8.2. Lista de Transmissão SMS e/ou Whatsapp

O WhatsApp é um dos aplicativos mais utilizados e com que a população em geral possui maior familiaridade. Por isto, é um importante recurso complementar para compor o Sistema de Notificação. Atualmente, a ferramenta indicada é a Lista de Transmissão, que possibilita o contato simultâneo com 256 pessoas por lista. Caso o público a ser notificado seja maior, é possível ampliar esta capacidade criando-se mais listas de transmissão. A opção por esta alternativa deve levar em consideração a qualidade e estabilidade do sinal de internet na localidade mapeada, bem como o grau de adesão da população ao aplicativo.

Para que a ferramenta funcione adequadamente, é necessário que o número de telefone que enviará a notificação esteja salvo no celular do destinatário da mensagem. Se houver mais moradores no mesmo local, é recomendável que todos tenham o telefone indicado pelo empreendedor salvo. Esse procedimento deve ser estimulado e realizado periodicamente pelo Agente.

Em complemento ao método de transmissão, é possível a criação de grupos ou canais utilizando também o Whatsapp. No primeiro caso, é recomendado restringir a permissão de publicação apenas a administradores do grupo, sob gestão do empreendedor. Tais ferramentas permitem a realização de pesquisas/enquetes junto à população das áreas de risco quanto ao recebimento do alerta, comprovando o teste de audibilidade e entendimento direto.

As mensagens para cada situação emergencial devem ser definidas pelo empreendedor e aprovadas pela Defesa Civil.

4.8.3. Chatbots

Os *Chatbots* são assistentes virtuais interativos que facilitam a comunicação e fornecem suporte eficiente aos usuários e com a grande adesão ao Whatsapp em território brasileiro, a utilização de *Chatbots* cresceu bastante para a usabilidade de interação junto ao usuário final, sendo nesse caso a população de áreas em risco. Nesse sentido, a própria Defesa Civil Nacional conta com um serviço de notificação integrado à Interface de Divulgação de Alertas Públicos - IDAP que, através de um cadastro do CEP, o usuário passa receber em mensagem de Whatsapp os alertas que seu CEP está inserido. Nesse sentido, é vista uma limitação do geoposicionamento do CEP, dado que em áreas rurais e municípios de pequeno porte, não há uma granularidade suficiente para estratificar uma ZAS ou não.

Ainda assim, a utilização de *Chatbots* se mostra uma opção de menor custo em comparação ao desenvolvimento de aplicativos próprios. Outra vantagem é superar a necessidade de atualização tecnológica ao longo do tempo, já que não depende de bibliotecas de código para smartphones e sim de uma integração com o próprio Whatsapp e um servidor para poder processar banco de dados e validar o georreferenciamento dos alertas. Além disso, novas funcionalidades podem ser agregadas, como exibir o ponto de encontro mais próximo, traçar rotas de fuga automáticas em vias públicas e usar como lista de distribuição para a divulgação de simulados.

A figura a seguir ilustra um exemplo de *Chatbot*:

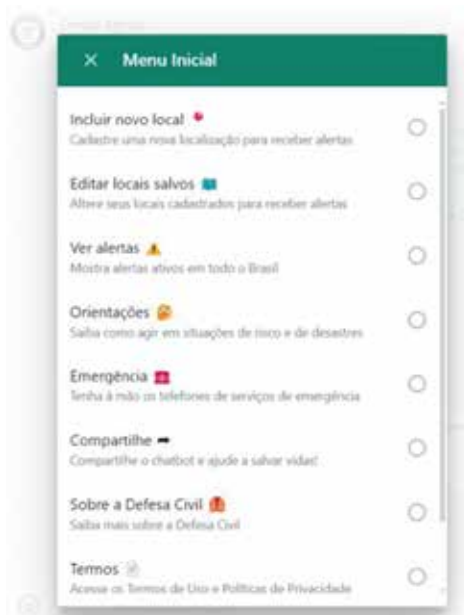


Figura 23: Chatbot da Defesa Civil Nacional em integração ao Whatsapp

4.8.4. Sistema de Alertas da Defesa Civil

O Sistema de Notificação de alertas da Defesa Civil (<https://www.gov.br/pt-br/servicos/solicitar-cadastro-para-recebimento-de-avisos-e-alertas-de-desastres>) foi desenvolvido para alertar a sociedade em geral sobre a possibilidade de ocorrência de desastres e de eventos adversos, acompanhados de recomendações ou ações emergenciais para a população em situação de risco. Os canais possíveis para a notificação são:

- SMS (cadastramento através do número 40199 com o CEP da área de interesse);
- WhatsApp da Defesa Civil (o cadastro pode ser feito em https://api.whatsapp.com/send/?phone=556120344611&text&type=phone_number&app_absent=0; ao enviar um "olá", um robô dará as instruções);
- Aplicativo Telegram (procurar pelo contato "defesa Civil Alertas"; ao enviar um "olá", um robô dará as instruções);
- TVs por assinatura (alertas durante a programação).

O agente deverá firmar um convênio com a Defesa Civil do seu Estado para o envio de alertas referentes às barragens. Caberá ao Agente elencar as situações emergenciais, elaborar as mensagens e definir as localidades a serem notificadas. À Defesa Civil cabe inserir essas informações em seus processos e propagar os alertas para a população cadastrada.

