



**ANEXO I - APÊNDICE B**  
**PROJETOS E SERVIÇOS ESPECIAIS PERMITIDA A SUBCONTRATAÇÃO**  
PROCESSO ADMINISTRATIVO Nº 0142/2025

1.	INTRODUÇÃO .....	2
2.	PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO DE ITENS SUBCONTRATADOS .....	3
3.	PROJETOS PASSÍVEIS DE SUBCONTRATAÇÃO.....	4
4.	SERVIÇOS PASSÍVEIS DE SUBCONTRATAÇÃO .....	4
5.	LEVANTAMENTO POR NUVEM DE PONTOS – LEVANTAMENTO CADASTRAL E TÉCNICO REALIZADO POR SCANNER 3D E MODELAGEM BIM - LNP.....	6
6.	MONITORAMENTO VIRTUAL OBRA/ SERVIÇOS/ INTERVENÇÕES - MVO .....	7
7.	LAUDO INSPEÇÃO DE PREDIAL - LIP .....	8
8.	ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR INTERIOR - AQR .....	8
9.	VERIFICAÇÃO DE FILTRAGEM, MEDIÇÃO DE VAZÃO DE AR EXTERIOR PARA RENOVAÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE CO2 - FVC .....	10
10.	CONTROLE MICROBIOLÓGICO DAS AMOSTRAS - CMA.....	10
11.	AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE SUPERFÍCIES - AMS .....	11
12.	ANÁLISE DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO AMBIENTAL - ACT .....	11
13.	DETERMINAÇÃO DO VOTO MÉDIO PREDITO - PMV .....	12
14.	ANÁLISE DOS NÍVEIS DE RUÍDO - ANR.....	13
15.	VERIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE RUÍDO MÁXIMO NOS AMBIENTES INTERNOS DA EDIFICAÇÃO .....	15
16.	VERIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE RUÍDO MÁXIMO NOS AMBIENTES EXTERNOS DA EDIFICAÇÃO .....	15
17.	CERTIFICAÇÃO DA REDE LÓGICA E CABEAMENTO ESTRUTURADO - CCE.....	16
18.	CERTIFICAÇÃO CABEAMENTO METÁLICO – UTP - CRL.....	17
19.	CERTIFICAÇÃO CABEAMENTO ÓPTICO - CCO.....	19
20.	ANÁLISE TERMOGRÁFICA DE QUADROS E EQUIPAMENTOS - ATQ .....	19
21.	ANÁLISE DE ILUMINAÇÃO AMBIENTAL - AIA .....	22
22.	ANÁLISE DA QUALIDADE DE ENERGIA - AQE .....	25
23.	LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO - LPA .....	28
24.	PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO .....	31
25.	SONDAGEM SPT (SPT) .....	32
26.	SONDAGEM ROTATIVA (SRO) .....	37

**Lista de Tabelas**

Tabela B1 - Projetos passíveis de subcontratação.....	4
Tabela B2 - Serviços passíveis de subcontratação .....	5
Tabela B3 - Erros aceitáveis para fatores de qualidade de instrumento .....	23
Tabela B4 - Número de pontos de medição em relação a K.....	23
Tabela B5 - Dimensões Padronizadas de Hastes – W .....	38
Tabela B6 - Dimensões Padronizadas de Revestimentos grupo W junção lisa direta .....	38
Tabela B7 - Dimensões Padronizadas de Revestimentos grupo X junção lisa com niple ou conector ..	39



