

# Recomendações para Instalações de Áudio

*(texto inicial proposto por Miguel B. Ratton – fevereiro de 2009)*

## Introdução

Não é raro vermos instalações de áudio precárias, operando sem qualquer critério de confiabilidade, e até mesmo fora dos padrões mínimos de segurança. A qualidade, que deveria ser o objetivo principal de um sistema, frequentemente é comprometida por causa do desconhecimento de conceitos fundamentais na etapa de projeto e/ou procedimentos de instalação inadequados. Na maioria dos casos, isto acontece não por negligência, mas por falta de informação.

Por outro lado, a inexistência de uma norma ou especificação que trate explicitamente de instalações de áudio permite que algumas vezes os argumentos técnicos do projetista da área de áudio sejam desconsiderados, por questões de economia ou até mesmo por interferirem na estética do local.

Este texto apresenta um conjunto de recomendações que têm por objetivo estabelecer condições básicas a serem atendidas na concepção e na implantação de instalações de áudio, assim como na sua posterior manutenção.

## Sumário

1 Objetivo .....	2
2 Referências normativas.....	2
3 Definições.....	2
4 Princípios fundamentais .....	3
5 Determinação das características gerais .....	4
6 Testes e manutenção .....	6
7 Documentação .....	7

## 1 Objetivo

**1.1** Este documento apresenta recomendações a serem observadas na concepção, implantação e operação de instalações de áudio, a fim de propiciar condições adequadas de segurança, confiabilidade, flexibilidade e manutenção.

**1.2** As recomendações deste documento aplicam-se a instalações de áudio em sistemas de sonorização para público (PA, auditórios, teatros, igrejas, etc.), sistemas de som ambiente e aviso sonoro, estúdios (gravação, ensaio, produção, etc.), e demais locais onde sejam utilizados equipamentos de áudio analógico ou digital.

**1.3** As recomendações deste documento não se aplicam a instalações de áudio em embarcações e aeronaves, e nem em locais sujeitos a condições ambientais extremas (minas, plataformas de petróleo, etc.).

## 2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm prescrições complementares às recomendações deste documento. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizarem acordos com base neste documento que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir.

AES 48-2005 – Grounding and EMC Practices

NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão

NBR16401 – Instalações de ar-condicionado

NBR 8662:1984 – Identificação por cores de condutores elétricos nus e isolados

NBR 11301:1990 – Cálculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente

NBR 10151:2000 – Avaliação do nível do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade.

NBR 10152:1987 – Níveis de ruído para conforto acústico

NBR 13248:2000 – Cabos de potência e controle com isolamento sólida extrusada e com baixa emissão de fumaça para tensões de isolamento até 1kV

NBR 13570:1996 – Instalações elétricas em locais de afluência de público – procedimento

NBR NM 247-3:2002 – Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750V, inclusive - Parte 3: Condutores isolados (sem cobertura) para instalações fixas (IEC 60227-3, MOD)

NBR NM 280:2002 – Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD)

NR15 – Segurança e Medicina do Trabalho – Atividades e Operações Insalubres

## 3 Definições

**3.1 Alimentação normal:** Alimentação ou fonte responsável pelo fornecimento regular de energia elétrica.

**3.2 Alimentação de reserva:** Alimentação ou fonte que substitui ou complementa a fonte normal.

**3.3 Eletroduto:** Tubulação, conduíte ou calha, metálica ou não, através do qual passam os cabos de sinais de áudio e de sinais elétricos.

**3.4 Cabo de áudio:** linha de sinal através da qual trafegam:

- a) sinais elétricos de áudio analógico em nível de microfone;
- b) sinais elétricos de áudio analógico em nível de linha;
- c) sinais elétricos de áudio analógico em nível de potência;
- d) sinais elétricos ou ópticos de dados digitais contendo informações de áudio;
- e) sinais elétricos ou ópticos de dados digitais contendo informações de controle de equipamentos do sistema de áudio.

**3.5 Cabo de energia:** Cabo com um ou mais condutores elétricos através do qual trafegam sinais elétricos para alimentação de equipamentos e dispositivos.

**3.6 Tomada de energia:** Conector através do qual o equipamento ou dispositivo do sistema de áudio é conectado à rede de energia, para alimentação elétrica.

## 4 Princípios fundamentais

Os princípios que orientam os objetivos destas recomendações são relacionados em 4.1 a 4.5. Os componentes da instalação devem satisfazer às normas brasileiras que lhes sejam aplicáveis e, na falta destas, às normas AES, IEC e ISO. Na inexistência de normas brasileiras, AES, IEC ou ISO, os componentes devem ser selecionados com base em norma regional, norma estrangeira reconhecida ou, na falta destas, mediante acordo entre as partes.