Também é de responsabilidade do empreendedor o cadastramento da população das zonas a serem notificadas, incentivando as pessoas a se cadastrarem e auxiliando-as na escolha das opções mais adequadas conforme as características de cada público.

O Art. 15-B da Lei Federal nº 12.340/2010 traz a obrigação às prestadoras de serviço móvel de telecomunicações de transmitir gratuitamente mensagens de alertas de desastres dos órgãos de defesa civil à população. Atualmente, esse tema é coordenado pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) em conjunto com as prestadoras de telefonia móvel e de TV por Assinatura, seus institutos de representação, Conexis Brasil Digital, Associação Brasileira de Televisão por Assinatura (ABTA) e órgãos vinculados à Defesa Civil, representados pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR). Desde 2023, está operacional o envio via SMS para os usuários que cadastrarem seu CEP por meio do número 40199, bem como mensagens direcionadas para aparelhos de TV por assinatura.

4.8.5. Mídias (rádios / TV / canais em Youtube)

A notificação da população por meio de diversas mídias, como rádio, televisão e outros canais de comunicação, é uma ferramenta importante para manter as pessoas informadas em situações de emergência, disseminar informações cruciais e garantir a segurança pública permitindo que as mensagens cheguem a um público amplo e diversificado.

Além do rádio e da televisão, que historicamente são os meios de comunicação de massa mais acessíveis para transmitir informações urgentes, outros meios como mensagens de texto, redes sociais, aplicativos móveis e sítios eletrônicos de governo também podem ser empregados. A diversidade de canais torna mais provável que as informações atinjam um grande número de pessoas, independentemente de sua localização ou preferência de comunicação.

4.8.6. Cell Broadcast System (CBS)

Conforme apresentado anteriormente, o CENAD vem evoluindo na implantação dos serviços gratuitos por parte das operadoras de telefonia celular para aumentar a eficiência dos órgãos de proteção e defesa civil na emissão de alertas e mitigação de perdas durante desastres. Desde julho de 2024, foi implantada em caráter de testes nova evolução da modalidade de alertas via *cell broadcasting*, passando a complementar o serviço de SMS. Foram realizados testes em 11 localidades ao longo do território brasileiro. As principais vantagens do CBS são:

- não há dependência de cadastro prévio dos usuários, já que o emissor, nesse caso o CENAD, via plataforma IDAP, selecionará as antenas de telefonia celular que farão parte do alerta ao definir ou desenhar um polígono para alerta;
- alcance instantâneo dos celulares das pessoas que estiverem, naquele momento, sob cobertura das antenas de telefonia da região em risco (geolocalização);
- alarme com aviso sonoro, ainda que o celular esteja em modo silencioso, por ser um serviço nativo de qualquer sistema operacional de celular, mesmo que não seja *smartphone*;
- sobreposição da mensagem de alerta na tela do aparelho celular, independentemente do conteúdo que estiver em uso;
- não está sujeito a congestionamento de rede, por ser um serviço prioritário.

Apesar do serviço gratuito prestado à Defesa Civil Nacional, é possível realizar acordos comerciais com empresas de telefonia para a emissão de alertas, mesmo não existindo aplicação no Brasil nesse momento.

Uma alternativa a acordos comerciais, é a utilização de equipamentos que trabalham na mesma faixa de frequência das operadoras locais. Nesse caso é necessária a homologação do equipamento junto à ANATEL e licenciamento como uso de órgão governamental.



Figura 24: Equipamento para o envio de SMS mesmo na ausência de cobertura de telefonia comercial

5 ESCOLHA DA SOLUÇÃO DE SISTEMA DE NOTIFICAÇÃO PARA CADA PÚBLICO-ALVO

5.1. GENERALIDADES

Conforme versa NBR 22322:2020, para se definir um sistema de aviso público, deve-se avaliar os perigos na área de estudo e o nível de risco potencial que cada um apresenta. Ou seja, para cada região de estudo, é necessário verificar qual é a exposição das pessoas em perigo, documentando para referência futura a avaliação quanto ao número e tipo de edificações, potencial destrutivo naquela região, bem o tempo de resposta quanto às ações.

Nesse sentido, quanto à cobertura do sistema sonoro para a ZAS não há ambiguidade de entendimento do normativo, especialmente quanto à necessidade da previsão de cobertura sempre nas áreas edificadas. Ainda assim, cabe avaliar a criticidade do aviso quanto à altura e velocidade da onda hipotética naquele ponto, bem como o tempo entre aviso e evacuação da localidade. Nesse sentido, vale destacar que para empreendimentos hidrelétricos pode-se apoiar na função de monitoramento de perigos como ponto favorável à antecipação da materialização de riscos estruturais

e operacionais. Ou seja, por mais conservador que seja a adoção da premissa de ruptura repentina, sua probabilidade é baixíssima considerando que os, critérios de projeto, a construção e o monitoramento operacional são conservadores nos barramentos do setor elétrico em geral.

O projeto do sistema de notificação deve buscar que o alerta receba a máxima atenção, considerando a dispersão da ocupação na edificação ou possíveis interferências no aviso sonoro.

