

SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Corpo de Bombeiros

INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 35/2025

Túnel rodoviário

SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Aplicação
- 3 Definições
- 4 Medidas de Segurança contra Incêndio
- 5 Referências normativas e bibliográficas

1 OBJETIVO

1.1 Estabelecer as medidas de segurança para a proteção contra incêndios em túneis destinados ao tráfego de veículos rodoviários automotores, em ambiente urbano ou rural, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado de São Paulo.

2 APLICAÇÃO

Esta Instrução Técnica (IT) aplica-se a todo túnel destinado ao tráfego de veículos rodoviários automotores, em ambiente urbano ou rural. Um túnel pode ser composto por uma (túnel singelo) ou várias galerias (bi-túnel ou túnel gêmeo).

3 DEFINIÇÕES

3.1 Para os efeitos desta Instrução Técnica aplicam-se as definições constantes da IT 03 – Terminologia de segurança contra incêndio e no Regulamento de Segurança Contra Incêndios das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo.

4 MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

4.1 Os sistemas de proteção contra incêndio dos túneis rodoviários devem ser elaborados de acordo com os critérios estabelecidos na NBR 15661, com as adequações constantes nos itens seguintes.

4.2 Acessos e saídas de emergência

4.2.1 Os túneis de qualquer extensão devem possuir acessos para as equipes de socorro e saídas de emergência para os usuários, por meio de calçadas, com as seguintes características:

4.2.1.1 Ambas as laterais do túnel devem ser providas de calçadas, propiciando a fuga de pessoas a pé, a retirada de vítimas e o acesso das equipes de socorro, devendo ser protegidas por barreiras rígidas e mantidas livres e desimpedidas, com acesso facilitado por meio de aberturas espaçadas em intervalos máximos de 60 m.

4.2.1.2 As barreiras rígidas devem ser construídas de acordo com o estabelecido na NBR 15486.

4.2.1.3 É permitido um único desnível entre o pavimento e o acesso a calçada. Após esse ponto toda a rota de fuga até o exterior deverá ser construída sem a existência de degraus, escadas ou obstáculos que prejudiquem sua utilização.

4.2.1.4 As calçadas e os passeios públicos localizados no interior dos túneis devem atender a largura livre mínima de 1,20 m.

4.2.1.5 As aberturas nas barreiras rígidas para facilitar o acesso às calçadas devem ser executadas, no lado direito, imediatamente em frente aos hidrantes e equipamentos de comunicação. Todas as aberturas na barreira rígida devem ser executadas com largura de 1,00 m, permitindo uma tolerância de 0,05 m (cinco centímetros).

4.2.2 Na inexistência de acostamento, os túneis devem dispor de áreas de refúgio de veículos de forma que se permita a retirada rápida de veículos da pista de rolamento, bem como o estacionamento dos veículos destinados ao atendimento de

ocorrências, viabilizando o resgate de pessoas da pista de rolamento.

4.2.2.1 As áreas de refúgio de veículos devem atender as seguintes dimensões: largura 4,00 m, comprimento 30,00 m e altura livre 4,50 m.

4.2.2.2 Os alargamentos para os refúgios de veículos devem ser protegidos, tanto em seu início como em seu término, por barreiras rígidas, atendendo a deflexão lateral prevista na norma NBR 15486 em função da velocidade de projeto, sendo vedada a existência de elementos perigosos ao tráfego, incluindo paredes perpendiculares à circulação de tráfego.

4.2.2.3 Os refúgios devem possuir iluminação dedicada e adequada para as atividades de atendimento das ocorrências.

4.2.2.4 Os refúgios de parada de veículos devem ser construídos no lado direito do sentido de circulação e a distâncias de, no máximo, a cada 500 m. Galerias com tráfego bidirecional devem ter os refúgios de parada disponíveis para os dois sentidos de circulação, construídos frente a frente.

4.2.3 Túneis singelos (uma galeria)

4.2.3.1 Em Túneis singelos de quaisquer extensão os acessos e saídas de emergência devem ser constituídos por:

- a. calçadas, conforme o item 4.2.1;
- b. faixa de rolamento na via, de uso prioritário para veículos de emergência, devidamente sinalizada, permitindo o rápido acesso das equipes de socorro;
- c. áreas de refúgio de veículos, conforme o item 4.2.2, a cada 500 m.