### 4.1 Segurança

As instalações de áudio utilizam energia elétrica, muitas vezes operando em níveis significativos de potência em locais onde há uma quantidade relativamente grande de pessoas, tais como espetáculos ao ar livre, auditórios, teatros e igrejas. Isto requer uma atenção especial em relação à segurança.

Devem ser garantidas as condições de segurança no que se refere a:

- a) dimensionamento adequado da alimentação elétrica;
- b) fixação adequada dos equipamentos em paredes, tetos, treliças, pórticos, postes, suportes, etc.;
- c) percurso de cabos de alimentação e de sinal;
- d) localização dos equipamentos em espaço adequado e protegido de chuva e umidade;
- e) localização e posicionamento de equipamentos e dispositivos de maneira a não obstruir saídas e passagens de emergência;
- f) previsão de dispositivos de extinção de incêndio adequados aos equipamentos utilizados no sistema de áudio;
- g) utilização de materiais não combustíveis, não propagantes de chama e não emissores de gás ou fumaça tóxica;
- h) prevenção do acesso de pessoas não qualificadas aos equipamentos e instalações.

### 4.2 Qualidade e confiabilidade

A qualidade sonora deve ser uma das premissas fundamentais na concepção de um sistema de áudio. Para que a qualidade e a confiabilidade do sistema possam ser garantidas, é recomendável que:

- a) seja feita uma avaliação prévia das condições acústicas do local, para analisar as deficiências e efeitos que possam prejudicar a operação do sistema de áudio;
- b) os componentes e equipamentos disponham de dados técnicos suficientes para a sua avaliação, e que tenham sido certificados por instituição idônea;

- c) os componentes e equipamentos operem dentro das condições especificadas pelos fabricantes;
- d) as pessoas que estarão envolvidas com a operação e a manutenção do sistema tenham qualificação técnica suficiente para estas funções.

As instalações de áudio devem ser inspecionadas e testadas antes de sua entrada em operação, bem como após cada reforma, com vista a assegurar que elas foram executadas de acordo com estas recomendações.

### **4.3 Expansibilidade e flexibilidade**

Na concepção das instalações de áudio, deve-se avaliar as possíveis ampliações para o sistema, prevendo-se as alterações que venham a ser necessárias, tais como a adição de equipamentos e sua localização, o aumento da carga elétrica, a expansão do cabeamento, etc.

### **4.4 Facilidades de manutenção**

A concepção do sistema deve sempre levar em consideração a necessidade de manutenção. Para isto, a localização e o posicionamento dos equipamentos e dispositivos deve ser tal que permita que a vistoria e o reparo sejam efetuados com segurança e sem grandes dificuldades.

### **4.5 Qualificação profissional**

O projeto, a execução, a verificação e a manutenção das instalações de áudio devem ser confiados somente a pessoas qualificadas a conceber e executar os trabalhos em conformidade com estas recomendações.

## **5 Determinação das características gerais**

### **5.1 Características acústicas**

**5.1.2** O nível de pressão sonora produzido no local deve ser compatível com as necessidades específicas (características acústicas, ruído ambiente, etc.) e ao mesmo tempo não ultrapassar os limites de tolerância determinados pela legislação.

**5.1.3** Havendo a necessidade de se usar painéis, difusores ou outros dispositivos acústicos, estes deverão ser implementados com materiais não propagantes de chama.

### **5.2 Alimentação elétrica**

**5.2.1** O cômputo de carga elétrica das instalações de áudio deve ser feito obedecendo-se às prescrições do item 4.2.1.2 da norma ABNT NBR 5410. O cômputo de carga elétrica deverá considerar as ampliações já previstas para o sistema de áudio.

**5.2.2** O esquema de distribuição de energia elétrica e aterramento devem seguir os critérios definidos no item 4.2.2 da norma ABNT NBR 5410. A distribuição de energia elétrica deverá considerar as ampliações futuras já previstas para o sistema de áudio. O aterramento dos equipamentos do sistema de áudio deverá ser feito adotando o esquema TN-S, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção (terra) são distintos.

**5.2.3** A divisão da instalação em circuitos deve ser concebida de maneira a atender, entre outras, as exigências de segurança, funcionalidade, confiabilidade e manutenção prescritas na norma ABNT NBR 5410.

**5.2.4** As cargas elétricas devem ser distribuídas entre as fases, de modo a obter-se o maior equilíbrio possível, mas ao mesmo tempo segregando a alimentação dos equipamentos de áudio dos demais aparelhos elétricos (ar condicionado, iluminação, etc.).

**5.2.5** Os tipos de tomadas de energia deverão ser compatíveis com os equipamentos a serem alimentados em cada ponto de tomada, e deverão possuir três condutores (fase, neutro, terra), obedecendo o padrão de polaridade adotado pelo equipamento.