Vale ressaltar a interdependência do projeto de notificação da ZAS e a etapa de cadastro socioeconômico da população em perigo. Nessa etapa deve-se identificar particularidades das zonas habitadas, indicando características que possam impactar na recepção da mensagem do alerta, sendo elas principalmente: atividades que possuam ruído contínuo, e grande concentração de pessoas em uma comunidade com deficiência auditiva. Nesses casos o sistema de alerta ao ar livre como sirenes fixas podem não apresentar a eficácia necessária. Outras tecnologias de notificação devem ser propostas, sendo procedimento de aviso a ponto focal fora da área de ruído ou dispositivo visual ou tátil para que tomem ações de segurança apropriadas ou busquem informações adicionais.

O projeto de um sistema de notificação deve documentar a disponibilidade, eficácia e confiabilidade técnica. A determinação do método de aviso deve considerar:

- O tempo necessário para permitir que as pessoas realizem a evacuação, ou seja, a população está treinada quanto ao como chegar ao ponto de encontro e quando devem agir;
- Disponibilidade, eficácia e confiabilidade técnica;
- Facilidade das pessoas em risco em acessar a mensagem transmitidas, incluindo pessoas vulneráveis.

A Figura a seguir apresenta a visão do processo de disseminação de avisos.

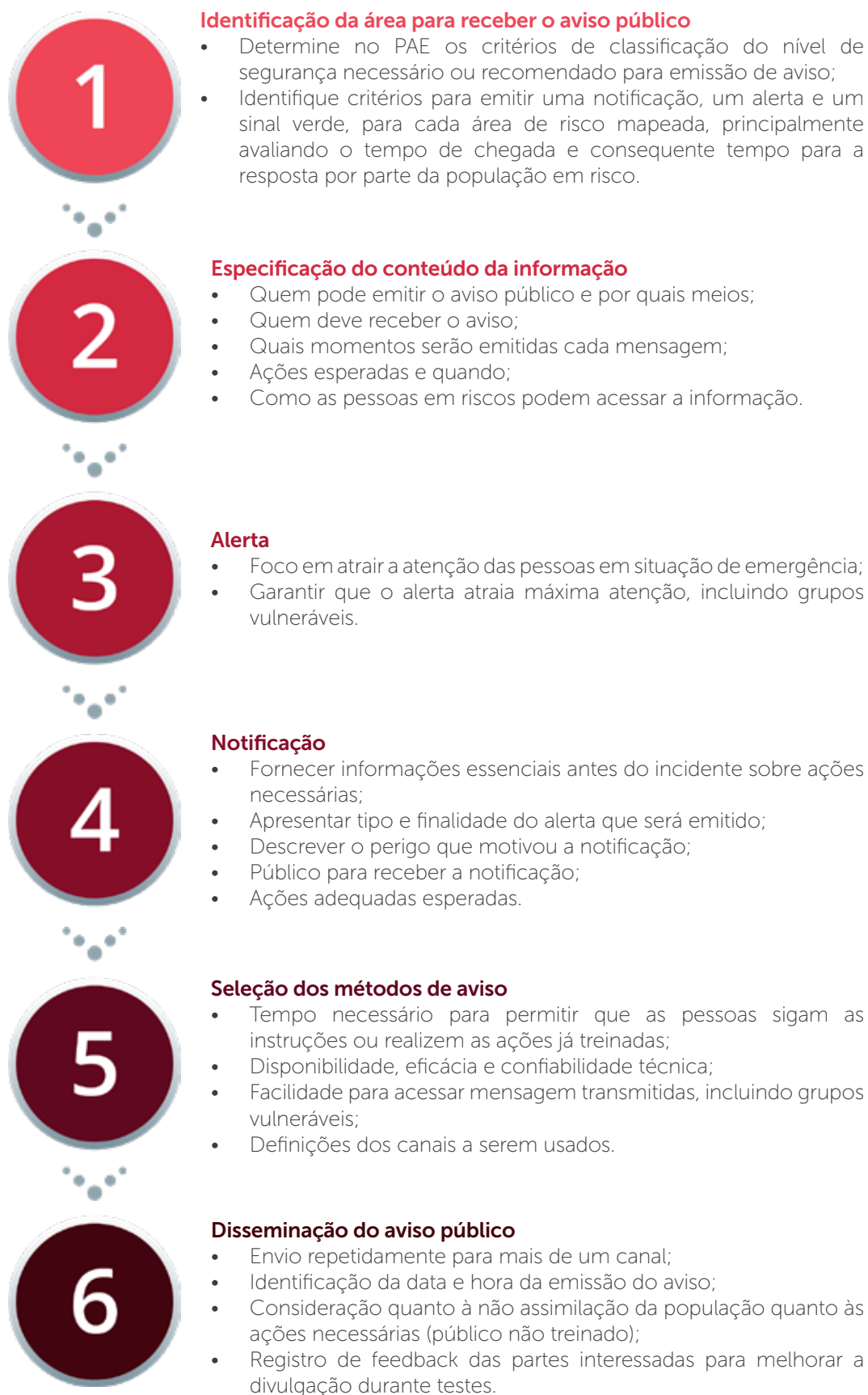


Figura 25: Visão do processo de disseminação de avisos (adaptado de NBR ISO 22322:2020)

5.2. DO ACIONAMENTO DO SISTEMA

Quanto à operacionalização do sistema de notificação, usualmente no setor elétrico existem estruturas com plena disponibilidade para suporte aos processos de operação. Ainda assim, ressalta-se que deve ser nomeado e treinado um grupo de indivíduos ou indivíduo para usar as informações de monitoramento de perigos para tomar decisões oportunas, pertinentes e precisas sobre a disseminação pública de avisos. Tal grupo/indivíduo responsável pela função de monitoramento de perigos deve suportar o coordenador do Plano de Ação de Emergência ou seu delegado no momento de ausência.