4.2.3.2 Para os túneis com extensão acima de 500 m, além das exigências do item 4.2.3, deve-se prever galeria de serviço (paralela e contígua) com dimensões suficientes para passagem de veículos de emergência nos termos da IT 06, com acessos por meio de portas corta-fogo destinadas a pessoas a cada 250 m;

4.2.3.3 A galeria de serviços poderá ser substituída por galerias com saída diretamente ao exterior, se as seguintes condições forem atendidas:

- a. estiverem distanciadas a cada 250 m na galeria principal;
- b. apresentarem comprimento de até 250 m desde a galeria principal até o exterior;
- c. apresentarem declividade longitudinal inferior a 5%;
- d. não apresentarem degraus ou obstáculos a circulação de pessoas;
- e. forem devidamente protegidas por antecâmara e portas corta fogo;
- f. conectarem o túnel a uma via pública ou a uma estrada de serviço acessível pelos serviços de resgate e emergência;
- g. equipadas conforme o descrito na seção 4.13 Galerias de serviço.

4.2.3.4 Nas galerias de serviço, imediatamente em frente aos acessos ao túnel principal, deve haver alargamento para permitir a parada e o retorno dos veículos de emergência conforme padrões da IT 06;

4.2.3.5 Para os túneis com extensão acima de 500 m, devem

ser previstas interligações entre a galeria principal e a galeria de serviço na região dos dois emboques, permitindo a rápida passagem dos serviços de emergência de uma galeria para a outra.

4.2.4 Túneis paralelos (duas ou mais galerias paralelas)

4.2.4.1 Para os túneis paralelos de qualquer extensão, os acessos e saídas de emergência devem ser constituídos por:

- a. Calçadas, conforme o item 4.2.1;
- b. Interligações entre as galerias a cada 250 metros para passagem de pessoas, com aberturas protegidas por portas corta-fogo;
- c. Faixa de rolamento na via, de uso prioritário para veículos de emergência, devidamente sinalizada, permitindo o rápido acesso das equipes de socorro;
- d. Áreas de refúgio de veículos, conforme o item 4.2.2, a cada 500 metros;
- e. Interligações entre as galerias do tunel paralelo na região dos dois emboques, permitindo a rápida passagem dos serviços de emergência de uma galeria para a outra.

4.2.4.2 Para túneis com extensão superior a 6.000 m, além das exigências do item 4.2.4.1, deve-se prever interligações com dimensões suficientes para passagem de veículos de emergência conforme padrões da IT 06 com distâncias máximas de 6.000 m, devendo ser adotada sempre de comprimento equidistante dos emboques e com todas as aberturas protegidas por antecâmara e portas corta-fogo.

4.2.5 Não são permitidas áreas de refúgio de pedestres no interior do túnel que não estejam interligadas a galeria de serviço ou a galeria paralela, ou que não permitam a fuga direta do interior do túnel para o exterior.

4.2.6 As portas corta-fogo devem ser estanques, do tipo PCF- P90, e devem resistir aos esforços da passagem dos veículos no túnel, podendo ser adotadas portas de eixo vertical ou horizontal (deslizantes);

4.2.6.1 Quando adotadas portas de eixo vertical, devem ser:

- a. instaladas em antecâmaras, sendo apenas uma porta em cada lado da antecâmara, com a primeira porta sempre abrindo no sentido da rota de fuga;
- b. equipadas com fechaduras adequadas aos esforços acionadas por barras anti-pânico para sua abertura;
- c. instalados dispositivos para fechar e manter a porta fechada e que permitam a abertura da porta com a força máxima de 100 N, em qualquer condição de diferencial de pressão;
- d. as antecâmaras pressurizadas por sistema dedicado e redundante, garantindo um diferencial de pressão no intervalo de 40 Pa a 80 Pa entre a antecâmara e o túnel;
- e. um sistema de segurança que monitore o diferencial de pressão entre a antecâmara a o túnel, que evite uma pressão excessiva no interior da antecâmara.

4.2.6.2 Quando adotadas portas de eixo horizontal (deslizantes), devem ser:

- a. instaladas em antecâmaras, sempre quando a distância entre as galerias permitir;

b. equipadas com sistema de fechamento automático e mecânico, que permitam a abertura da porta com a força máxima de 100 N, com qualquer condição de diferencial de pressão;

c. instalados botões de emergência para abertura das portas, instalados em ambos os lados e devidamente sinalizados, permitindo, assim mesmo, a operação manual da porta em caso de falta de energia elétrica.

4.2.7 Em túneis do tipo “cut and cover” ou outro método de construção no qual a separação entre galerias seja feita por meio de uma simples parede de concreto, a distância máxima entre interligações usadas como saídas de emergência para passagem de pessoas deve ser 125 m.

4.2.8 Quando a distância entre as duas galerias permitir, como no caso de túneis escavados, as interligações devem ser protegidas por meio de uma antecâmara, de forma que haja duas paredes e duas portas corta fogo entre as galerias. Para o caso de túneis do tipo “cut and cover” ou outro método de construção no qual a separação entre galerias seja feita por meio de uma simples parede de concreto, podem ser adotadas apenas uma porta.

4.3 Segurança estrutural contra incêndio

4.3.1 A segurança estrutural contra incêndio deve ser prevista em todos os tipos de túneis, com TRRF definido pela IT 08.