## 1. INTRODUÇÃO

- 1.1. Trata-se de projetos e serviços especializados de engenharia e arquitetura a serem demandados pelo CRQ-IV/SP cuja execução será previamente autorizada e o pagamento somente será realizado após a sua efetiva conclusão.
- 1.2. Laudos, perícias e serviços técnicos que necessitem conhecimento altamente especializado também poderão ser subcontratados.
- 1.3. A subcontratada somente poderá iniciar a prestação de serviços após a aprovação do valor do serviço / projeto pelo CRQ-IV/SP.
- 1.4. Serão executados obedecendo às recomendações da Área Técnica do CRQ-IV/SP de acordo com as devidas especialidades.
- 1.5. Não existe previsão mínima de demanda.
- 1.6. A remuneração e o prazo obedecerão aos critérios definidos no Apêndice D.
- 1.7. Para o pagamento de projetos, laudos, perícias e análises cujo valor não esteja previsto no contrato, estes serviços deverão ser pagos como EDT (Estudos e Detalhamentos Técnicos diversos) mediante apresentação de nota fiscal do valor pago pela CONTRATADA à empresa subcontratada, acrescido o valor do BDI do contrato. **BDI de 22,39%**
  - 1.7.1. Para serviços que façam parte do objeto contratual e que não estejam listados neste Apêndice, poderão, a critério do CRQ-IV/SP, ser subcontratados, devendo o pagamento ser realizado por meio de EDT (Estudos e Detalhamentos Técnicos), conforme acima.
  - 1.7.2. Para a definição do preço a pagar dos serviços mencionados em 1.7.1, a CONTRATADA deverá apresentar, no mínimo, três orçamentos, sendo aceito pelo CRQ-IV/SP o de menor valor.
    - 1.7.2.1. Caso não haja no mercado empresas a subcontratar em número suficiente, ou ainda, se necessária contratação de empresa por notório saber, a CONTRATADA deverá justificar tecnicamente a escolha, que deverá ser avaliada pelo CRQ-IV/SP.
- 1.8. Todos os instrumentos necessários para a execução da subcontratação contrato deverão ser aferidos com a frequência recomendada pelos fabricantes ou legislações específicas e calibrados por empresas credenciadas pelo INMETRO para tal serviço, devendo ser apresentada, quando solicitada, cópia do certificado à Área Técnica.
- 1.9. Os projetos e serviços subcontratados deverão atender às respectivas normas técnicas e legislações a que estão submetidos.
- 1.10. Para execução dos relatórios deverão ser seguidos ainda os princípios gerais para a elaboração e a apresentação de relatório técnico e/ou científico, contidos na NBR 10.719 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- 1.11. A empresa subcontratada deverá entregar ART/RRT referente ao projeto ou serviço elaborado, ou documentação equivalentes (a depender da exigência de cada projeto e serviço especial).



- 1.12.** Os RESPONSÁVEIS TÉCNICOS DA CONTRATADA deverão emitir ART/RRT de Participação Técnica de “Equipe” e Nível de Atuação de “Supervisão” ou “Execução” para todos os serviços técnicos acionados, sendo que os demais profissionais SUBCONTRATADOS deverão emitir as ART/RRT de Participação Técnica de “Equipe Vinculada” e Nível de Atuação de “Execução”;
- 1.13.** Os profissionais SUBCONTRATADOS para realização de serviços deverão ser previamente submetidos à avaliação do CRQ-IV/SP para aprovação e autorização de acessos, e quando for o caso, apresentarem Registro Definitivo junto ao CREA/CAU jurisdicionante da região onde o serviço será realizado (não serão aceitos profissionais com Registro Provisório).
- 1.14.** A CONTRATADA não transferirá suas obrigações e responsabilidades à subcontratada, permanecendo A CONTRATADA, perante o CRQ-IV/SP, com total responsabilidade contratual.

## **2. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO DE ITENS SUBCONTRATADOS**

- 2.1.** Na execução dos serviços e levantamentos deverá haver planejamento prévio do horário mais conveniente, não impedindo o funcionamento normal da unidade, de acordo com a programação estabelecida.
- 2.2.** Ficam caracterizados como serviços e levantamentos que possam interferir ou trazer transtornos de qualquer natureza ao funcionamento dos ambientes atendidos aqueles que:
- Resultam em parada de funcionamento dos equipamentos do sistema de climatização por período suficiente para elevar a temperatura interna em níveis acima dos parâmetros máximos estabelecidos na norma técnica ABNT 16.401, gerando desconforto térmico aos usuários e desatendimento aos equipamentos dependentes de climatização;
  - Necessitem de espaço físico em locais de grande concentração momentânea de pessoas, sem condições de remanejamento das mesmas para outro local;
  - Impliquem em desligamento total ou parcial da energia elétrica da unidade;
  - Interfiram no trânsito ou comprometam a segurança física de empregados e clientes do CRQ-IV/SP;
  - Causem grande desconforto a empregados e clientes do CRQ-IV/SP (barulho, sujidades, odores etc.);
  - Qualquer outra intervenção que signifique parada total da unidade ou de serviços essenciais à sua operação.