Nesse sentido, é recomendada a constituição e formalização do responsável pelo acionamento do sistema de notificação, avaliando a premissa de disponibilidade plena, a qualquer hora do dia e/ou dia da semana. A função de monitoramento de perigos está intimamente ligada ao acionamento de aviso, sendo possível considerar que a tempestividade da emissão do alerta quando da escolha do sistema. Ou seja, considerando o monitoramento constante, acompanhado ao longo tempo e com baixa velocidade de evolução, o sistema de alerta não necessariamente deve adotar a premissa de que a falha pode ocorrer repentinamente a qualquer momento.

Cabe o destaque anterior deste Guia quanto à transversalidade da Lei nº 14.750, de 12 de dezembro de 2023, atribuindo tanto ao empreendedor quanto ao município a competência para o acionamento de alertas antecipados.

5.3. DAS FLEXIBILIZAÇÕES POSSÍVEIS

A definição de um processo de aviso público de uma situação de emergência com barragem deve ainda considerar a razoabilidade econômica quanto a sua implantação, documentando para referência futura, podendo ser adotadas premissas de flexibilização desde que sejam avaliados:

- Categoria de risco e dano potencial associado da barragem conforme REN ANEEL nº 1.064/2023: caso sejam verificadas condições que penalizem a classificação de risco da barragem, é necessária maior atenção e robustez ao sistema de notificação;
- O processo de aproximação junto às comunidades em áreas de risco pode favorecer a flexibilização de premissas quanto ao sistema de notificação, seja ele:
 - Realização de campanhas de comunicação em maior recorrência;
 - Realização de testes de notificação em frequência adequada para comprovar prontidão, foco em diferentes horários e dias de acionamento;
 - Realização de eventos de conscientização com população *in loco*.

5.4. DA ESCOLHA E MELHORIAS DO PROJETO DOS SISTEMAS DE NOTIFICAÇÃO

Considerando que a REN ANEEL nº 1.064/2023 requisita que os exercícios práticos de simulação de situação de emergência sejam realizados com a população em risco, no máximo a cada 3 anos, o projeto do sistema de aviso público deve ser avaliado sempre que a premissa adotada na sua primeira implantação tenha necessidade de adequação. Assim, caso sejam identificadas novas comunidades ou alteração da percepção de eficácia do sistema em um exercício prático, pode-se iniciar uma melhoria no projeto para adotar as complementações na solução implantada, bem como a implementação de uma solução mista que permita atingir ao objetivo de disseminação da instrução quanto à evacuação de pessoas em perigo. Dessa forma, o sistema de notificação deve ser implementado e mantido em melhoria contínua, sendo avaliado sempre que objetivamente seja necessário. Ao avaliar as premissas que constituem o projeto, sendo elas, aumento do número de áreas habitadas, ruído de fundo, retorno da população quando da realização de simulados, aplicação de novas tecnologias, é possível que nos ciclos posteriores aos simulados seja possível implementar mudanças para que novos testes sejam realizados ou mesmo ratificar a eficácia do sistema adotado.

Conforme visto acima, existem exemplos distintos que podem se enquadrar em grandes grupos de canais de comunicação:

- **Sistemas de aviso dedicados:** sirenes, receptor interno/alarme individual, veículos com sistemas de alto-falantes para áreas de risco;
- **Mídia baseada em tecnologia da informação e comunicação (TIC):** páginas de internet, e-mail, SMS, mídias sociais;
- **Multiuso público:** ligação telefônica para difusão em rede de comunicação (pessoa a pessoa a partir de ponto focal);
- **Rádio difusão pública:** TV, rádio, transmissão por celular (cell broadcast);
- **Comunicação pessoal direta:** porta a porta em vizinhanças.

O projeto de um sistema de notificação deve levar em conta os resultados obtidos em campanha de cadastramento demográfico da população em área de risco. Nesse sentido, destacam-se avaliações quanto à adoção de sistemas sonoros, que não sejam apenas sirenes fixas, bem como alternativas tecnológicas:

- Dispersão geográfica no terreno, pois:
 - No caso de grande dispersão de população com concentração de poucas habitações, pode-se buscar metodologia que traga maior engajamento da população, em detrimento de sistemas fixos e dispendiosos que possam passar a mensagem de investimento inadequado realizado pelo empreendedor.