4.3.2 Para túneis destinados ao tráfego de veículos rodoviários automotores, a curva tempo x temperatura a ser adotada é a Curva RWS (Rijkswaterstaat).

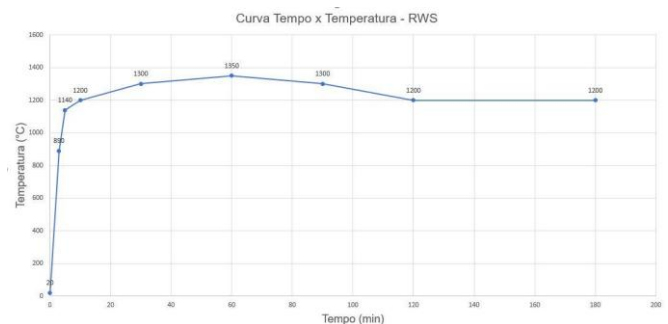


Figura 1: Curva RWS (Rijkswaterstaat)

4.3.3 Os componentes de alimentação de energia elétrica dos equipamentos instalados no interior do túnel, incluindo todos os cabos, acessórios e equipamentos, devem estar protegidos dos efeitos do calor, permanecendo acondicionados em compartimentos que os protejam contra os efeitos do incêndio de veículos no túnel, garantindo sua perfeita operacionalidade por, no mínimo, 120 minutos durante a ocorrência de um incêndio.

4.4 Iluminação de emergência

4.4.1 A iluminação de emergência deve ser prevista para túneis acima de 250 m.

4.4.2 A iluminação de emergência deve ser produzida apenas pelas luminárias de emergência, com intensidade suficiente para garantir a saída segura das pessoas do túnel em caso de uma emergência.

4.4.3 Os pontos de iluminação de emergência devem ser instalados nas duas paredes e a uma altura máxima de 1,50 m,

a fim de iluminar e balizar a rota de fuga, mesmo na presença de fumaça.

4.4.4 A distância máxima entre dois pontos de iluminação deve ser 10,00 m e devem ser instalados de forma a evitar o ofuscamento.

4.4.5 O sistema de iluminação de emergência deve ser do tipo centralizado por meio de baterias com autonomia mínima de 120 minutos.

4.4.6 Os circuitos elétricos devem ser intercalados de modo que uma falha numa luminária não provoque o apagamento de todas as luminárias naquela sequência.

4.4.7 Os circuitos devem ser protegidos por meio de dispositivo Diferencial Residual (DR) e distribuídos de modo que uma falha localizada se propague por um comprimento máximo de 120 m.

4.5 Sinalização de emergência

4.5.1 A sinalização de emergência deve ser prevista em todos os tipos de túneis, conforme IT 20.

4.5.2 Para os túneis de qualquer extensão, a sinalização de emergência deve permitir ao usuário a identificação das saídas, bem como indicar a extensão do túnel a ser percorrida nas laterais, possibilitando a escolha do menor trajeto, mesmo em circunstâncias de precária luminosidade.

4.5.3 Para os casos em que o sistema de aclaramento artificial do túnel for suficiente para permitir o acúmulo de energia no elemento fotoluminescente, a sinalização de emergência pode ser do tipo fotoluminescente e retrorrefletiva, desde que garantida a seguinte luminância: 80 mcd/m² após 10 minutos e 10,0 mcd/m² após 60 minutos.

4.5.4 Para os casos em que o sistema de aclaramento artificial do túnel não for suficiente para permitir o acúmulo de energia no elemento fotoluminescente dos sinais, estes devem ser do tipo retroiluminados, por meio de luminária de balizamento conectada ao sistema de energia de emergência e sem prejuízo do sistema de iluminação de emergência, em substituição à sinalização apropriada com o efeito fotoluminescente.

4.6 Extintores e hidrantes

4.6.1 Para os túneis com extensão superior a 250 m, o sistema de proteção por extintores e hidrantes deve ser constituídos por:

- a. extintores portáteis do tipo pó ABC (2-A:20-B:C) instalados em abrigos, com uma distância máxima entre extintores consecutivos de 60 m, preferencialmente junto aos hidrantes;
- b. sistema de proteção por hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio, deve ser instalado conforme a IT 22 e dimensionado conforme os itens seguintes.

4.6.2 O sistema de hidrantes deve possuir expedição dupla, instalados a cada 60 metros, capazes de fornecer no mínimo, 1.000 lpm por expedição, com uma pressão na válvula de 60 mca, com o uso simultâneo de dois pontos. Nesta situação, os acessórios hidráulicos nos abrigos dos hidrantes devem ser os correspondentes ao do sistema tipo 5 (IT 22).