### 3. PROJETOS PASSÍVEIS DE SUBCONTRATAÇÃO

3.1 Os projetos passíveis de subcontratação estão relacionados abaixo, conforme respectivas especialidades:

**Tabela B1 - Projetos passíveis de subcontratação**

<b>Especialidade</b>	<b>Projeto</b>
Arquitetura	Projeto de Acústica
Engenharia Civil	Projeto de Reforço Estrutural em Fibra de Carbono
	Projeto Estrutural em Aço
	Projeto Geotécnico de Fundação
	Projeto Estrutural de Steel Frame
	Projeto Estrutural em Concreto Pré-moldado
	Projeto de Restauração de Estruturas em concreto
Engenharia Elétrica	Projeto de Automação e Inteligência Predial (integrado)
	Sistema de Geração Descentralizada de Energia Fotovoltaica
	Projeto de Sonorização
Engenharia Mecânica	Projeto de Controle de CO <sub>2</sub>
	Projeto de Transporte Vertical (Elevadores)
	Projeto de Controle Entálpico

3.2 A remuneração e prazos de execução dos projetos acima estão descritos no Apêndice C.

### 4. SERVIÇOS PASSÍVEIS DE SUBCONTRATAÇÃO

4.1 Os serviços passíveis de subcontratação estão relacionados abaixo:



**Tabela B2 - Serviços passíveis de subcontratação**

Serviço
Levantamento por nuvem de pontos – levantamento cadastral e técnico realizado por scanner 3D e modelagem BIM - LNP
Monitoramento Virtual Obra/ Serviços/ Intervenções - MVO
Laudo Inspeção de Predial - LIP
Análise da Qualidade do Ar Interior - AQR
Verificação de filtragem, medição de vazão de ar exterior para renovação e concentração de CO2 - FVC
Controle Microbiológico das Amostras - CMA
Avaliação Microbiológica de Superfícies - AMS
Análise dos Níveis de Conforto Térmico Ambiental - ACT
Determinação do Voto Médio Predito - PMV
Análise dos Níveis de Ruído - ANR
Verificação de Níveis de Ruído Máximo nos Ambientes Internos da Edificação
Verificação de Níveis de Ruído Máximo nos Ambientes Externos da Edificação
Certificação da Rede Lógica e Cabeamento Estruturado - CCE
Certificação Cabeamento Metálico – UTP - CRL
Certificação Cabeamento Óptico – CCO
Análise Termográfica de Quadros e Equipamentos - ATQ
Análise de Iluminação Ambiental - AIA
Análise da Qualidade de Energia - AQE
Levantamento Planialtimétrico - LPA
Sondagem SPT – SPT
Sondagem Rotativa – SRO

**4.1.1** A remuneração e prazos de execução dos serviços subcontratados estão descritos no Apêndice D.



**4.2** Nos próximos itens constam a descrição dos procedimentos dos serviços mencionados na Tabela acima.

**5. LEVANTAMENTO POR NUVEM DE PONTOS – LEVANTAMENTO CADASTRAL E TÉCNICO REALIZADO POR SCANNER 3D E MODELAGEM BIM - LNP**

O serviço de escaneamento a laser contempla as seguintes sub etapas:

- a) Escaneamento a laser;
- b) Modelagem BIM;
- c) Documentação.

O escaneamento a laser deve ser realizado por meio de scanner de alta precisão, capaz de realizar o mapeamento móvel em 3D, dotado de solução *plug-and-play*, composto de hardware que inclui câmeras com visão 360º e 70º e sensores, com cores reais, permitindo a captura de imagens calibradas e nuvem de pontos (até 10 mil pontos por segundo).

Caso o nível de luminância do local de escaneamento esteja baixo, poderão ser aceitas cenas em tons de cinza. Os dados brutos deverão ser processados e tratados para a entrega.

Deverão ser entregues nuvens de pontos nos formatos e57, rcp (projeto no Recap, com fotos 360º – *Buble Views*) e rcs.

A CONTRATADA deverá realizar plano de levantamento prévio para otimizar os pontos de aquisição de dados, a fim de atender ao prazo estipulado no **Apêndice D**.

Para composição do plano, deverá ser verificado, junto ao Escritório de Engenharia Terceirizado, a situação real do imóvel.

O escaneamento deve contemplar, inclusive, o levantamento de infraestrutura e instalações.

Neste sentido, para a execução do serviço, deve ser previamente agendado junto ao CRQ-IV/SP a presença de técnico de manutenção, para possibilitar o acesso ao entreferro, piso elevado e demais ambientes técnicos da unidade.

Quando necessário, para a realização do serviço, o técnico de manutenção deverá executar janela de inspeção em trechos de forro de gesso, bem como realizar retirada de outros elementos que obstruam a visibilidade dos objetos alvo do scanner.