- A adoção de sirenes fixas para populações esparsas e de baixo poder aquisitivo pode ser interpretada como descaso com a realidade da população. Nesse sentido, sistemas que se prestam a envolver a população e/ou fornecer uma contrapartida em utilidade devem ser avaliados em primeiro caso.
- Cabe aqui a avaliação de sistemas sonoros individualizados ou alternativas que tenham treinamento frequente de pontos focais, avaliando a disponibilidade desses canais de comunicação multiuso (ligação telefônica ou por internet).
- Acessos e distância para a evacuação, pois:
 - Assim como a delimitação da ZAS vem da análise histórica de eventos de ruptura de barragens, a escolha de sistema para locais mais distantes lateralmente ou longitudinalmente pode considerar que a exposição ao risco é menor que nas regiões mais críticas. Tais localidades podem apresentar tempo suficiente entre o início da ruptura e o tempo para a evacuação, ou mesmo baixa criticidade quanto a altura e velocidade da onda.
 - Em localidades com maior tempo para evacuação, o sistema sonoro móvel é passível de apresentar grande eficácia.
 - Deve-se avaliar os trajetos de acessos às zonas a serem notificadas, evitando que o veículo de alerta trafegue por longas distâncias dentro da ZAS.
 - Em casos de distâncias longas para evacuação, deve-se levar em conta a adoção de sistemas de maior disponibilidade, devendo ser avisos dedicados que minimizem o tempo entre emissão e recebimento da informação para início da ação de evacuação.
- Grau de entendimento de mensagens por escrito, pois:
 - Em populações com baixa escolaridade ou culturalmente desconectadas de sistemas baseados em tecnologias da informação e da comunicação, deve-se buscar a utilização de sistemas sonoros com mensagens diretas.
 - Em caso da adoção de veículos, garante-se a credibilidade da necessidade e urgência quanto ao agir para a evacuação, pois diminui a ambiguidade do entendimento da mensagem.
- Cultura local e atividades econômicas, pois:
 - A ocupação dos espaços da propriedade pode ser distinta da área de repouso. Ou seja, a população pode permanecer em sua maior parte do tempo em estruturas anexas ao invés de ocupar o local dormitório, por

exemplo. Nesse sentido, é necessário prever que a mensagem chegue ao curral, oficina, escritório etc.

- Os alertas sonoros devem se diferenciar de músicas ou tons usualmente utilizados na localidade, evitando ambiguidade com avisos sonoros de igrejas, ferrovias, fábricas, entre outras. Em caso da adoção de músicas para testes ou mesmo emissão de alertas, deve-se atentar para não utilizar obras já escolhidas pela cultura local para festas ou mesmo solenidades fúnebres.
- Em casos de indústrias expostas a grande ruídos e necessidade de uso de EPIs, a solução sonora em massa não se mostra uma solução eficaz, cabendo avaliar fluxos de acionamento individual e difusão.

Considerando todos principais pontos listados, cabe uma análise quanto à vantajosidade, mantendo a confiabilidade, da adoção de soluções mistas que avaliem de fato a população em área de risco e suas características. Ainda assim, canais de redundância permitem a flexibilização de requisitos como disponibilidade, prontidão ou mesmo inteligibilidade do aviso público.

6 PLANO DE COMUNICAÇÃO DO SISTEMA DE NOTIFICAÇÃO

A divulgação eficaz do sistema de notificação de emergência requer a utilização de diversos canais de comunicação para alcançar um público amplo e diversificado. Algumas das principais estratégias de divulgação do sistema de notificação de emergência são:

- **Redes sociais:** utilização de plataformas como Facebook, Instagram, X e LinkedIn para compartilhar informações e apresentar os benefícios do sistema de notificação;
- **Imprensa:** publicação de matérias e anúncios em sites oficiais, estações de rádio, canais de televisão;
- **Aplicativos e mensagens de texto:** incentivo às pessoas a baixarem o aplicativo e a ativarem as notificações para receberem alertas em tempo real. É necessário o cadastramento prévio dos números de telefone para envio de mensagens de texto;
- **Ação em áreas de interesse:** instalação de faixas orientativas, entrega de folders, campanhas de carro de som;
- **Seminários orientativos (Workshop):** eventos informativos em parcerias com empresas, organizações, comunitárias, escolas e outras instituições locais;

- **Treinamentos e Simulados:** criação do senso de preparação e prontidão para situações de emergência na barragem, além de diagnosticar a operacionalização das rotas de evacuação e eficácia das estrutura/processo de aviso.

A consistência na divulgação é fundamental, com objetivo de criar um conhecimento sólido e uma adoção generalizada sobre o sistema de notificação de emergência para garantir a segurança de todos os membros da comunidade. No plano de comunicação é recomendado que seja divulgado com clareza os conteúdos abaixo:

- Fomento à cultura de conhecimento e prontidão:
 - quem deve receber a notificação e por que a ação é necessária, apresentando as localidades que devem ser evacuadas ou deixar claro o caminho para consulta;
 - quando o aviso será emitido;
 - qual é a política de testes e simulados do sistema de notificação;
 - exemplo da mensagem e tom de notificação;
 - a ação esperada quando do recebimento do aviso e em quanto tempo, avaliando o público-alvo entre ZAS e ZSS.
- Fomento à cultura de preparação e confiança no processo de notificação:
 - as estruturas implantadas em campo, destacando suas localidades e características de robustez;
 - quem irá emitir o aviso público;
 - que esperar à medida que a situação se desenvolve, o que ocorre após evacuação;
 - como as pessoas em risco podem acessar informações adicionais.

