



## CARTILHA DE INSPEÇÃO PREDIAL

### SISTEMAS DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO, AR CONDICIONADO E REFRIGERAÇÃO – AVAC-R

#### REALIZAÇÃO IBAPE/SP – ANO 2023

**Presidente IBAPE/SP gestão 2022 – 2023**

Eng<sup>a</sup> Civil Andrea Cristina Klüppel Munhoz Soares

**Diretor Técnico IBAPE/SP gestão 2022 – 2023**

Eng<sup>o</sup> Civil Paulo Palmieri Magri

**Coordenador Câmara Técnica de Inspeção Predial**

Eng<sup>o</sup> Eletricista Sergio Levin

**Vice coordenadores Câmara Técnica de Inspeção Predial**

Eng<sup>a</sup> Civil Rejane Saute Berezovsky

Eng<sup>o</sup> Civil Cezar Ernani Orciuolo de Paula

Eng<sup>o</sup> Civil Mário Luiz Miranda

Arq<sup>o</sup> e Urbanista Valmir Chervenko

## EQUIPE TÉCNICA

**COORDENADOR DA PUBLICAÇÃO:** Engº Eletricista Sergio Levin

**RELATOR:** Engº Eletricista Sergio Levin

**REVISORES:** Engº Inálvaro Nazaré Soares; Engº Marcelo Lima dos Santos;  
Engº Sergio Levin

**COLABORADORES:** Cássio Roberto Armani, Cezar Ernani Orciuolo de Paula, Inálvaro Nazaré Soares; João Padilha Filho; José Carlos Paulino da Silva; Marcelo Lima dos Santos; Marco Aurélio de Oliveira Machado; Mário Luiz Miranda, Rafael Alessandro Paneque, Rejane Saute Berezovsky, Sergio Levin, Valmir Chervenko

## APRESENTAÇÃO IBAPE/SP

O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE/SP) é entidade de classe sem fins lucrativos fundada em 15 de janeiro de 1979. Filiado ao IBAPE – Entidade Federativa Nacional, com representação no CREA/SP e relacionamento institucional com o CAU/SP, tem como objetivo principal a produção e a promoção do conhecimento da **Avaliação de Bens e Valoração Ambiental; Perícias de Engenharia, Arquitetura e Ambiental; Inspeção Predial e Perícias Trabalhistas.**

Produção que se dá por meio de proposituras de metodologias; procedimentos; estudos; normas próprias, além da participação ativa nas promovidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); livros, cartilhas, entre tantas outras formas de publicações disponíveis na **Biblioteca Virtual**; trabalhos esses elaborados pelas câmaras técnicas (Avaliações, Perícias, Inspeção Predial, Ambiental e Engenharia de Segurança).

Em consonância com a produção, o IBAPE/SP zela pela **Promoção** desse conhecimento com a difusão de informações e avanços técnicos e tecnológicos das atividades profissionais que congrega e, conseqüentemente, pelo aprimoramento e pela valorização profissional de seus associados e em benefício da sociedade, com a realização de eventos e cursos, presenciais e virtuais, por meio da plataforma **IBAPE-SP Conecta**, além do curso de pós-graduação em parceria com a Universidade Presbiteriana Mackenzie.

É formado por engenheiros, agrônomos e arquitetos urbanistas, pessoas físicas e jurídicas, dedicados às atividades de sua esfera de atuação no estado de São Paulo, âmbitos judicial, arbitral e extrajudicial, para os quais, além do conhecimento, preza pelo comportamento ético por meio de Código de Ética, além de dispor de Regulamento de Honorários específico.

Conheça um pouco mais do IBAPE/SP na sua página [www.ibape-sp.org.br](http://www.ibape-sp.org.br) e nas mídias sociais YouTube, Facebook, Instagram e LinkedIn.

## PREFÁCIO

Xxxx

**MINUTA**

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

AVAC-R – Aquecimento, Ventilação, Ar condicionado e Refrigeração

CAU – Conselho de Arquitetura e Urbanismo

CREA – Conselho Regional de Engenharia

IBAPE/SP – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo

RRT – Registro de Responsabilidade Técnica

PMOC – Plano de Manutenção, Operação e Controle

## PRESSUPOSTOS, RESSALVAS E CONDIÇÕES LIMITANTES

Este documento é uma produção inédita do IBAPE/SP pois aborda temas relacionados aos sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração – AVAC-R em único encarte.

A atividade de Inspeção Predial descrita nesta cartilha não se constitui como avaliação ou verificação de atendimento aos requisitos da norma ABNT NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho.

Esta cartilha poderá ser revisada a qualquer momento, conforme necessidade e a critério ou solicitação da Diretoria Executiva da IBAPE/SP.

MINUTA

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	8
2 REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS .....	10
3 NOVOS CONCEITOS NESSA CARTILHA .....	11
4 PRINCIPAIS ETAPAS DA INSPEÇÃO PREDIAL .....	12
5 PRINCIPAIS REQUISITOS DE INSPEÇÃO .....	13
5.1 Documentação .....	13
5.2 Sinalização .....	14
5.3 Relação de Anomalias Básicas Identificáveis .....	15
5.4 Acesso às instalações .....	16
5.5 Aquecimento solar .....	16
5.6 Aquecimento de piscina .....	19
5.7 Ventilação .....	20
5.8 Ventilação e exaustão em ambientes sanitários .....	23
5.9 Exaustão de coifas, churrasqueiras e lareiras .....	24
5.10 Ar condicionado .....	25
5.11 Refrigeração .....	27
5.12 Limpeza no Sistema Hidráulico .....	28
5.13 Reformas .....	28
6 ENSAIOS .....	29
GLOSSÁRIO .....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34

## 1 INTRODUÇÃO

Toda edificação, assim como o corpo humano, necessita de cuidados constantes, de exames e ações preventivas. Nesta comparação há um agravante, que as edificações, além da segurança patrimonial, podem afetar a vida de várias pessoas quando ocorrem anomalias e falhas decorrentes de fatores endógenos, exógenos, naturais e funcionais.