Cabe ressaltar que a CONTRATADA deverá garantir o correto posicionamento do equipamento, inclusive quando necessária previsão de suporte auxiliar para que o equipamento de escaneamento seja mantido em posição segura e imóvel, além de atentar às distâncias mínimas de escaneamento indicadas pelo fabricante.

Situações impeditivas para a realização do levantamento acima - por exemplo, entreferro com dimensões inferiores a capacidade de captura do equipamento, concretadas em laje ou infraestrutura alocada no piso/parede - deverão ser comprovadamente justificadas.

A partir dos dados tratados da nuvem de pontos, deverá ser elaborada Modelagem BIM com utilização de software em versão compatível com a utilizada pelo CRQ-IV/SP.

Os critérios de modelagem devem ser previamente solicitados ao CRQ-IV/SP.



A modelagem de arquitetura deverá incluir, as fachadas e área interna da unidade, com representação do leiaute incluindo demais elementos visíveis (mobiliário, interruptores, placas, equipamentos de combate a incêndio etc.).

O levantamento de dados externos ao imóvel poderá ser realizado por meio de drones, a critério da CONTRATADA.

A modelagem das instalações deverá ser realizada a partir de inferência dos trechos de tubulações e elementos visíveis, levantados na fase de escaneamento a laser.

Caso ocorra situações impeditivas, devidamente justificadas, a modelagem poderá ser realizada com base nos projetos existentes disponibilizados pelo CRQ-IV/SP.

A partir da modelagem, deverá ser entregue, em formato digital, a documentação do que foi produzido.

## 6. MONITORAMENTO VIRTUAL OBRA/ SERVIÇOS/ INTERVENÇÕES - MVO

O MVO tem por objetivo principal a verificação da correta execução dos itens de obras/serviços/intervenções de engenharia e/ou arquitetura, bem como a medição dos itens/serviços fornecidos por empresa contratada, por meio virtual, com base nos registros em vídeos de acompanhamento dos serviços por câmera com gravação 24h/dia, 7 dias por semana, durante todo o período de execução da etapa a ser verificada.

O monitoramento de obras virtual deve ser feito com *LiveCam* com internet 4G ou superior, painel solar ou banco de baterias integrados, em número necessário para cobrir todos os ambientes de forma a permitir a fiscalização virtual de todos os serviços em execução, com, no mínimo, as seguintes soluções:

- Acesso online;
- Registro fotográfico a cada 5 min;
- Registro por vídeo 24h por 7 dias da semana;
- Transmissão ao vivo;
- Vídeo *time lapse* mensal com registro da gravação dos 30 dias de obra/serviço (ou quantos dias tiverem no mês);
- Vídeo *time lapse* final com registros dos principais dos serviços executados ao longo da obra/serviço;
- Limpeza automática de lente;
- *No-break* com suporte 24h;
- Informações meteorológicas.

Para a execução do serviço, deverá ser disponibilizada ao CRQ-IV/SP acesso à plataforma online de visualização dos vídeos registrados pelas câmeras 24h instaladas no ambiente/local, por meio de um link com usuário e senha.

A partir da análise das imagens produzidas pelas câmeras, a CONTRATADA deverá elaborar relatórios de fiscalização com ou sem medição (RFM ou RFO) em conformidade à previsão de desembolso e cronograma da obra/serviço/intervenção.

Caso não haja evolução na obra/serviço devem ser informados os pontos relevantes para o atraso e estagnação do cronograma.



Deve informar os registros de episódios relevantes e irregulares verificados durante o monitoramento virtual e/ou do Diário de Obra digitalizado (a ser solicitado ao responsável pela execução da obra/serviço).

Cada relatório encaminhado ao CRQ-IV/SP deverá ser acompanhado de vídeo *time lapse* no qual conste o registro de imagens que comprove o posicionamento técnico e itens registrados no RFM ou RFO.

Ao final de cada mês ou período de contratação, caso seja inferior a um mês, deverá ser entregue vídeo completo da obra/serviço/intervenção realizada.

É expressamente vedada a realização de monitoramento virtual para os serviços listados abaixo:

- Montagem e execução de qualquer elemento estrutural;
- Verificações relacionadas a funcionamento/testes de equipamentos, sistemas e subsistemas;
- Redes/equipamentos e serviços instalados ou executados em locais/níveis sem visualização ou com visualização parcial pelas câmeras;
- *Retrofit* de equipamentos.