Convém que a informação de alerta seja complementada por pictogramas, símbolos gráficos e/ou sinais. É recomendado que seja monitorado o canal de comunicação utilizado, buscando manter a qualidade da disseminação de alerta, avaliando a eficácia e consistência, sempre destacando os canais oficiais e combatendo divulgações falsas quando da não pertinência de veiculação de fatos incorretos.

7 TREINAMENTOS, COMISSIONAMENTO E VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE NOTIFICAÇÃO

7.1. COMISSIONAMENTO DO SISTEMA

O comissionamento de um sistema de notificação sonora é um processo fundamental na garantia de que esse sistema funcione de maneira eficaz e confiável, através de procedimentos envolvendo etapas que visam assegurar que os componentes do sistema estejam corretamente instalados, configurados e operando de acordo com as normas e requisitos estabelecidos.

A verificação dos componentes do sistema é feita incluindo alarmes, elementos elétricos e sonoros, painéis de controle, sensores, entre outros. É essencial garantir que todos os dispositivos estejam em perfeito estado de funcionamento, sem danos ou falhas. Considera-se como boa prática a obtenção da indicação da vida útil média de cada item fornecido e do certificado de obsolescência do sistema, de modo a garantir um sistema vigente e com fabricação e garantia adequados.

Podem ser feitos testes de chaveamento para verificação e validação do desempenho do sistema de modo a garantir a funcionalidade dos componentes, especialmente na ativação e desativação dos comandos. Deve-se considerar e execução dos ensaios específicos para cada sistema de notificação de modo a avaliar a configuração, performance e programação do sistema.

Por fim, o processo de comissionamento deve ser documentado detalhadamente, registrando todos os ajustes, testes e resultados. Isso cria um registro importante para futuras referências e para garantir a conformidade com regulamentos e normas de segurança.

Os principais pontos aqui destacados focam nos testes de sistemas sonoros dedicados (sirenes fixas, móvel e alarmes individuais).

7.2. TESTES SONOROS

Após a instalação do sistema de notificação sonora, será necessária a realização de testes sonoros a fim de verificar o funcionamento e a eficácia do sistema, avaliando o alcance da pressão sonora audível e compreensível nos locais de interesse nas ZAS.

Os pontos a serem monitorados durante os testes devem considerar os locais estratégicos conforme projeto acústico desenvolvido para a ZAS, considerando a concentração populacional, os limites de habitantes na ZAS, interferências de ruídos etc.

Deve-se considerar a complementariedade de sistemas, levando em conta a penetrabilidade do aviso em residências. Nesse sentido, o teste sonoro do sistema de sirenes fixas, não deve necessariamente garantir a audibilidade na integralidade de edificações que compõem a ZAS. Assim sendo, considera-se avisos via alarmes individuais, mobile ou mídias que são possíveis de acessar em qualquer lugar da localidade.

Para validação da cobertura sonora dos sinais de avisos, deve-se levar em conta a aplicação da regulamentação vigente solicitada nos locais habitados na ZAS, ou seja, para a investigação em campo para o teste de percepção do som deve-se evitar que seja realizado em locais distantes de edificações ou em locais de tráfego de veículos. Para aferição da pressão sonora em relação ao projeto acústico, devem ser utilizados sonômetros e/ou decibelímetros com calibração adequada.

Os testes sonoros individuais devem considerar a efetividade do projeto acústico com o conjunto sonoro individual (1 torre) e/ou conjuntos (2 ou mais torres) ou conjunto de carros de som estacionários para cobertura acústica em uma determinada área para verificações dos testes sonoros conforme previstos em projeto.

Para se evitar o uso intensivo e extremo do sistema sonoro nos testes com potência máxima durante períodos que podem ultrapassar os limites de acionamento e sobrecarregar o sistema, recomenda-se a realização dos testes simultâneos com equipes para as comprovações em campo versus projeto acústico com registros de observações sobre as condições de sons audíveis, através de observações em campo e entrevistas com moradores.

A figura a seguir apresenta um exemplo de testes sonoros com potência máxima, considerando equipes simultâneas em uma área da ZAS habitada para conferência das observações em campo com o mapa acústico:

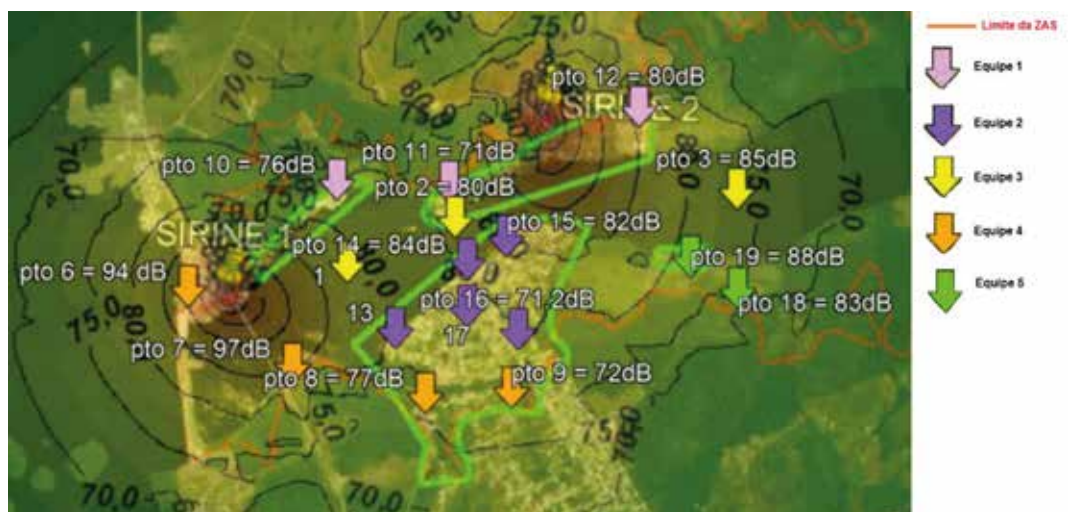


Figura 26: Exemplo de cobertura acústica simulada e previsão de testes em campo para validação

Para os casos de zonas muito populosas e extensas na ZAS, o processo de testes sonoros com equipes simultâneas pode ser mais efetivo em virtude da otimização do plano de comunicação para o conhecimento dos testes sonoros nas comunidades, divulgando o tempo de acionamento do sistema com potência máxima (limites dos equipamentos), e garantindo a mobilização da Defesa Civil para verificação da confiabilidade do projeto acústico completo em um menor tempo para as comprovações de alcance do projeto.

Os testes sonoros deverão ser desenvolvidos quantas vezes forem necessários até que o sistema seja implementado com êxito e aprovado pelo empreendedor e pelos órgãos de proteção e defesa civil.

Deverá ser elaborado um parecer técnico preferencialmente em conjunto com os agentes externos envolvidos contemplando informações coletadas durante os testes, bem como os registros levantados em campo, contendo a percepção dos envolvidos referente a clareza das mensagens e dos toques de alerta acionados, além de demais informações consolidadas de forma que sejam minimizadas as influências de fatores externos como vento, trânsito, animais etc.

7.3. TREINAMENTOS

Deverão ser realizados treinamentos, de cunho conceitual e prático, relativo ao sistema de notificação de alerta sonoro de forma a capacitar os colaboradores que irão realizar a sua supervisão e operação, promovendo a familiarização com o sistema e suas funcionalidades.

Os treinamentos deverão abordar o processo de diagnóstico de falhas operacionais, rotinas de testes e calibração, gestão de alarmes e informações, além do acionamento do sistema em caso de emergência na barragem. É importante que os usuários do sistema, tenham plena capacidade técnica, assim como habilidades específicas para a tomada de decisão relativas às ações preventivas e corretivas que surgirão na fase de operação de manutenção.

7.4. VALIDAÇÃO

Para o processo de validação, é necessário que a organização formalize a cooperação junto às partes notificadas, deixando claras as atribuições quando do recebimento do aviso. Na etapa de exercício simulado, é recomendado que seja formalizada a validação da etapa de treinamento, mesmo que haja recomendações a serem revisitadas ou sanadas até a execução de nova etapa de treinamento.

Visando exaurir as fragilidades e discutir mais detalhadamente os resultados dos estudos de impacto no território de abrangência da mancha hipotética, o exercício de notificação com órgãos de resposta ou estruturas críticas como hospitais,

escolas ou estruturas de grande aglomeração podem ser realizados em separado do exercício com a população em geral da ZAS.

Para a validação do sistema de notificação, convém que todas as atividades operacionais no processo de aviso público sejam registradas em formato recuperável, contendo no mínimo:

- Evidências do processo de divulgação da implantação do sistema de notificação.
- Evidências das premissas do projeto de notificação:
 - número e localidade das edificações;
 - tempo de chegada em seções de referência próximas a aglomerados de habitações;
 - delimitação de áreas de maior exposição ao risco (altura da onda ou risco hidrodinâmico alto);
 - zona de sonorização com estratificação de pressão sonora esperada.



SUPERVISÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS

8.1. GENERALIDADES

Dada a variabilidade dos sistemas de aviso público, deve-se destacar requisitos gerais que podem auxiliar na garantia da eficácia da solução adotada. Conforme apresentado na seção de comissionamento, na supervisão o foco é avaliar a disponibilidade e prontidão do sistema. Nesse sentido deve-se avaliar os componentes de acionamento, sendo despacho de veículos ou disponibilidade de rede de telecomunicações (dedicada ou pública). Não é necessária a supervisão de componente a componente, porém caso seja possível, garante-se maior agilidade na manutenção e restabelecimento de equipamentos indisponíveis.

A supervisão e manutenção é essencial para garantir que todos os dispositivos estejam em perfeito estado de funcionamento, sem danos ou falhas, ao longo da vida útil e não só no comissionamento.