4.6.3 Alternativamente, pode ser previsto mangotinhos (sistema tipo 1 - IT 22) distribuídos a cada 30 m. O mangotinho deve possuir carretel com comprimento de 30 metros.

4.6.4 Onde for instalado o sistema do Tipo 1 (mangotinho) deve ser dotada de ponto de tomada de água de engate rápido para mangueira de incêndio de diâmetro 65 mm a cada 60 metros.

4.6.5 A reserva de incêndio deve fornecer água para permitir o combate por no mínimo, 120 minutos, considerando a vazão calculada para o sistema.

4.6.6 Deve haver registro de recalque em ambas as extremidades do túnel.

4.7 Sistema de controle de fumaça

4.7.1 Generalidades

4.7.1.1 Os sistemas de controle de fumaça dos túneis rodoviários devem ser elaborados de acordo com os critérios estabelecidos na NBR 17175, com as adequações constantes nos itens seguintes.

4.7.1.2 Os túneis devem possuir sistema de controle de fumaça, com capacidade para retirar do seu interior gases quentes, fumaça e outros produtos oriundos de incêndio.

4.7.1.3 Túneis ou passagens subterrâneas com extensão igual ou inferior a 500 m e cumulativamente com tráfego unidirecional em cada uma das galerias, são considerados com proteção por sistema de controle de fumaça natural, não necessitando apresentação do dimensionamento para a análise.

4.7.1.4 Deve haver sistema de detecção de incêndio do tipo termovelocimétrico para realizar o acionamento do sistema de controle de fumaça de forma automática.

4.7.1.5 O sistema de controle de fumaça deve ser do tipo longitudinal, podendo ser complementado com sistema de extração de fumaça pontual (massiva) ou distribuída, de acordo com o prescrito nesta IT para cada tipo de túnel.

4.7.1.6 Para túneis urbanos, onde há restrição à passagem de veículos transportando cargas, o dimensionamento do sistema deve ser realizado considerando uma taxa de liberação de calor de 30 MW, com geração de fumaça a vazão de 80 m³/s.

4.7.1.7 Para túneis não urbanos ou aqueles onde não há restrição a passagem de veículos transportando cargas, o dimensionamento do sistema deve ser realizado considerando uma taxa de liberação de calor de 200 MW, (da qual se poderá supor que um terço será dissipado na forma de radiação) com geração de fumaça a vazão de 200 m³/s.

4.7.1.8 Em nenhum caso, o sistema de controle de fumaça ou pressurização poderá produzir um nível de ruído superior a 85 dB ao longo das rotas de fuga;

4.7.1.9 Para os casos de túneis gêmeos ou túneis equipados com galeria de serviços, deve ser implantado um dispositivo anti-recirculação de fumaça por meio do afastamento dos emboques das galerias ou a construção de uma barreira física.

4.7.1.10 Para túneis equipados com sistema de controle de fumaça, este sistema deve ser concebido de tal forma que proteja a galeria paralela contra penetração de fumaça pelas

interligações (em caso de túneis gêmeos ou equipados com galeria de serviço).

4.7.1.10.1 Essa proteção deve ser feita, primeiramente, pelo sistema de controle de fumaça da galeria paralela e pode ser complementada por um sistema individual de pressurização nas interligações a critério do projetista.

4.7.1.10.2 A pressurização citada deve ser compatível entre diferentes sistemas de controle de fumaça (em rotas de fuga horizontais e verticais) devem si.

4.7.1.11 Para os túneis acima de 1.000 m, será obrigatória na vistoria a apresentação de laudo de teste prático do sistema de controle de fumaça, realizado por laboratório reconhecido.

4.7.2 Tipos de sistema

4.7.2.1 Sistema longitudinal

4.7.2.1.1 Este tipo de sistema é composto por jato ventiladores consiste em empurrar a fumaça através do túnel, direcionando-a para uma saída pela utilização de jato ventiladores.

4.7.2.1.2 O sistema deve ser dimensionado para atingir a velocidade crítica, devendo assegurar uma velocidade de ar mínima de 3,0 m/s na seção transversal do túnel.

4.7.2.1.3 O dimensionamento deve considerar a possibilidade de haver veículos parados no interior do túnel, condições meteorológicas adversas, os efeitos barométricos e a falha de um grupo de jato ventiladores.

4.7.2.1.4 Os jato ventiladores devem ser reversíveis, de forma a possibilitar a formação de corrente de ar em ambos os sentidos.

4.7.2.1.5 Em túneis urbanos ou naqueles onde não seja permitido o tráfego de caminhões, o funcionamento dos jato ventiladores deve ser garantido por 120 min a uma temperatura de 250 °C.

4.7.2.1.6 Em túneis não urbanos e naqueles onde seja permitido o tráfego de veículos de cargas, o funcionamento dos jato ventiladores deve ser garantido por no mínimo 120 min a uma temperatura de 400 °C.