É de conhecimento técnico que os sistemas e elementos construtivos necessitam de atividades de manutenção ao longo de sua vida útil para garantir níveis aceitáveis de desempenho e de segurança, originalmente previstos em projeto para atendimento às exigências dos usuários dessas edificações e para alavancar uma melhor *performance* dos sistemas e elementos construtivos.

A Câmara de Inspeção Predial do IBAPE/SP no ano de 2009, preocupada com a relação “causa x efeito” dos acidentes e sua forte correlação com a Manutenção Predial, realizou um estudo sobre acidentes ocorridos em edificações com mais de 30 anos, apresentado no XV COBREAP. O estudo considerou dados de conhecimento comum publicados pela imprensa e informações cadastradas no banco de dados do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.

Nesse estudo, os acidentes prediais analisados ocorreram, exclusivamente, em edificações na sua fase de uso. Excluídos dessa análise, portanto, acidentes ocorridos na fase de obras e em edificações com menos de 5 anos.

Dos resultados obtidos, 66% das prováveis causas e origens dos acidentes são relacionadas à deficiência com a manutenção, perda precoce de desempenho e deterioração acentuada. Apenas 34% dos acidentes possuem causa e origem relacionadas aos chamados vícios construtivos ou, ainda, anomalias endógenas.

Os dados apresentados remetem a uma conclusão: há meios de se diminuir o colapso e a deterioração precoce das edificações. Para tanto, é necessário

implementar sistemas de manutenção predial e realizar avaliações periódicas das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação.

Exatamente essa avaliação ou o diagnóstico da edificação é denominada **INSPEÇÃO PREDIAL**. Ela é uma ação preventiva, que diminui o risco de acidentes prediais, reduz as manutenções corretivas e auxilia no direcionamento de investimentos na edificação e nas adequações do plano de manutenção.

A **INSPEÇÃO PREDIAL** é uma atividade que possui norma e método próprios. Classifica as deficiências constatadas na edificação com visão sistêmica e organiza as prioridades técnicas em patamares de urgência, com recomendações para a suas correções, além de avaliar a gestão da manutenção.

O IBAPE/SP estuda o tema há anos, desenvolveu uma norma técnica e publicou um livro sobre o assunto, dentre outros documentos técnicos. Para a realização da **INSPEÇÃO PREDIAL**, concomitantemente às normas da ABNT, recomenda-se o emprego da **Norma de INSPEÇÃO PREDIAL do IBAPE/SP** (disponível no site [www.ibape-sp.org.br](http://www.ibape-sp.org.br)).

Por fim, é importante destacar que o trabalho técnico é realizado por profissional habilitado (engenheiro ou arquiteto), especialista e capacitado para a função, assim como ocorre, por exemplo, na medicina.

O resultado da **INSPEÇÃO PREDIAL** é apresentado ao contratante na forma de laudo. Esse documento segue diretrizes mínimas, em observância à Norma Técnica ABNT NBR 16747 e à Norma Específica do IBAPE/SP, citada.

## 2 REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS

Os documentos relacionados a seguir são referências auxiliares e complementares à aplicação desta cartilha. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR ISO 5149: Sistemas de refrigeração e bombas de calor

ABNT NBR 5674: Manutenção de edificações

ABNT NBR 9792: Torres de resfriamento de água

ABNT NBR 15848: Sistemas de ar-condicionado e ventilação

ABNT NBR 13971: Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento

ABNT NBR 13969: Tanques sépticos

ABNT NBR 14679: Sistemas de condicionamento de ar e ventilação

ABNT NBR 16280: Reforma de Edificações – Requisitos

ABNT NBR 16401: Instalações de ar-condicionado

ABNT NBR 16747: Inspeção Predial

ABNT NBR 16782: Conservação de água em edificações

ABNT NBR 16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações.

IBAPE/SP (org.). Glossário de Terminologia do IBAPE/SP: 2021.

NOTA 1 Considera-se na realização dos trabalhos de Inspeção Predial as normas vigentes à época do desenvolvimento de projetos e da construção das edificações, uma vez que este trabalho é aplicado nas edificações em sua fase de uso.

### 3 NOVOS CONCEITOS

No ano de 2020, após intensos trabalhos, dedicações e discussões técnicas, foi editada a Norma de Inspeção Predial pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a NBR 16747. A produção dessa norma teve a participação dos mais diversos setores da nossa sociedade, tendo como texto base inicial, a norma de inspeção predial de 2012 do IBAPE Nacional.

Como resultado, a ABNT NBR 16747 trouxe novos conceitos ou conceitos antigos reformados, implicando em atualizações da Norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP e demais documentos técnicos da área produzidos por este instituto.

Dentre eles, cabe destacar:

a) Alteração do termo “visual” para “sensorial”, uma vez que o entendimento estabelecido foi de que na atividade de inspeção predial era envolvido outros sentidos humanos além da visão.

b) Surgimento da definição de inspeção especializada, sendo realizada em um dos sistemas para aprofundar ou complementar o diagnóstico desencadeado pela inspeção predial realizada de forma sistêmica (nos vários sistemas prediais).

c) Definição de Laudo Técnico de Inspeção Predial, surgindo para concretizar o nome do documento resultante da atividade de inspeção predial.

d) Definição de patamares de urgência, surgindo em decorrência das alterações nas etapas da metodologia da inspeção predial, onde antes havia o “grau de risco” e agora tem-se as recomendações técnicas para correções das irregularidades organizadas em prioridades.

Assim, uma vez realizado o aprimoramento e atualização da Norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP segue-se, por sua vez, a Cartilha de Inspeção Predial – Sistemas de Aquecimento, Ventilação, Ar Condicionado e Refrigeração – AVAC-R.

#### 4 PRINCIPAIS ETAPAS DA INSPEÇÃO PREDIAL

De forma resumida seguem as etapas para a realização de uma inspeção predial, lembrando que, para tanto, devem ser consideradas as características construtivas, idade da edificação, equipamentos, instalações e documentos disponibilizados.