**5.2.6** Em nenhuma hipótese poderá ser eliminado o condutor de aterramento, seja nas tomadas de energia instaladas no local, seja nos plugues ou cabos de alimentação dos equipamentos.

**5.2.7** Os equipamentos mais críticos do sistema (ex: computador, gravador, console de mixagem) deverão dispor de dispositivo de alimentação de reserva (no-break), dimensionado adequadamente para suprir a potência total dos equipamentos atendidos. O tempo máximo de fornecimento da alimentação de reserva por este dispositivo deve ser determinado conforme a necessidade da aplicação.

**5.2.8** As medidas de proteção contra choques elétricos e efeitos térmicos devem seguir as prescrições constantes da norma ABNT NBR 5410.

**5.2.9** Deverá ser dada prioridade ao uso de equipamentos de maior eficiência energética, desde que não comprometam os requisitos de qualidade, confiabilidade e operacionalidade do sistema.

### **5.3 Cabeamento**

**5.3.1** A rota do cabeamento deve ser a mais curta possível.

**5.3.2** Os cabos de áudio devem passar por eletrodutos exclusivos, separados dos cabos de energia elétrica. Deverá ser mantida uma distância mínima de 10 cm entre os eletrodutos de sinais de áudio e os eletrodutos de energia elétrica. Esta distância poderá ser reduzida nos casos em que os sinais de áudio e/ou controle trafeguem através de cabos de fibra óptica.

**5.3.3** As previsões de ampliação do cabeamento do sistema devem ser consideradas também para efeito de ocupação dos eletrodutos.

**5.3.4** É vedado o uso, como eletroduto, de produtos que não sejam expressamente apresentados e comercializados como tal, e que suportem os esforços de deformação característicos da técnica construtiva utilizada.

**5.3.5** Os eletrodutos devem ser feitos de material não propagante de chama.

**5.3.6** Nas extremidades dos cabos, junto aos pontos de conexão com os equipamentos, o cabo deve ter folga suficiente que permita o manuseio adequado para a conexão e desconexão, sem que isto acarrete em esforço mecânico sobre o cabo ou conectores.

**5.3.7** Todos os cabos, terminais e conectores devem ser devidamente identificados por anilha, etiqueta ou outro tipo de material apropriado. Os códigos de identificação no cabeamento e conectores devem corresponder aos códigos adotados nos diagramas esquemáticos fornecidos.

**5.3.8** Os cabos não devem ser dispostos em rota de fuga (vias de escape). Se os cabos ficarem aparentes, eles devem ser posicionados fora da zona de alcance normal ou possuir proteção contra os danos mecânicos que possam ocorrer durante uma fuga.

**5.3.9** Em áreas comuns, em áreas de circulação e em áreas de concentração de público (locais BD2, BD3 e BD4, conforme classificação do item 4.2 da norma ABNT NBR 5410), os cabos de áudio embutidos devem ser do tipo não propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos (conforme a norma ABNT NBR 13248).

**5.3.10** Os cabos com isolamento de PVC devem atender à norma NBR NM 247 e devem ser do tipo não propagante de chama.

**5.3.11** Em locais BD4 (conforme classificação do item 4.2 da norma ABNT NBR 5410) não é permitido, em nenhuma circunstância, o emprego de condutores de alumínio.

**5.3.12** De maneira a garantir uma vida satisfatória a condutores e isolações submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circulação de correntes equivalentes às suas capacidades de condução de corrente durante períodos prolongados em serviço normal, as capacidades de condução de corrente devem atender as prescrições do item 6.2.5 da norma ABNT NBR 5410.

**5.3.13** Devem ser evitadas emendas nos cabos de áudio. Quando inevitável, as emendas e conexões de cabos entre si e com outros componentes da instalação devem garantir continuidade elétrica durável, suportabilidade mecânica adequada e proteção apropriada.

**5.3.14** Devem ser empregadas caixas de passagem nos pontos de eletrodutos onde houver entrada ou saída de cabos, nos pontos de emenda ou de derivação de cabos e sempre que for necessário segmentar o eletroduto. A localização das caixas de passagem deve ser de modo a garantir que elas sejam facilmente acessíveis.

## **5.4 Localização e instalação dos equipamentos**

**5.4.1** Os equipamentos e dispositivos não devem ser instalados em local que prejudique o acesso das pessoas.

**5.4.2** A instalação de equipamentos e dispositivos suspensos em tetos, pórticos, treliças, paredes etc., deverá ser especificada, acompanhada e aprovada por um engenheiro.

**5.4.3** No caso de equipamentos e dispositivos suspensos em tetos, pórticos, treliças, paredes etc., por cabos ou correntes de aço, a carga de ruptura dos cabos ou correntes deve ser igual ou maior do que cinco vezes o peso total dos equipamentos suspensos.