No caso da etapa a ser fiscalizada incluir a previsão de execução de qualquer um dos serviços acima, ou ainda, seja identificada dificuldade de monitoramento virtual de outros serviços previstos no cronograma na obra/intervenção, a demanda deverá ser, obrigatoriamente, complementada com relatórios de fiscalizações, com ou sem medição, presenciais.

## **7. LAUDO INSPEÇÃO DE PREDIAL - LIP**

Tem por objetivo constatar o estado de conservação e funcionamento da edificação, seus sistemas e subsistemas, de forma a permitir um acompanhamento sistêmico do comportamento em uso ao longo da vida útil, para que sejam mantidas as condições mínimas necessárias à segurança, habitabilidade e durabilidade da edificação.

A avaliação consiste na construção da situação da edificação quanto à sua capacidade de atender à suas funções, com registro das anomalias, falhas de manutenção, uso e operação e manifestações patológicas identificadas nos diversos componentes de uma edificação.

Conforme as especificidades de cada edificação, serão determinados os sistemas, subsistemas, elementos e componentes na inspeção predial.

A atividade de Inspeção Predial, pelo seu caráter de análise global da condição de conservação e funcionamento da edificação, inerentemente possui características multidisciplinares e pode demandar equipes com profissionais de diferentes formações.

Para a elaboração deste laudo, deverão ser seguidos os procedimentos estabelecidos na NBR 16.747 ou outra que vier a substituí-la.

Caso o CRQ-IV/SP disponha de modelo, a CONTRATADA deverá utilizá-lo.

## **8. ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR INTERIOR - AQR**

Essa análise visa garantir a qualidade do ar interior nos ambientes climatizados.





Caso uma análise do ar apresente resultados fora dos parâmetros normais aceitáveis a CONTRATADA deverá realizar diagnósticos para definição e localização da fonte de contaminação.

#### REFERÊNCIAS NORMATIVAS

NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 16401-3. Esta parte 3 da ABNT NBR 16.401 especifica os parâmetros básicos e os requisitos mínimos para sistemas de ar condicionado, visando à obtenção de qualidade aceitável de ar interior para conforto. Define:

- Vazões mínimas de ar exterior para ventilação;
- Níveis mínimos de filtragem do ar;
- Requisitos técnicos dos sistemas e componentes relativos à qualidade do ar interior.

Portaria GM/MS Nº 3.523, de 28 de Agosto de 1998, do Ministério de Saúde. Aprova o Regulamento Técnico contendo medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades por métodos físicos e manutenção do estado de integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização, para garantir a qualidade do ar de interiores e prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados. Determina medidas específicas referentes a padrões de qualidade do ar em ambientes climatizados, no que diz respeito a definição de parâmetros físicos e composição química do ar de interiores, a identificação dos poluentes de natureza física, química e biológica, suas tolerâncias e métodos de controle, bem como pré-requisitos de projetos de instalação e de execução de sistemas de climatização.

Resolução RE-09 Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Orientação técnica sobre padrões referenciais de qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, no que diz respeito a definição de valores máximos recomendáveis para contaminação biológica, química e parâmetros físicos do ar interior, a identificação das fontes poluentes de natureza biológica, química e física, métodos analíticos e as recomendações para controle.

Standard 62 da ASHRAE. Especifica os parâmetros básicos e os requisitos mínimos para sistemas de ar condicionado, visando à obtenção de qualidade aceitável de ar interior para conforto.

#### PROCEDIMENTOS GERAIS

Todos os procedimentos devem estar de acordo com as normas vigentes.

Todos os procedimentos deverão ser realizados por profissionais especializados. Em relação aos procedimentos de amostragem, medições e análises laboratoriais, considera-se como responsável técnico, o profissional que tem competência legal para exercer as atividades descritas, sendo profissional de nível superior com habilitação na área de química (Engenheiro Químico, Químico e Farmacêutico) e na área de biologia (Biólogo, Farmacêutico e Biomédico) em conformidade com a regulamentação profissional vigente no país e comprovação de Responsabilidade Técnica – RT, expedida pelo Órgão de Classe.



Todos os resultados devem ser registrados, garantindo a veracidade dos dados coletados e serão mostrados na emissão do relatório final.

A empresa CONTRATADA deverá emitir e entregar em meio físico e digital Relatório da análise realizada.