**1ª ETAPA:** Levantamento de dados e documentos da edificação: administrativos, de manutenção e operação.

**2ª ETAPA:** Análise de dados e documentos solicitados e disponibilizados.

**3ª ETAPA:** Anamnese para a identificação de características construtivas da edificação, como idade, histórico de manutenção, intervenções, reformas e alterações de uso ocorridas.

**4ª ETAPA:** Vistoria da edificação de forma sistêmica, considerando a complexidade das instalações existentes.

**5ª ETAPA:** Classificação das irregularidades constatadas;

**6ª ETAPA:** Recomendação das ações necessárias para restaurar ou preservar o desempenho dos sistemas, subsistemas e elementos construtivos da edificação afetados por falhas de uso, operação ou manutenção, anomalias ou manifestações patológicas constatadas e/ou não conformidades com a documentação analisada;

**7ª ETAPA:** Organização das prioridades, em patamares de urgência, tendo em conta as recomendações apresentadas pelo inspetor predial;

**8ª ETAPA:** Avaliação da manutenção, conforme a ABNT NBR 5674;

**9ª ETAPA:** Avaliação do uso;

**10ª ETAPA:** Redação e emissão do laudo técnico de inspeção.

## 5 PRINCIPAIS REQUISITOS DE INSPEÇÃO

### 5.1 Documentação

Toda edificação ou estabelecimento deve possuir um prontuário atualizado das instalações de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração – AVAC-R.

O prontuário das instalações AVAC-R deve ser elaborado por um profissional qualificado, sendo sua guarda de responsabilidade do proprietário, síndico ou gerente predial. Ele deve ficar à disposição dos trabalhadores que atuam em instalações e serviços das instalações AVAC-R, destinando-se a orientar os profissionais para intervenção nessas instalações, bem como a segurança desses trabalhadores e de todas as pessoas.

Alguns dos documentos integrantes desse prontuário a verificar são:

- a) Manual do proprietário.
- b) Manual de operação, uso e manutenção.
- c) Projeto básico ou executivo das instalações AVAC-R, sendo o executivo composto por conjunto de desenhos detalhados e memoriais com as devidas especificações.
- d) Projeto *as built* das instalações AVAC-R, sendo o conjunto de desenhos atualizados conforme foi executado.
- e) Relatórios dos acompanhamentos das manutenções das instalações AVAC-R incluindo os recursos técnicos do sistema de segurança contra incêndio.
- f) Memoriais descritivo e de cálculo de carga térmica.
- g) Plano de manutenção das instalações AVAC-R e dos sistemas específicos de utilidades, desenvolvido pelo condomínio ou por empresa especializada.

h) Controle da qualidade do ar realizado por meio do PMOC – Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC).

i) Cadastro com os principais dados e especificações de equipamentos e máquinas.

j) Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou Registro de Responsabilidade Técnica (RRT), para as atividades técnicas exigidas, respectivamente, pelo CREA ou CAU.

FICA A DICA!

*Mantenha em dia e sempre arquivados, os documentos da edificação. Muitos possuem prazos de validade e devem ser atualizados periodicamente.*

## 5.2 Sinalização

A sinalização de segurança reúne todas as formas de comunicação, como o emprego de símbolos, inscrições, cores, sinais luminosos ou sinais sonoros com o objetivo de advertir, orientar, instruir, alertar e avisar as pessoas, visando a segurança e a saúde de todos. Deve possuir linguagem clara, simples, ter localização visível e fácil compreensão (normas regulamentadoras NR10 e NR12).

De acordo com as normas técnicas e normas regulamentadoras vigentes, nas instalações AVAC-R devem ser adotadas sinalizações de segurança adequadas, destinadas à advertência, orientação e à identificação, de modo que sejam consideradas, dentre outras, as seguintes situações ou necessidades, como:

- a) Identificação de circuitos AVAC-R.
- b) Restrições e impedimentos de acesso.

- c) Delimitações de áreas.
- d) Identificação de equipamentos ou circuitos em manutenção ou desativados temporariamente por qualquer eventualidade.
- e) Sinalização de impedimento de acionamento.
- f) Sinalização de fontes de energia.
- g) Bloqueios mecânicos e/ou elétricos na posição “desligado” ou “fechado” de todos os dispositivos de corte de fontes de energia.

Além disso, todos os comandos e acionadores do sistema AVAC-R devem estar identificados de acordo com sua função descrita no projeto básico, e também possuir avisos de restrição de acesso por pessoas não autorizadas.

### 5.3 Relação de Anomalias Básicas Identificáveis

- a) Reservatórios com vazamentos.
- b) Danos estruturais ou contaminações em reservatórios.
- c) Deformações em tubulações em PVC/CPVC ou PPR.
- d) Vazamentos diversos em tubulações.
- e) Ausência de limpeza ou troca de filtros de água, óleo e/ou ar.
- f) Ausência de limpeza em coletores de umidade ou no sistema de drenagem.
- g) Ausência de aterramentos elétricos.
- h) Ausência de limpeza e/ou manutenção em painéis solares.
- i) Falha na fixação de painéis solares.
- j) Falha nas conexões e cabos elétricos.
- k) Aquecimentos excessivos.

- l) Pontos ou partes com oxidação.
- m) Falhas de lubrificação.
- n) Danos em correias.
- o) Ruídos e vibrações anormais.
- p) Danos em isolamento térmico e revestimentos protetores.

#### 5.4 Acesso às instalações

As normas técnicas enfatizam e destacam as obrigações mínimas no que se refere à segurança das pessoas, segurança do trabalho e das instalações.

Como medida de segurança, as instalações AVAC-R devem ser acessadas somente por profissionais qualificados e treinados, utilizando equipamentos de segurança, ferramentas, acessórios e instrumental apropriado em bom estado de conservação. Devem ser providenciadas medidas de bloqueio, impedimento e restrição de acesso às pessoas não autorizadas.

#### 5.5 Aquecimento solar

Aquecimento solar de água refere-se ao uso de energia solar para aquecimento de água, geralmente para banho e piscina. O sistema é composto por coletores solares agrupados, ligados (ou não) a um armazenador térmico (normalmente chamado de boiler).