4.7.2.2 Sistema com extração de fumaça distribuída

4.7.2.2.1 Este tipo de sistema é composto pela extração de fumaça através de registros em intervalos regulares em dutos distribuídos ao longo do túnel.

4.7.2.2.2 As aberturas de extração de fumaça devem ser posicionadas junto ao teto do túnel e devem ser equipadas com registros automatizados e com acionamento remoto, de forma que apenas os registros mais próximos ao local do incêndio sejam abertos.

4.7.2.2.3 A distância máxima entre dois registros consecutivos deve ser de 100 m.

4.7.2.2.4 O projeto e a operação do sistema deverá ser tal que garanta a concentração de fumaça nas imediações do incêndio, por meio do apoio dos jato ventiladores.

4.7.2.2.5 Devem ser observados, para este tipo de sistema, os conceitos gerais prescritos nas Partes 1, 2 e 5 da IT 15.

4.7.2.3 Sistema com extração de fumaça pontual (massiva)

Este tipo de sistema é composto pela extração de fumaça em um ou mais pontos ao longo do túnel, distribuídos em pontos equidistantes, em intervalos máximos de 5.000 m.

4.7.3 Túneis urbanos

4.7.3.1 Túneis urbanos unidirecionais com extensão superior a 500 m até 1.000 m devem ser dotados de sistema de controle de fumaça longitudinal.

4.7.3.2 Túneis urbanos unidirecionais com extensão superior a 1.000 m devem ser dotados de sistema de controle de fumaça longitudinal com sistema de extração de fumaça distribuída. Alternativamente pode ser dotado de sistema de controle de fumaça longitudinal com sistema de extração pontual (massiva) no ponto médio do túnel.

4.7.3.3 Túneis urbanos bidirecionais devem ser dotados de sistema de controle de fumaça longitudinal com extração de fumaça distribuída.

4.7.4 Túneis não urbanos

4.7.4.1 Túneis não urbanos unidirecionais com extensão superior a 500 m até 5.000 m devem ser dotados de sistema de controle de fumaça longitudinal.

4.7.4.2 Túneis não urbanos unidirecionais com extensão superior a 5.000 m devem ser dotados de sistema de controle de fumaça longitudinal, e sistema de extração massiva da fumaça em intervalos máximos de 5.000 m.

4.7.4.3 Quando não for adotada a extração massiva em túneis não urbanos unidirecionais com extensão superior a 5.000 m deve ser adotado sistema de controle de fumaça longitudinal e um sistema extração de fumaça distribuída.

4.7.4.4 O princípio básico para a utilização do sistema longitudinal em rodovias é a garantia de que não há possibilidade de ocorrer congestionamentos no interior do túnel. O responsável pela operação deve apresentar um plano que demonstre os procedimentos adotados para esta finalidade, assim como o estudo de tráfego da via.

4.7.4.5 Túneis não urbanos bidirecionais de comprimento acima de 1.000 m devem ser dotados de sistema de controle de fumaça longitudinal e sistema de extração de fumaça distribuída.

4.7.5 Ensaio prático do sistema de detecção de incêndio e controle de fumaça

4.7.5.1 O sistema de detecção de incêndio e de controle de fumaça deve ser feito conforme a metodologia seguir:

- a. dois recipientes com área de 1,00 m², contendo 20 litros de diesel e 5 litros de gasolina cada, instalados a uma altura entre 0,50 m e 0,80 m de altura do piso, são acesos simultaneamente;
- b. os recipientes devem ser colocados lado a lado, em local a ser determinado pelo projetista do sistema de ventilação como sendo o local mais desfavorável ao controle de fumaça;
- c. as medições realizadas devem ser registradas em relatório.

4.7.5.2 Será considerado aprovado o sistema que:

- a. acione o sistema de detecção de incêndio em até 90

segundos após a ignição;

b. inicie o sistema de ventilação de forma automática;

c. comprove a capacidade de dirigir toda a fumaça no sentido correto, sem a ocorrência de deslocamento e movimentação do fluxo de fumaça e dos gases quentes em sentido contrário ao da direção do fluxo de ar de ventilação;

d. produza, no mínimo, 3,0 m/s de velocidade longitudinal a montante do local do incêndio.

4.8 Sistema de drenagem

4.8.1 Todos os túneis devem possuir sistema de drenagem de líquidos em toda a sua extensão devendo ser feito por meio de grelhas de escoamento, situadas nas laterais da pista, possibilitando o rápido escoamento do interior do túnel para bacias de contenção.

4.8.2 As grelhas devem ser construídas de tal forma que nas imediações das saídas de emergência e, imediatamente em frente a estas, a eventual chama de combustível incendiado não impeça a passagem de pedestres nem danifique os equipamentos usados para o resgate.