O valor a ser pago para cada vistoria e análise será o mesmo constante do APÊNDICE D para a Avaliação Técnica e Coleta e Análise microbiológica do ar, devendo a quantidade de amostras ser suficiente para a obtenção do diagnóstico.

Desse modo, como critério para pagamento dos serviços extraordinários, consideram-se as eventuais análises microbiológicas de bioparticulado em dutos e em outras superfícies do ambiente, assim como as da água e biofilme das bandejas com custos equivalentes aos das análises microbiológicas do ar.

#### **9. VERIFICAÇÃO DE FILTRAGEM, MEDIÇÃO DE VAZÃO DE AR EXTERIOR PARA RENOVAÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE CO<sub>2</sub> - FVC**

Este procedimento será realizado para verificar a vazão de ar de renovação inserida no ambiente climatizado, a concentração de CO<sub>2</sub> e a verificação da utilização de filtros adequados com o objetivo de pesquisa, monitoramento e controle do processo de renovação de ar em ambientes climatizados; garantir a adequada renovação do ar de interior dos ambientes climatizados, ou seja, no mínimo de 27m<sup>3</sup>/h x pessoa; garantir que a concentração de CO<sub>2</sub> dentro do ambiente não ultrapasse em mais de 700 ppm a concentração no ar exterior; reduzir a concentração no ambiente dos poluentes trazidos do ar exterior e os gerados internamente, os quais são transportados pelo ar recirculado.

Inclui:

- Medição da vazão de ar externo (utilização de anemômetro digital)
- Medição da concentração de CO<sub>2</sub> (utilização de medidor de CO<sub>2</sub> digital, sensor infravermelho não dispersivo ou célula eletroquímica, faixa de 0 a 5.000 ppm exatidão  $\pm 50$  ppm + 2% do valor medido)
- A medição de CO<sub>2</sub> deverá ser realizada no interior e no exterior perto da TAE para conseguir comparar os valores. A concentração de CO<sub>2</sub> no interior do ambiente, não deve ultrapassar em mais de 700 ppm a concentração no ar exterior (normalmente a concentração de CO<sub>2</sub> no ar exterior oscila entre 400 ppm a 600 ppm).
- Verificação visual da utilização de filtros classe G4+F5 na entrada de ar do equipamento de climatização, a montante das serpentinas de troca de calor;
- Verificação visual da utilização de filtros classe G4 na tomada de ar externa (entrada do ar de renovação);
- Nos casos de retorno de ar pelo entre forro deverá ser verificada a instalação de filtro nos registros de retorno.

#### **10. CONTROLE MICROBIOLÓGICO DAS AMOSTRAS - CMA**



Este procedimento será realizado com as amostras de ar interno, externo, insuflado através de redes de dutos, de retorno e de mistura nas casas de máquinas, de acordo com a configuração do sistema de climatização com objetivo de quantificar fungos, por se tratarem de marcadores epidemiológicos da qualidade do ar segundo as variáveis do sistema de climatização, permitindo avaliar fontes primárias, secundárias e terciárias. Avaliação Microbiológica dos dutos.

Inclui:

- Pesquisa de microbiota fúngica (contagem total diferencial e identificação), CO<sub>2</sub>, velocidade, umidade e aerodispersóides.

#### **11. AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE SUPERFÍCIES - AMS**

Este procedimento será realizado com amostras coletadas na superfície dos mobiliários (mesas, cadeiras, armários, carpete) com objetivo de quantificar os níveis residuais advindos da fonte terciária contaminante (mobiliários e outros componentes nos ambientes climatizados); comparar a qualidade da limpeza do carpete e a limpeza dos filtros do sistema de climatização (deverá ser feita uma tomada de mostras antes e depois da manutenção e limpeza).

Inclui:

- Contagem de bactérias mesófilas;
- Totais aeróbias
- Pesquisa de coliformes termotolerantes

#### **12. ANÁLISE DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO AMBIENTAL - ACT**

Essa análise visa avaliar o nível de conforto térmico nos ambientes climatizados e deve ser baseada no PMV (voto médio predito), calculando-se a escala de sensação de conforto segundo a análise estatística obtida pelos estudos de Fanger.