O coletor solar é responsável pelo aquecimento do líquido circulante (normalmente água), a partir da energia solar captada durante os períodos de insolação.

A radiação solar incide no coletor, aquecendo seu interior (a placa coletora). Desta forma, a temperatura da placa coletora aumenta, transferindo energia térmica sob a forma de calor para a serpentina de tubos que a compõe. Esta energia térmica pode ser utilizada, ou retorna à placa coletora.

Após a transferência térmica, o fluido terá arrefecido, ficando mais denso e retornando ao coletor por condução natural ou forçada, onde reiniciará um novo ciclo.

Em localidades com temperaturas muito baixas (aproximadamente em 4°C)

utiliza-se o aquecimento solar a vácuo ou circuitos fechados e forçados com

líquidos anticongelantes. Nestes, deve-se atentar para a inspeção e manutenção conforme manuais de fabricantes.

Devem ser tomadas as precauções necessárias para prever as alterações térmicas do líquido circulante e do reservatório térmico, sem que sua pressão supere a de trabalho do sistema de aquecimento solar, de forma a evitar vazamentos ou danos aos seus componentes e à rede de distribuição.

Podem ser empregados dois tipos de sistema:

Termossifão – para volumes diários de até 1500 litros;

Circulação Forçada – para volumes diários superiores a 1500 litros.

Destacam-se como vantagens da implantação do sistema de aquecimento solar de água: economia de energia elétrica, retorno rápido do investimento, eficiência energética, durabilidade, manutenção, conforto, otimização de espaço, silêncio e preservação dos recursos naturais.

É importante manter a limpeza das placas e de outros dispositivos (serpentina, trocador de calor entre outros) para manter a eficiência e durabilidade do sistema.

#### **PRINCIPAIS CUIDADOS:**

- a) A drenagem da água aquecida deve ser conduzida para local apropriado, de forma a evitar acidentes e danos.
- b) Os coletores solares que utilizem vidro devem ser instalados de forma a evitar acidentes e danos no caso de uma eventual quebra.
- c) Materiais isolantes devem possuir resistência a fogo conforme normas pertinentes.

- d) Nos locais que apresentem condições de congelamento da água, deve-se prever a proteção adequada do sistema de aquecimento por meio de válvula anticongelamento.
- e) Nos locais ou situações que apresentem condições de ocorrência de corrosão, deve-se prever a proteção adequada dos componentes do sistema de aquecimento.
- f) Devem ser previstos meios de limitar a pressão no reservatório térmico a valores que não excedam os limites especificados pelo fabricante.
- g) O sistema de aquecimento que não possuir em sua instalação um respiro deve ser provido de dispositivo quebra-vácuo, cujo objetivo é prevenir danos ao reservatório térmico em caso de redução interna de pressão do equipamento. É necessário, também, ser provido de dispositivo capaz de eliminar ar e bolhas de vapor.
- h) Durante a instalação deve-se atentar para a qualidade da água disponível e a ser utilizada no sistema de aquecimento.
- i) Coletores solares e suportes não devem bloquear qualquer tipo de acesso ou saída de pessoas, devendo-se assegurar livre acesso aos componentes em caso de manutenção.
- j) Filtros, quando existentes, devem ser alocados de tal maneira que possam ser limpos ou substituídos com a mínima interrupção do sistema de aquecimento.
- k) Os equipamentos devem ser homologados pelo INMETRO, se compulsórios.
- l) O local das instalações deve ser seguro, eficiente e com acesso permitido apenas a pessoas autorizadas.
- m) As inspeções e manutenções nessas instalações deve estar em conformidade com o plano de manutenção da edificação.

**FICA A DICA!**

*Os aquecedores devem ser dotados de dispositivos automáticos que controlem a máxima temperatura admissível da água, bem como o adequado controle das pressões de trabalho do sistema.*

## 5.6 Aquecimento de piscina

A piscina aquecida é bastante utilizada em regiões em que a estação chuvosa é mais longa ou o inverno é mais frio, tais como nas regiões do sul do nosso país, onde são projetadas piscinas especialmente para áreas internas dos edifícios, de clubes, de casas, em hotéis, resorts e também em “SPAs”.

Recomenda-se que os espaços internos da piscina aquecida, herméticos, tenham ventilação (natural ou forçada), a condensação e a desumidificação atendendo aos requisitos de projeto e visando contribuir com a salubridade e conforto dos usuários. Esses recursos evitam a condensação do vapor nas paredes, vidros, teto e também a evaporação da água da piscina.

A ventilação também reduz a contaminação química que é proveniente de produtos do tratamento da água da piscina e também respiração dos usuários que exalam gás carbônico.

### PRINCIPAIS CUIDADOS:

- a) Controle da umidade do ar.
- b) Controle da ventilação e exaustão forçadas ou não.
- c) Monitorar e controlar a evaporação da água da piscina aquecida.
- d) Limpeza frequente dos dutos e demais componentes do sistema de ventilação.

e) Utilizar produtos recomendados no tratamento da água da piscina aquecida.

f) A temperatura do local onde se encontra a piscina deve variar entre 28° e 30° C e a umidade do ar confinado deve estar na faixa de 60% e 70% para o conforto e respiração dos usuários e reduzindo a condensação das gotículas de água, pois quando a umidade do ar é alta, forma-se condensação nas partes frias (paredes, teto, vidros, etc.) e toda a área da piscina aquecida fica susceptível a mofo, bolor, fungos e bactérias, bem como a degradação dos acessórios metálicos da área devido a ação do cloro e outros produtos químicos.

**FICA A DICA!**

*A ventilação no espaço da piscina aquecida é necessária para eliminar produtos químicos e também para controle da umidade relativa, contaminação corpuscular e micro-organismos. Outra finalidade da ventilação é prevenir a estagnação e a estratificação do ar quanto à temperatura no interior do recinto da piscina aquecida.*

## 5.7 Ventilação

O tema climatização e ventilação é amplo e importantíssimo para o conforto, a saúde e segurança das pessoas nas edificações, como também necessário para diversos equipamentos, instalações e processos. Eles podem ser forçados ou naturais. Assim sendo, estão abordados neste capítulo somente alguns tópicos do assunto relacionados às edificações.