4.8.3 Os dutos e grelhas que conduzem à bacia de contenção devem ser equipados com caixas sifonadas, distanciadas em intervalos máximos de 100 m, que permitam a passagem dos efluentes, mas que contenham eventual chama de combustível incendiado que esteja percorrendo o sistema.

4.8.4 As bacias de contenção, sempre que possível, devem ser instaladas no lado exterior dos túneis, protegidas por meio de grelhas e ventiladas naturalmente;

4.8.5 No caso de túneis que tenham estações de bombeamento de água de drenagem e/ou bacias de contenção internas, há a possibilidade da formação de uma atmosfera explosiva e, portanto, devem ser tomadas medidas adequadas para evitar a sua deflagração, dentre as quais:

4.8.5.1 As bacias de contenção e caixas de coleta do sistema de drenagem para bombeamento de efluentes para o exterior devem ser devidamente compartimentadas das galerias do túnel.

4.8.5.2 A compartimentação deve garantir que não haja a contaminação do ar das galerias por eventuais vapores, poeiras ou gases explosivos, tóxicos ou nocivos.

4.8.5.3 As bacias de contenção devem ser classificadas como zona 0 de acordo com a NBR IEC 60079-10-1. Essa classificação deve incluir também todas as áreas adjacentes às bacias e que não forem protegidas por compartimentação.

4.8.5.4 As bacias de contenção e as áreas adjacentes devem ser continuamente ventiladas, por meio do fornecimento de ar exterior diretamente captado por meio de dutos dedicados ou tomados da galeria de serviço. É vedada a tomada de ar a partir das galerias destinadas a circulação de tráfego.

4.8.5.5 Todos os equipamentos de ventilação e todas as instalações elétricas na bacia de contenção devem ser certificados para operação nesses locais e devem ser adequados para áreas classificadas. Este requisito se

estende, também, para as áreas adjacentes não compartimentadas da bacia.

4.8.5.6 O sistema de ventilação das bacias de contenção e poços de bombeamento deve garantir o mínimo de 15 (quinze) trocas totais do volume de ar por hora. Valores superiores podem ser adotados a critério do projetista e devem ser validados na análise de riscos.

4.8.5.7 A descarga de ar oriundo das bacias e áreas adjacentes, contaminado ou não, deve ser feita diretamente no ambiente externo, sendo vedada sua descarga nas galerias do túnel. Para isso, dutos dedicados e exclusivos devem ser construídos.

4.8.5.8 Os dutos e equipamentos de ventilação, bem como os sensores e instalações elétricas associadas devem ser também adequados para uso seguro na área classificada e devem manter-se em operação durante um incêndio nas galerias do túnel, apresentando ainda segurança em caso de deflagração;

4.8.5.9 As bacias de contenção devem ser equipadas com os seguintes sensores e detectores:

a. sensor de nível;

b. detector de óleo sobrenadante;

c. detector da concentração de O₂;

d. detector de limite inferior de explosividade ("*l_{el}* - lower explosive limit");

e. detector de gases combustíveis.

4.8.6 Em quaisquer casos, a bacia de contenção deve possibilitar a retirada de líquidos das bacias de contenção, por meio de caminhões-tanque, evitando danos ao meio ambiente.

4.8.7 As bacias de contenção devem ser projetadas de modo que tenham capacidade para conter no mínimo 165 m³. A critério do projetista, a água residual de combate a incêndios pode ser adicionada no volume mínimo exigido.

4.9 Sistema de comunicação

4.9.1 Os túneis com extensão superior a 500 m devem possuir sistema de comunicação com a sala de monitoramento do túnel, por meio de pontos fixos instalados à distância máxima de 60 m um do outro e próximos aos extintores de incêndio, sendo recomendável para túneis com extensão a partir de 250 m.

4.9.1.1 Devem ser instalados também pontos fixos de comunicação nas saídas de emergência, emboques dos túneis e nas galerias de serviço.

4.9.1.2 O sistema deve permitir o início da chamada desde o ponto fixo para a sala de controle e, da sala de controle para qualquer ponto fixo.

4.9.1.3 O sistema deve permitir a conexão do ponto fixo com o Centro de Operações do CBPMESP, caso necessário.

4.9.2 Para os túneis com extensão superior a 500 m deve ser instalado sistema que permita o envio de mensagens de voz (*public address*) a partir da sala de monitoramento e, também, a partir dos postos de comando.

4.9.2.1 O sistema deve cobrir todas as áreas internas dos túneis, incluindo as galerias principais, galerias de serviço, áreas de refúgio de veículos, interligações para saídas de emergência, emboques e áreas técnicas.

4.9.2.2 O sistema deve ser setorizado e proporcionar uma boa qualidade de mensagem, com índice de transmissão de fala (STI) mínimo de 0,45.