Para valores de PMV acima de 0,5 deverão ser realizados diagnósticos para definição e localização do problema

#### **REFERÊNCIAS NORMATIVAS**

NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 16401-2. Esta parte 2 da ABNT NBR 16401. Especifica os parâmetros ambientais e humanos que influenciam o conforto térmico aos ocupantes de recintos providos de ar-condicionado. Estes parâmetros são:

- Temperatura operativa;
- Umidade do ar;
- Velocidade do ar;
- Tipo de Roupa (clo);
- Atividade física (met);



ANSI/ASHRAE Standard 55-2004: Especifica os parâmetros do ambiente interno que proporcionem conforto térmico aos ocupantes de recintos providos de ar-condicionado

#### PROCEDIMENTOS GERAIS

Todos os procedimentos devem estar de acordo com as normas vigentes

Posicionamento dos instrumentos em relação ao solo: As medições devem ser feitas a 0,60 m do piso para pessoas sentadas e a 1,10 m do piso para pessoas em pé. Quando for necessário maior precisão ou quando não existir uniformidade, as medições devem ser feitas a 0,10 m, 0,60 m e 1,10 m do piso para pessoas sentadas e a 0,10 m, 1,10 m e 1,70 m para pessoas em pé. Para verificar a inexistência de uniformidade, efetuam-se, num mesmo instante, medições nas três alturas especificadas acima e comparam-se os valores obtidos com a média aritmética deles. A não uniformidade é caracterizada por valores que se afastem a  $\pm 5\%$  o valor médio.

A umidade relativa normalmente é igual em todo ambiente, e pode ser medida em qualquer ponto da área ocupada. As demais variáveis devem ser medidas de forma que se consiga um levantamento completo das variáveis ambientais em toda a área ocupada. Para isso Fanger sugere a divisão imaginária da área a ser avaliada em múltiplos quadrados iguais; por exemplo, pode se sugerir quadrados de 2 a 4 m de lado e a realização das medições no centro desses quadrados.

Todos os resultados devem ser registrados, garantindo a veracidade dos dados coletados e serão mostrados na emissão do relatório final.

Para medição dos parâmetros necessários deverão ser utilizados os equipamentos descritos abaixo e para o cálculo do PMV poderão ser utilizados softwares auxiliares como o:

- LADEsys – UFMS;
- Analysis CST – UFSC;

#### EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

- Termômetro;
- Termoanemômetro;
- Termômetro de globo;
- Psicrômetro;

#### CONSIDERAÇÕES

- Tipo de roupa (clo): Considerar 1,0 clo para fins de cálculo do PMV, quando não for possível avaliar o valor a ser considerado.
- Atividade física (met): Considerar 1,2 met ou 93 W/m<sup>2</sup> para fins de cálculo do PMV, quando não for possível avaliar o valor a ser considerado.

### 13. DETERMINAÇÃO DO VOTO MÉDIO PREDITO - PMV



Este procedimento será realizado para determinar a temperatura, umidade, velocidade do ar no ambiente climatizado e temperatura radiante média com objetivo de pesquisa, monitoramento e controle do processo de climatização de ar em ambientes climatizados; avaliação dos parâmetros de conforto térmico do ambiente por meio da determinação do PMV.

Inclui:

- **Medição da Temperatura do Ar:** A temperatura do ar poderá ser medida por termômetros de resistência ou termopares. Os equipamentos deverão ter escala mínima de 0 a 50°C, precisão mínima de  $\pm 0,1$  °C, exatidão de  $\pm 0,5$ °C e com tempo de resposta adequado ao número de medidas a serem executadas. É importante observar, quando se trata da medição de temperatura do ar, o efeito da radiação das superfícies circundantes sobre o sensor do equipamento de medição. Se a temperatura do ambiente for aproximadamente igual à das superfícies circundantes, o efeito da radiação poderá ser ignorado, mas se a diferença for considerável, deverão ser colocados anteparos reflexivos entre o sensor do equipamento e as superfícies circundantes, de forma a protegê-lo da radiação sem restringir a passagem de ar pelo sensor.
- **Medição da Velocidade do Ar:** A velocidade do ar deverá ser obtida com um termoanemômetro. O sensor deve ser de preferência onidirecional. Para a obtenção do valor médio da velocidade num determinado ponto, deve-se fazer várias medidas, por exemplo, a cada 15 segundos durante um período de 3 a 5 minutos, a fim de considerar as flutuações de velocidade normalmente existentes. Para as medições sugere-se um equipamento com escala mínima de 0 a 10 m/s, exatidão de 0,05 m/s e tempo de resposta da ordem de 1 a 10 segundos.
- **Medição da Umidade Relativa do Ar:** Deverá ser utilizado psicrômetro para obtenção da Umidade Relativa.
- **Temperatura Radiante Média:** A temperatura radiante média (trm) de um ambiente em relação a uma pessoa é determinada valendo-se dos valores da temperatura de globo (tg), da velocidade do ar na altura do globo (v) e da temperatura do ar (t.a). A tg pode ser definida como a temperatura de equilíbrio medida no centro de uma esfera oca de cobre, pintada externamente de preto fosco e deve ser medida através de termômetro de globo. A esfera deve ter aproximadamente 1 mm de espessura e teoricamente qualquer diâmetro, uma vez que ele é uma das variáveis das equações de cálculo da trm.
- **Determinação do PMV,** para cada ponto em que os parâmetros acima foram medidos.