Alguns sistemas de climatização e ventilação possíveis em uma edificação são: ar condicionado, exaustão de cozinhas e refeitórios, exaustão de garagens, ventilação de casas de máquinas, exaustão de sanitários, pressurização de escadas de segurança, captação de ar exterior, áreas de subsolos, salas de geradores, ventilação de cubículos de armazenamento de gás e inflamáveis, entre outros.

Climatização: seu objetivo é promover o conforto e proteger a saúde dos usuários das instalações, buscando manter a temperatura de um ambiente em uma faixa pré-determinada. Neste sentido o ar também pode ser condicionado artificialmente. Segundo definição da *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, ASHRAE*, “ar condicionado é o processo de tratamento do ar de modo a controlar simultaneamente a temperatura, a umidade, a pureza e a distribuição, para atender as necessidades do recinto condicionado”, ocupado ou não por pessoas.

Ventilação: é o processo de retirar, fornecer ou trocar o ar de um ambiente fechado por meios naturais ou mecânicos, buscando uma melhoria no conforto, na saúde, na produtividade das pessoas ou em um processo, visando o controle ambiental por meio da movimentação de ar alterando fatores como temperatura, umidade, velocidade, distribuição, pureza do ar, irradiação de superfícies quentes, nível de ruído, etc., sendo que o ar da ventilação pode ou não ser condicionado. A ventilação de edificações e de recintos visa também controlar odores corporais, odores de cozinha e outras impurezas odoríferas.

Basicamente, pode-se classificar os sistemas de ventilação em: ventilação natural, ventilação geral e ventilação local exaustora.

Um dos sistemas de ventilação de suma importância em uma edificação é o que trata do controle de fumaça por pressurização em escadas de segurança. A ventilação forçada impulsiona o ar externo, filtrado e isento de fumaça e poeiras, captado no pavimento mais próximo do térreo da edificação, para o interior da escada de segurança por onde os usuários deixarão a edificação por meio de suas saídas de emergência, em caso de sinistro.

É importante se atentar para o projeto e localização de entrada e saída do fluxo de ar para que não ocorra infiltração ou contaminação no ambiente da escada de segurança.

Neste contexto, as portas corta-fogo precisam estar com as molas reguladas e sem travas (cunha ou similar) para não ocorrer falha em seu fechamento e vazamento de ar pressurizado comprometendo a eficácia do sistema.

O sistema de pressurização deve funcionar de forma automática e, eventualmente no caso de falha, deve possibilitar acionamento de forma manual. Por norma, o sistema deve ter manutenção periódica e recomenda-se uma inspeção de seu funcionamento operacional a cada 30 dias.

Nas situações em que o grupo gerador for obrigatório, deve-se atentar para seu correto funcionamento e acionamento, bem como dos sistemas de emergência a ele conectados.

Uma outra área importante que demanda atenção quanto ao sistema de ventilação é a área de garagens subterrâneas. A intensa circulação de veículos pode comprometer sobremaneira a qualidade do ar no ambiente da garagem. Além disso, muitas vezes a área da garagem é utilizada para a instalação de grupos moto-geradores de emergência. Assim sendo, recomenda-se seguir os requisitos do código de obras de cada município e as Instruções Técnicas (IT) do Corpo de Bombeiros.

#### PRINCIPAIS CUIDADOS:

- a) Limpeza periódica dos filtros, grelhas de insuflação, umidificadores com a finalidade de manter a pressurização.
- b) Fixação das esquadrias, venezianas, *dampers* e demais acessórios.
- c) Verificar danos em geral, presença de corrosão, ruídos anormais, vibrações e aquecimento.
- d) Certificar-se da inexistência de contaminantes próximos às tomadas de ar.
- e) Verificar a integridade dos dutos.

f) Verificar se a circulação de ar mantém o sentido correto do fluxo de ar.

FICA A DICA!

*Inspecções de rotina previnem vazamentos nas tubulações junto aos registros, conexões e flanges.*

### 5.8 Ventilação e exaustão em ambientes sanitários

O sistema de exaustão em banheiros tem por finalidade a renovação do ar evitando a proliferação de germes e bactérias e eliminando odores desagradáveis.

O banheiro é um dos cômodos que mais sofrem em relação a proliferação de germes e bactérias devido a constante umidade em decorrência do uso dos chuveiros, vasos sanitários, duchas higiênicas e lavatórios, entre outros.

A exaustão destes ambientes pode ocorrer por ventilação natural através de janelas e em muitos imóveis pode funcionar se for dimensionada corretamente, porém em muitos casos há necessidade de instalação de sistema de exaustão mecânica forçada.

Os exaustores são geralmente instalados no teto do cômodo e o ar é retirado por meio de dutos que conduzem ao ambiente externo ou em paredes internas ou externas. Caso a parede seja interna, há necessidade que o ar seja conduzido por meio de dutos para o ambiente externo.

A ventilação e exaustão dos ambientes sanitários fechados devem ser realizadas por dutos exclusivos ou dedicados. Devem existir telas, frestas ou grelhas na entrada e na saída dos dutos.

Geralmente este sistema funciona por meio de sensor de presença ou por meio de interruptor.

Caso se verifique que o sistema de exaustão do banheiro não esteja funcionando corretamente é necessário consultar um profissional habilitado para dimensionar e executar as adequações necessárias.

### 5.9 Exaustão de coifas, churrasqueiras e lareiras

Os equipamentos que compõem um sistema de exaustão, tem como objetivo remover o ar quente contaminado e represado de um local. Como o ar quente é mais leve, ele fica concentrado na região superior do ambiente, logo o exaustor transfere esse ar para fora do local por meio de rede de dutos ou janelas. Esses ambientes podem ser cozinhas, banheiros, churrasqueiras, varanda gourmet, entre outros.