4.9.3 Para os túneis com extensão superior a 500 metros deve ser instalado sistema de radiocomunicação, que permita a comunicação de rádios portáteis com a sala de monitoramento.

4.10 Informação aos Usuários:

4.10.1 Os túneis com extensão superior a 250 m devem possuir sistema de informação ao usuário conforme a seguir:

- a. balizadores de faixa, compostos por “X” vermelho e “Seta” verde, informando quando as faixas de tráfego estão livres, a cada 250 m ou distância inferior caso não sejam visíveis a cada 250 m;
- b. Semáforos e Cancelas, para o fechamento dos túneis, na região dos emboques a cada 1.000 m;
- c. Painéis de mensagens variáveis, capazes de exibir mensagens de textos e símbolos, antes do acesso ao túnel ou imediatamente no emboque de entrada a cada 500 m.

4.11 Sistema de circuito interno de TV – monitoramento

4.11.1 Para os túneis com extensão superior a 1.000 m devem ser instalados, além do sistema de comunicação, sistema interno de TV, com a instalação de câmeras fixas e telecomandadas, no interior do túnel e na região dos emboques, sendo recomendável para túneis com extensão a partir de 250 m.

4.11.2 As câmeras fixas devem cobrir 100% das galerias, interligações, áreas de refúgio de veículos e estar distanciadas de forma que permitam a perfeita identificação do usuário, do veículo e de detalhes do acidente, com o objetivo de visualizar e gerenciar as ocorrências da sala de monitoramento.

4.11.3 As câmeras telecomandadas devem possibilitar manobras horizontais e verticais, devendo possuir lentes de afastamento e aproximação, evitando “pontos cegos”, de modo complementar ao item anterior.

4.11.4 A central de monitoramento (controladora) do sistema de circuito interno de TV deve ter vigilância habilitada durante todo o período de funcionamento do túnel.

4.12 Suprimento de Energia

4.12.1 A energia para os componentes relevantes para a segurança, como sistemas de medição e detecção, instrumentos, sistema de automação e de controle, iluminação de emergência e iluminação ininterrupta, entre outros deve ser fornecida por uma fonte de alimentação ininterrupta (*nobreaks*) com capacidade para alimentar todo o sistema por, no mínimo, 120 minutos.

4.12.2 As bombas de incêndio, os ventiladores axiais, os jato ventiladores, bem como os ventiladores utilizados para

manter sobrepressão nas saídas de emergência devem ser abastecidos por um sistema elétrico redundante, que pode ser:

4.12.2.1 Uma rede elétrica de energia da concessionária local com capacidade para 125 % da potência total instalada em cada túnel, e um grupo de geradores de energia movidos a diesel com autonomia mínima de 120 minutos.

4.12.2.2 Um sistema de geração local de energia elétrica formado por um grupo de geradores movidos a diesel com redundância N+1, sendo N o número de equipamentos necessários para gerar com capacidade de 125 % da potência total instalada em cada túnel, por no mínimo 120 minutos. Este sistema deve ser conectado em paralelo com a rede de energia elétrica da concessionária local quando esta apresentar capacidade mínima contratada de 30 % da potência total instalada

4.12.2.3 Na falta de capacidade da rede de energia elétrica da concessionária local, um sistema de geração local de energia elétrica, formado por um grupo de motogeradores movidos a diesel com redundância N+N, sendo N o número de equipamentos necessários para gerar com capacidade para 125 % da potência total instalada em cada túnel, por no mínimo 120 minutos.

4.12.3 Para todos os casos, a potência total instalada deve ser composta pela soma de todos os equipamentos (de emergência ou não) instalados no túnel, com fator de demanda sempre igual a 1,0.

4.13 Galerias de serviço

4.13.1 As galerias de serviço devem ter, no mínimo, as seguintes medidas de segurança:

- a. segurança estrutural contra incêndio na galeria principal;
- b. iluminação de emergência;
- c. sinalização de emergência;
- d. extintores e hidrantes (somente junto às interligações entre os túneis as galerias e nos emboques);
- e. controle de fumaça, para proteger a galeria de serviço da penetração de fumaça em caso de incêndio na galeria principal;
- f. fonte de alimentação alternativa de energia elétrica;
- g. alargamento para parada e manobra dos veículos de emergência em frente às interligações;
- h. sistema de comunicação;
- i. sistema de circuito interno de TV (somente junto às interligações entre as galerias e nos emboques);
- j. sistema de radiocomunicação.

4.14 Túneis existentes

4.14.1 Os túneis existentes deverão atender a IT 43 em seu item de exigências básicas e adaptação de rota de fuga. Quando não for possível o atendimento, conforme descrito na IT citada, as medidas de segurança deverão ser analisadas por meio de Comissão Técnica.

4.14.2 Quando exigido controle de fumaça este poderá ser composto pelo sistema de jato ventiladores independente da metragem.