**5.4.4** A localização da console de mixagem em sistemas de sonorização deverá ser preferencialmente na área central do público, sem prejudicar o acesso das pessoas.

**5.4.5** Os equipamentos e dispositivos (amplificadores, processadores, interfaces etc.) deverão ficar acondicionados em racks ou armários adequados, garantindo-se as condições ambientais especificadas pelos fabricantes, e em local que permita a sua perfeita operação.

**5.4.6** Em instalações fixas, os equipamentos e dispositivos (amplificadores, processadores, interfaces, etc.) deverão ficar localizados em recintos com espaço suficiente para que seja possível realizar vistorias e testes de manutenção sem a necessidade de desinstalar componentes.

**5.4.7** Em locais fechados, tais como estúdios de produção, gravação e ensaio, deve ser garantida a renovação do ar interno do recinto, conforme determina a norma NBR16401.

**5.4.8** Na concepção e na execução das instalações de áudio devem ser consideradas as influências externas conforme a classificação definida no item 4.2.6 da norma ABNT NBR 5410.

## **6 Testes e manutenção**

### **6.1. Testes**

É recomendável a realização de testes de funcionamento do sistema que possam comprovar a operacionalidade dos seus componentes assim como a segurança da operação.

**6.1.1** Na ocasião da entrega do sistema ao usuário, devem ser realizados, pelo menos, os seguintes testes:

- a) seqüência de energização dos equipamentos;
- b) operação do sistema.

**6.1.2** Qualquer instalação nova, ampliação ou reforma de instalação existente deve ser inspecionada e testada, durante a execução e/ou quando concluída, antes de ser colocada em serviço pelo usuário, de forma a se verificar a conformidade com as prescrições destas Recomendações.

**6.1.3** As verificações devem ser realizadas por profissionais qualificados, e seus resultados devem ser documentados em um relatório.

## **6.2 Manutenção**

Devem ser estimadas a frequência e a qualidade da manutenção que as instalações de áudio deverão ser submetidas ao longo de sua vida útil. As verificações periódicas, os testes e os reparos necessários devem ser realizados de forma fácil e segura.

**6.2.1** A periodicidade da manutenção deve ser adequada a cada tipo de instalação. Por exemplo, essa periodicidade deve ser tanto menor quanto maior a complexidade da instalação (quantidade e diversidade de equipamentos), sua importância para as atividades desenvolvidas no local e a severidade das influências externas a que está sujeita.

**6.2.2** Deve ser inspecionado o estado da isolação dos condutores e de seus elementos de conexão, fixação e suporte, com vista a detectar sinais de aquecimento excessivo, rachaduras e ressecamentos, verificando-se também se a fixação, identificação e limpeza se encontram em boas condições.

**6.2.3** Devem ser verificadas as estruturas mecânicas de instalações de caixas acústicas e outros equipamentos, observando-se seu estado geral quanto a fixação, integridade mecânica, pintura, corrosão, fechaduras e dobradiças. Deve ser verificado o estado geral dos condutores e conectores.

**6.2.4** Toda instalação ou parte que, como resultado das verificações, for considerada insegura ou fora das condições normais de operação deve ser imediatamente desenergizada, no todo ou na parte afetada, e somente deve ser recolocada em serviço após a correção dos problemas detectados.

**6.2.5** Toda falha ou anormalidade constatada no funcionamento da instalação ou em qualquer de seus componentes, sobretudo os casos de atuação dos dispositivos de proteção sem causa conhecida, deve ser comunicada a uma pessoa qualificada, providenciando-se a correção do problema.

## **7 Documentação**

**7.1** A instalação deve ser executada a partir de projeto específico, que deve conter:

- a) plantas com a localização dos componentes do sistema;
- b) diagramas esquemáticos de interligação de equipamentos e dispositivos;
- c) detalhes de montagem, quando necessários;
- d) memorial descritivo da instalação;
- e) especificação dos componentes (descrição, características nominais e normas que devem atender);
- f) parâmetros de projeto (cargas elétricas, cargas mecânicas, temperatura ambiente, etc.).

**7.2** Após concluída a instalação, a documentação deve ser revisada e atualizada de forma a corresponder exatamente ao que foi executado (documentação "como construído", ou "as built").

**7.3** Deve ser fornecido um manual do usuário, redigido em linguagem acessível, que contenha, no mínimo, os seguintes elementos:

- a) esquemas das interconexões dos equipamentos, devidamente identificados, incluindo os pontos de alimentação, quando for o caso;
- b) potências máximas que podem ser ligadas em cada ponto de alimentação;
- c) seqüência de energização dos equipamentos e procedimentos básicos de operação.