O exaustor e suas instalações e/ou acessórios devem atender às características operacionais calculadas, possuir um rendimento aceitável, com baixo nível de ruído e garantir maior segurança em eventual incêndio no sistema. Eles podem ser individuais, semi-coletivos ou coletivos.

A exaustão da fumaça de churrasqueiras e lareiras é feita por um equipamento instalado na cobertura do prédio. Para acioná-lo utiliza-se um botão pulsador (semelhante a um interruptor) localizado próxima à churrasqueira ou na portaria. O equipamento faz girar uma ventoinha em alta velocidade gerando o fluxo de ar para fora da edificação. Em alguns casos esse sistema é temporizado.

A exaustão em conjunto com a ventilação também é utilizada em salas técnicas e garagens subterrâneas com o objetivo de circulação e renovação do ar no ambiente pouco ventilado e/ou com alta concentração de poluentes gerados por veículos automotores.

#### PRINCIPAIS CUIDADOS:

- a) Mantenha em dia a limpeza interna dos dutos de exaustão. Essa limpeza deve ser realizada por empresa especializada.
- b) Verificar periodicamente os estados gerais dos equipamentos.

c) Verificar se os dutos de exaustão possuem filtros e janelas de inspeção para limpeza periódica.

**FICA A DICA!**

*Alguns sistemas de ventilação e de exaustão possuem acessórios atenuadores de ruído e de vibração nas fixações de motores, nas conexões entre dutos/coifas e em outras partes do sistema. Recomenda-se a inspeção periódica destes acessórios.*

### 5.10 Ar condicionado

Os equipamentos de ar-condicionado realizam tratamento e controle simultâneos da temperatura, umidade, pureza e movimentação e renovação do ar, conforme as necessidades do ambiente que se deseja climatizar. O sistema tem como objetivo garantir e controlar a qualidade do ar interior do ambiente por meio do processo de filtragem do ar insuflado e pela renovação por ar de área externa.

Enquanto o sistema de filtragem diminui concentrações de poluentes do ar exterior e do ar recirculado no ambiente, a renovação do ar garante a diminuição de poluentes biológicos, químicos e gasosos efetivando a qualidade do ar necessária.

Sistemas e equipamentos de ar condicionado típicos:

- **Ar condicionado de janela:** são equipamentos compactos, instalados em aberturas de paredes ou de janelas, utilizados em ambientes pequenos como salas de escritório ou cômodos residenciais.
- **Split:** sistema composto por uma unidade evaporadora que fica instalada internamente no ambiente e por uma unidade condensadora instalada na área externa, utilizado comumente em ambientes comerciais de escritório e ambientes residenciais.
- **Multi Split:** sistema composto por uma unidade condensadora instalada na área externa e unidades evaporadoras em mais de um ambiente. Também

utilizado comumente em ambientes comerciais de escritório e ambientes residenciais.

- *Split Cassete*: sistema composto por uma unidade condensadora instalada na área externa e por uma unidade evaporadora. Possui vias de saída de ar e os cassetes são instalados embutidos no forro. Utilizados em ambientes maiores de empresas, de escritórios e de residências.
- VRF (*Variable Refrigerant Flow- Volume de Refrigerante Variável*): trata-se de um sistema de fluxo de gás refrigerante variável, sendo composto por uma unidade condensadora e múltiplas unidades evaporadoras. Utilizado em edifícios comerciais.
- Compacto (*Self-contained*): O sistema une as duas unidades mecânicas, o evaporador e o condensador, no mesmo gabinete. Indicado para uso residencial e comercial.

Existem outros sistemas como: *FanCoil*, Central de Água Gelada (CAG) e Torres de Resfriamento.

Em sistemas de ar condicionado central, que operam com água gelada e água de condensação, é importante a análise do tratamento químico dessas águas com o objetivo de preservar reservatórios e tubulações, além do rendimento do sistema, evitando a incrustação ou depósito de algas, legionellas, entre outros. Já nos locais que possuem torres de resfriamento, recomenda-se a purga de sua bacia eliminando as sujeiras depositadas em seu fundo.

#### PRINCIPAIS CUIDADOS:

- a) Verificar limpeza, obstrução, danos em geral nos elementos filtrantes.
- b) Verificar danos a vedação e corrosão nos quadros e suportes.
- c) Limpeza, danos em geral, presença de corrosão.
- d) Verificar o acionamento mecânico.

- e) Verificar ruídos anormais, vibrações e aquecimento dos cabos e disjuntores. Verificar o aterramento do sistema elétrico.
- f) Verificar a pressão e temperatura do gás.
- g) Verificar nível e o separador do óleo.
- h) Analisar isolamento térmico das tubulações, principalmente a parte externa.

### 5.11 Refrigeração

A refrigeração em edificações tem aplicação mais reduzida em função das baixas temperaturas que pode atingir. É utilizada para climatizar balcões, adegas ou câmaras frias e alguns processos industriais.

Basicamente, o funcionamento de um sistema de refrigeração utiliza um fluido refrigerante que circula impulsionado por um compressor dentro de uma tubulação fechada capaz de retirar calor de um enquanto vaporiza-se a baixa pressão.

#### PRINCIPAIS CUIDADOS:

- a) Verificar limpeza, obstrução, danos em geral nos elementos filtrantes.
- b) Verificar danos a vedação e corrosão das portas e dutos.
- c) Limpeza, danos em geral, presença de corrosão.
- d) Verificar ruídos anormais, vibrações e aquecimento dos cabos e disjuntores. Verificar o aterramento do sistema elétrico.
- e) Verificar a pressão e temperatura do gás.
- f) Verificar nível e o separador do óleo.
- g) Analisar isolamento térmico das tubulações, principalmente a parte externa.

## 5.12 Limpeza no Sistema Hidráulico

A adequada gestão de manutenção requer do responsável um adequado cronograma de atividades visando o cumprimento dessa obrigação. Para isso os locais que abrigam os equipamentos que integram o sistema AVAC-R devem ser limpos periodicamente por profissional habilitado, em conformidade com o plano de manutenção, com as normas técnicas e com a legislação vigente da ANVISA e outros órgãos. Em algumas situações esses locais são confinados. Nestes casos, normativamente é necessária identificação, monitoramento, avaliação e controle de riscos de forma a garantir a segurança e a saúde das pessoas em atividades nestes ambientes.