4.15 Brigada de incêndio

4.15.1 Túneis com extensão até 250 m são isentos da brigada de incêndio.

4.15.2 Em túneis com extensão superior a 250 m, a brigada de incêndio deve ser composta pelo pessoal da companhia de tráfego local ou pessoal da concessionária da via.

4.15.3 O treinamento dos brigadistas deve incluir tópicos específicos sobre os riscos nos túneis e tópicos relativos ao funcionamento dos equipamentos e sistemas do túnel em questão, em complemento ao conteúdo da formação obrigatória.

4.15.4 O dimensionamento da brigada deverá ser tal que seja garantido o número mínimo de brigadistas disponíveis sempre no horário de funcionamento do túnel.

4.15.5 Caso uma mesma concessionária ou companhia de tráfego seja responsável por mais de um túnel, a equipe de brigadistas poderá ser compartilhada, desde que:

- a. seja garantido o número mínimo de brigadistas igual ao requerido pelo maior túnel e;
- b. que todos os brigadistas possam se reunir em qualquer um dos túneis em até 10 minutos;

4.15.6 A composição mínima da brigada de incêndio deverá ser de:

4.15.6.1 Para túneis entre 250 m e 500 m de extensão: 02 (dois) brigadistas;

4.15.6.2 Para túneis entre 501 m e 1.000 m de extensão: 04 (quatro) brigadistas;

4.15.6.3 Para túneis acima de 1.000 m, 04 (quatro) brigadistas mais 01 (um) brigadista a cada 1.000 m.

4.16 Outras medidas e disposições gerais

4.16.1 Os ensaios, comissionamentos e inspeções nos equipamentos de segurança contra incêndio e em outros equipamentos importantes para a segurança operacional do túnel devem atender aos requisitos na NBR 15775.

4.16.2 Para os túneis com extensão superior a 1.000 metros, além do disposto nesta IT, o interessado deverá:

- a. Prever no projeto básico do túnel o estudo de análise de riscos por organismo independente do gestor do túnel, conforme NBR15661.
- b. A proposta de segurança contra incêndio deve passar por análise em comissão técnica, para avaliação da eficácia do sistema de acesso e saídas de emergência.

4.16.3 O Plano de emergência, confeccionado com base na IT16 e NBR15661, deve ser apresentado antes do início da operação do túnel.

4.16.4 Os túneis submersos e/ou que possuem mais de um modal de transporte devem apresentar projeto por meio de Comissão Técnica.

5 REFERÊNCIAS NORMATIVAS E BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15486: Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto.

Rio de Janeiro: ABNT;

_____. NBR15661: Proteção contra incêndio em túneis. Rio de Janeiro: ABNT;

_____. NBR15775: Sistema de segurança contra incêndio em túneis – Ensaios, comissionamento e inspeção. Rio de Janeiro: ABNT;

_____. NBR15981: Sistemas de segurança contra incêndio em túneis — Sistemas de sinalização e de comunicação de emergências em túneis

_____. NBR16736: Proteção contra incêndio em túneis rodoviários e urbanos - Operação de emergência em túneis rodoviários e urbanos - Requisitos

_____. NBR17027: Proteção contra incêndio em túneis submersos - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT;

_____. NBR 17175: Sistemas de ventilação em túneis rodoviários e urbanos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2024.

AUSTRIA, RVS 09.02.22 – *Tunnel Equipment*

AUSTRIA, RVS 09.02.31 – *Tunnel Ventilation, Basic Principles*

FRANÇA, *Circulaire Interministerielle n° 2000-63 du 25 août 2000*

FRANÇA, *Circulaire Interministerielle n° 2000-82 du 30 novembre 2000*.

NFPA 502 – *Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access*.

NFPA 520 – *Standard on Subterranean Spaces*. PIARC TECHNICAL COMMITTEE ON ROAD TUNNELS, “*Design Fire Characteristics for Road Tunnels*”, reference 26494, PIARC, Paris, 2017

Relatório da Embaixada Austríaca, sobre acidente no túnel Kitzsteinhorn em novembro de 2000.

Relatório sobre o acidente no Tunnel Du Mont Blanc França, março de 1999.

SUIÇA, ESCRITÓRIO FEDERAL DE RODOVIAS, ASTRA 13002, “*Ventilation des galeries de sécurité des tunnels routiers*”

SUIÇA, ESCRITÓRIO FEDERAL DE RODOVIAS, ASTRA 13001, “*Ventilation des tunnels routiers*”

VIEIRA, Diogo Diniz. Proposta de Plano Particular de Emergência para a área de expansão da SP 99 - Novo trecho de serra da Rodovia dos Tamoios. Dissertação apresentada no Centro de Altos Estudos de Segurança como parte dos requisitos para a aprovação no Mestrado profissional em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública. São Paulo: CAES, 2022.