8.2. SUPERVISÃO

A supervisão basicamente é o monitoramento da disponibilidade do sistema. Quanto à aplicação para diferentes tecnologias, destacam-se os seguintes requisitos:

- Criação de usuários e senhas com hierarquia de acesso, quando necessário.
- Monitoramento das estações através de apresentação gráfica, avaliando principalmente carga da bateria, violação do gabinete do sistema, testes de funcionalidade etc.
- Registro de relatórios de operação, mesmo que manualmente, indicando a disponibilidade dos equipamentos, seja por sistema ou por ocorrência de falhas ou resultados dos testes periódicos realizados.
- Registro de interação com os acionamentos, testes, status etc.
- Apresentação visual em variação de cores para indicação de status do equipamento.
- Desejável o envio de mensagens automáticas para destinatários em situações específicas (exemplo: ocorrência de falhas de comunicação, violações, indisponibilidade etc.), com possibilidade de cadastro de celulares e e-mails.
- A supervisão deve permitir a expansão do sistema, com integração de novas estações, integração com novas estações, seja tecnologicamente, ou pela metodologia.

Dado que para sistemas de aviso dedicados a construção de um sistema de supervisão se mostra mais comum, destaca-se aqui alguns pontos a serem avaliados para as alternativas:

- **Mídia baseada em tecnologia da informação e comunicação (TIC)** - páginas de internet, e-mail, SMS, mídias sociais:
 - Adoção e divulgação de canal oficial para início de difusão de informações, monitorando acessos e divulgando junto a veículos de imprensa.
 - Controle de acesso de usuários que tenham permissão de publicação, com grande proximidade e mesma disponibilidade da equipe com função de monitoramento de perigos.
- **Multiuso público** - ligação telefônica para difusão em rede de comunicação (pessoa a pessoa a partir de ponto focal) + Rádio difusão pública: TV, rádio, transmissão por celular (*cell broadcast*) + Comunicação pessoal direta: porta a porta em vizinhanças:
 - Controle de pessoas habilitadas para emissão e recebimento do aviso para difusão.
 - Registro de teste de acionamento em diferentes épocas, dias e horários.
 - Padronização de mensagem.
 - Política de treinamento a ser verificada na política de manutenção.

8.3. MANUTENÇÃO

A política de manutenção de sistemas de notificação deve ter o foco na garantia da disponibilidade. Conforme já comentado, a utilização de canais em redundância ou complementares permite a flexibilização de requisitos, podendo espaçar campanhas de manutenção preventivas ou estender o tempo de atendimento quanto a indisponibilidades forçadas dos equipamentos.

Manutenções preventivas devem ser realizadas no mínimo duas vezes ao ano, visando avaliar:

- Integridade dos cabos e conexões quando o sistema é dotado de equipamentos;
- Teste da alimentação;
- Teste do carregador;
- Teste de bateria;
- Avarias por temperatura alta nos componentes;
- Avarias por umidade alta nos componentes;
- Teste de emissor de som (amplificadores, cornetas ou *buzzers*);
- Teste com tom específico para teste ou teste surdo;
- Teste de comunicação do sistema;
- Teste na comunicação redundante, se existente;
- Relatório de falhas com classificação de gravidade para atuação;
- Verificação da integridade dos equipamentos;
- Verificação da presença de animais e insetos nos equipamentos;
- Limpeza de área interna em caso de uso de equipamentos em torres ou postes.

Para sistemas alternativos a equipamentos sonoros, deve-se:

- Manter política de atualização de contatos;
- Estabelecer frequência de testes ou veiculação de mensagem quanto à conscientização do processo.

Para manutenções corretivas, deve-se estabelecer um acordo de nível de serviço que:

- Delimite o tempo máximo de indisponibilidade de equipamentos, estratificando por porte (equipamento concentradores são mais críticos que os dispersos);

- Priorize o restabelecimento de equipamentos que possuam a abrangência de grandes populações ou em zonas que apresentem maior impacto mapeado quanto à altura e velocidade;
- Que estabeleça os critérios de garantia e manutenção corretiva;
- Que possua limite de indisponibilidade aliado a condições de monitoramento do perigo que possam levar ao acionamento do PAE para comunicação interna junto aos órgãos de resposta.

Para se garantir uma política de sobressalentes adequada, deve-se monitorar as estatísticas de falhas em equipamentos para que seja proposta mudança na aquisição de novos para compor reserva, dentro do prazo de revisão do sistema de notificação.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Lei nº 12.334/2020 prevê a obrigatoriedade de instalação, pelos empreendedores de usinas hidrelétricas, de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia para utilização em situação de alerta ou emergência. As diretrizes e requisitos para garantir a segurança e proteção das populações potencialmente afetadas por esses empreendimentos são estabelecidos na Resolução Normativa ANEEL nº 1.064/2023.

Com a publicação desse Guia, a ABRAGE espera orientar os profissionais responsáveis pela seleção e implementação de sistemas sonoros ou soluções tecnológicas de maior eficácia em cenários emergenciais relacionados às usinas hidrelétricas.

Conheça a ABRAGE nas **redes sociais**

 abrage@abrage.com.br

 [@abrage](https://twitter.com/abrage)

 [linkedin.com/company/abrage-associacao](https://www.linkedin.com/company/abrage-associacao)

 <http://www.abrage.com.br>



ABRAGE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA
DAS EMPRESAS GERADORAS
DE ENERGIA ELÉTRICA