Os procedimentos operacionais de limpeza desses locais precisam atender às normas regulamentadoras de segurança dos trabalhadores. Deve-se seguir os preceitos da Norma Regulamentadora NR-33 – Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados.

### FICA A DICA!

*A ventilação, objeto desta cartilha, desde que devidamente dimensionada, apresenta-se como uma das principais medidas para garantir as condições atmosféricas adequadas em espaços confinados, de modo a permitir as atividades nestes ambientes.*

## 5.13 Reformas

As edificações cumprem funções de serviço definidas em projeto. Contudo, ao longo do tempo de uso, existirão necessidades de ajustes, adequações a novas demandas, tecnologias e até mesmo recuperação de suas propriedades técnicas. A esse conjunto é dado o nome de reforma, devidamente regulamentada pela norma ABNT NBR 16280.

Neste sentido, todo edifício deve ter seus manuais fornecidos pela construtora ou incorporadora, que esclarecem usos corretos, prazos e condições de garantia.

Destacamos alguns itens onde há perda de garantia do imóvel caso o manual do proprietário e a norma de reforma não sejam respeitados:

- a) Descaracterização dos sistemas originais;
- b) danos por mau uso ou não respeito aos limites admissíveis nas instalações hidráulicas conforme dimensionado em projeto;
- c) utilização em desacordo com a capacidade e objetivo do equipamento.

## 6 ENSAIOS

Os ensaios no sistema AVAC-R, predominantemente, são realizados durante a execução do plano de manutenção (PMOC) ou inspeção predial especializada devendo compor o acervo das documentações da manutenção.

## GLOSSÁRIO

**Anamnese:** Entrevista entre o profissional e o gestor de edificação para alertar as situações e fatos que podem estar relacionados ao estado da edificação. É a etapa de coleta de dados e informações sobre o histórico da edificação.

**Área coletora:** É a soma total das áreas de superfícies coletoras solares individuais.

**Avaliação sensorial:** Avaliação dos atributos de um produto pelos órgãos dos sentidos para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos materiais como são percebidos pelos cinco sentidos: visão, olfação, gustação, tato e audição. (ABNT NBR 16747:2020).

**Anomalia:** Ocorrência que prejudica a utilização do sistema ou dos elementos construtivos, resultando, precocemente, em desempenho inferior ao requerido, em decorrência de irregularidades construtivas ou de processos de degradação (Norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP:2021).

**Circuito primário:** circuito hidráulico existente entre os coletores solares e o reservatório térmico.

**Circuito secundário:** circuito hidráulico existente entre a alimentação do líquido e pontos de consumo.

**Circulação forçada:** circulação de água no sistema de aquecimento solar devido predominantemente à imposição externa de pressão no circuito hidráulico (exemplo: motobomba).

**Circulação natural ou por termossifão:** circulação do líquido no sistema de aquecimento solar devido ao fenômeno de termossifão, que consiste na movimentação de um fluido, cuja força motriz tem origem na diferença de densidade decorrente da variação de sua temperatura.

**Coletor solar:** dispositivo que absorve a radiação solar incidente, transferindo-a para um líquido circulante, sob a forma de energia térmica.

**Conformidade:** Atendimento a um ou mais requisitos estabelecidos em normas técnicas ou na legislação aplicável (ABNT NBR 16747:2020).

**Conformidade:** Atendimento a um ou mais requisitos estabelecidos em normas técnicas ou na legislação aplicável (ABNT NBR 16747:2020).

**Conservação:** Conjunto de atividades que visa a reparar, preservar ou manter em bom estado a edificação existente (ABNT NBR 16280:2020).

**Defeitos:** Vícios relacionados com solidez e segurança da construção ou que representem ameaça à saúde e segurança do usuário (Minuta da revisão da ABNT NBR 13752:2021).

**Degradação:** Desgaste dos sistemas construtivos, componentes e equipamentos da edificação em decorrência da ação dos agentes de degradação no transcurso do tempo, observadas as atividades periódicas de manutenção (Norma de Inspeção Predial IBAPE/SP:2021).

**Desempenho:** Comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas (estruturas, fachadas, paredes externas, pisos, instalações hidrossanitárias, instalações elétricas), quando submetidos às condições de exposição e de uso a que estão sujeitos ao longo de sua vida útil e mediante as operações de manutenção previstas em projeto e na construção (ABNT NBR 16747:2020).

**Deterioração:** Desgaste ou perda de desempenho precoce nos sistemas construtivos, componentes e equipamentos da edificação em decorrência de anomalias ou falhas de uso, operação e manutenção (Norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP: 2021).

**Edificação:** Produto constituído de um conjunto de sistemas, elementos ou componentes estabelecidos e integrados em conformidade com os princípios e técnicas da engenharia e da arquitetura. (ABNT NBR 5674:2012)

**Eflorescência:** Depósito de cristais (brancos) provenientes de sais dissolvidos na água e que, após sua evaporação, formam manchas em superfícies (GLOSSÁRIO IBAPE/SP 2021).

**Empresa Especializada:** Organização ou profissional liberal que exerce função na qual são exigidas qualificação e competência técnica específicas (ABNT NBR 5674:2012)

**Exigências do Usuário:** Conjunto de necessidades expressas tecnicamente que precisam ser satisfeitas para que a edificação ou a construção e seus sistemas possam cumprir plenamente as suas funções (GLOSSÁRIO IBAPE/SP 2021).

**Falha:** Ocorrência que prejudica a utilização do sistema ou do elemento, resultando em desempenho inferior ao requerido (ABNT NBR 15575-1: 2021).

**Falha de Uso, Operação e/ou Manutenção:** Falha caracterizada pela perda precoce de desempenho em decorrência do uso e operação inadequados, e da inadequação da elaboração, planejamento, execução e controle do programa de manutenção (Norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP: 2021).

**Garantia Legal:** Direito do consumidor de reclamar reparos, recomposição, devolução ou substituição do produto adquirido, conforme legislação vigente. (ABNT NBR 15575-1:2013)

**Inspetor Predial:** profissional habilitado responsável pela inspeção predial.

**Inspeção Predial Especializada:** Processo que visa avaliar as condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade de um sistema ou

subsistema específico, normalmente desencadeado pela inspeção predial, de forma a complementar ou aprofundar o diagnóstico (ABNT NBR 16747:2020).

**Isolamento térmico:** materiais de baixo coeficiente de condutividade térmica, cujo uso nos sistemas solares tem por objetivo reduzir as perdas de calor.

**Laudo:** Documento técnico-científico elaborado por profissional habilitado, no qual são consignados o desenvolvimento, a análise e a conclusão de um trabalho, de forma escrita e fundamentada, em conformidade com as normas aplicáveis (GLOSSÁRIO IBAPE/SP 2021).

**Legionella:** É uma espécie de bactéria presente em águas de ambientes naturais como lagos, rios, córregos, etc., sendo verificada a sua presença, também, em sistemas de instalações hidráulicas prediais sem controle da qualidade da água nos sistemas hidráulicos e outros (MANUAL TÉCNICO OSHA – ADMINISTRAÇÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL – 1970 – EUA).

**Manifestação patológica:** Sinais ou sintomas decorrentes da existência de mecanismos ou processos de degradação de materiais, componentes ou sistemas, que contribuam ou atuem no sentido de reduzir seu desempenho (ABNT NBR 16747:2020).

**Manual de Operação, Uso e Manutenção:** Documento que reúne as informações necessárias para orientar as atividades de conservação, uso e manutenção da edificação e operação dos equipamentos (ABNT NBR 14037:2014).

**Manutenção:** Conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e seus sistemas constituintes, a fim de atender às necessidades de segurança de seus usuários (ABNT NBR 15575-1:2021).

**Motobomba:** bomba hidráulica movida por um motor elétrico, responsável pela circulação forçada do líquido circulante.

**Patamares de Prioridades:** Organização das recomendações técnicas indicadas na Inspeção Predial, em uma lista de prioridades técnicas (Norma de Inspeção Predial – IBAPE/SP: 2021).

**Plano de Manutenção:** Programa para determinação das atividades essenciais de manutenção, sua periodicidade, responsáveis pela execução, documentos de referência e recursos necessários, todos referidos individualmente aos sistemas e quando aplicável, aos elementos, componentes e equipamentos (ABNT NBR 5674 e ABNT NBR 16747:2020)

**Profissional Habilitado:** Profissional com formação nas áreas de conhecimento da engenharia ou arquitetura e urbanismo, com registro no respectivo conselho de classe (CREA/CAU), sendo consideradas as suas atribuições profissionais (ABNT NBR 16747:2020).

**Sistema:** Conjunto de elementos, máquinas, equipamentos, estruturas, materiais e outros componentes destinados a atender a uma função que o define, sendo a maior parte funcional do edifício.

**Sistema de aquecimento solar:** sistema composto por coletores solares, reservatório térmico, aquecimento auxiliar, acessórios e suas interligações hidráulicas, que funciona por circulação natural ou forçada.

**Sistema de armazenamento:** sistema composto por um ou mais reservatórios térmicos.

**Vistoria:** Processo de constatação predominantemente sensorial, que consiste em uma etapa da metodologia da Inspeção Predial (Norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP:2021).

MINUTA

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747: Inspeção Predial** – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

\_\_\_\_\_. **.5149: Sistemas de refrigeração e bombas de calor** — Segurança e requisitos ambientais. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

\_\_\_\_\_. **.5674: Manutenção de edificações** — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

\_\_\_\_\_. **.9792: Torres de resfriamento de água** - Ensaio para verificação do desempenho em torres de tiragem mecânica. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

\_\_\_\_\_. **.13969: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos** – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

\_\_\_\_\_. **.13971: Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento** — Manutenção programada. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

\_\_\_\_\_. **.14679: Sistemas de condicionamento de ar e ventilação** — Execução de serviços de higienização. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

\_\_\_\_\_. **.14880 - Saídas de emergência em edifícios** – Escada de segurança – Controle de fumaça por pressurização. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

\_\_\_\_\_. **.15848: Sistemas de ar-condicionado e ventilação** – Procedimentos e requisitos relativos às atividades de construção, reformas, operação e manutenção das instalações que afetam a qualidade do ar interior (QAI). Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

\_\_\_\_\_. **.16401: Instalações de ar-condicionado** - Sistemas centrais e unitários Parte 3: Qualidade do ar interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

\_\_\_\_\_.16655: Instalação de sistemas residenciais de ar- condicionado - Split e compacto Parte 1: Projeto e instalação. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

\_\_\_\_\_. 16782: Conservação de água em edificações – Requisitos, procedimentos e diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

\_\_\_\_\_.16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

INSTRUÇÃO TÉCNICA N°. 13/2019 - Pressurização de escada de segurança – Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo;

Lei n° 13.589 – Lei Federal – Plano de manutenção, operação e controle – PMOC de sistemas de climatização;

BRASIL. Lei n° 13.312, de 12 de julho de 2016. Estabelece diretrizes nacionais para saneamento básico.

IBAPE/SP (Org.). Norma de inspeção predial, 2021.

\_\_\_\_\_. Inspeção Predial: A Saúde dos Edifícios. 2.ed. São Paulo: IBAPE/SP,2015.

\_\_\_\_\_. Inspeção Predial: Instalações Elétricas. 1.ed. São Paulo: IBAPE/SP,2020.

\_\_\_\_\_. Inspeção Predial: Check-up predial: guia da boa manutenção. 3.ed. São Paulo: LEUD,2012.

\_\_\_\_\_. Glossário de Terminologias do IBAPE/SP:2021. São Paulo: IBAPE/SP,2021. Disponível em:

<<https://www.ibape-sp.org.br/biblioteca-digital.php?id=3&sub=6>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2023.