#### **14. ANÁLISE DOS NÍVEIS DE RUÍDO - ANR**

Essa análise visa garantir o conforto acústico no interior das unidades do CRQ-IV/SP e na vizinhança, e deve ser baseada no disposto nas normas indicadas vigentes, relativa a conforto acústico, além dos demais procedimentos técnicos complementares adotados pelo CRQ-IV/SP e constantes deste documento.



Caso as medições dos Níveis de Ruído (dB) no interior ou exterior das unidades encontrasse fora dos parâmetros normais aceitáveis nas normas, a CONTRATADA deverá realizar diagnósticos para definição e localização da fonte de contaminação de ruído.

#### REFERÊNCIAS NORMATIVAS

NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 16.401-1. A parte 1 da ABNT NBR 16.401. Estabelece que os ruídos decorrentes da operação do sistema de ar-condicionado devem ser considerados sob os seguintes aspectos:

- Ruído nos ambientes internos às edificações;
- Ruído transmitido a vizinhança.

NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 10.152 (Níveis de ruído para conforto acústico). Esta Norma fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes internos diversos.

NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 10.151 (Níveis de ruído para conforto acústico). Esta Norma fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independentemente da existência de reclamações.

#### PROCEDIMENTOS GERAIS

Todos os procedimentos devem estar de acordo com as normas vigentes

Todos os resultados devem ser registrados e fotografados, garantindo a veracidade dos dados coletados e serão mostrados na emissão do relatório final.

O relatório deve conter as seguintes informações:

- Desenho esquemático e/ou descrição detalhada dos pontos da medição;
- Horário e duração das medições do ruído;
- Nível de pressão sonora corrigido LC, indicando as correções aplicadas;
- Nível de ruído ambiente;
- Valor do nível de critério de avaliação (NCA) aplicado para a área e o horário da medição;

#### EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

Medidor de nível de pressão sonora

- O medidor de nível de pressão sonora ou o sistema de medição deve atender às especificações da IEC 60.651 para tipo 0, tipo 1 ou tipo 2.
- Calibrador acústico
- O calibrador acústico deve atender às especificações da IEC 60942, devendo ser classe 2, ou melhor.



## **15. VERIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE RUÍDO MÁXIMO NOS AMBIENTES INTERNOS DA EDIFICAÇÃO**

O método de avaliação recomendado, baseado nas medições do nível sonoro dB com objetivo de:

- Comprovar que os ruídos dentro da edificação se encontram dentro do estabelecido na ABNT NBR 10.152. Tabela 1.
- Níveis superiores aos estabelecidos nesta Tabela são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco de dano à saúde.
- Inclui:
- As medições em ambientes internos devem ser efetuadas a uma distância de no mínimo 1m de quaisquer superfícies, como paredes, teto, pisos e móveis.
- Os níveis de pressão sonora em interiores devem ser o resultado da média aritmética dos valores medidos em, pelo menos, três posições distintas, sempre que possível afastadas entre si em pelo menos 0,5 m.
- Caso o reclamante indique algum ponto de medição que não atenda as condições acima, o valor medido neste ponto também deve constar no relatório.
- As medições devem ser efetuadas nas condições de utilização normal do ambiente, isto é, com as janelas abertas ou fechadas de acordo com a indicação do reclamante.

## **16. VERIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE RUÍDO MÁXIMO NOS AMBIENTES EXTERNOS DA EDIFICAÇÃO**

O método de avaliação recomendado, baseado nas medições do nível sonoro dB(A) com Objetivo de:

- Comprovar que os ruídos na área externa se encontram dentro do estabelecido na ABNT NBR 10.151. Tabela 1 (nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos)
- Níveis superiores aos estabelecidos nesta Tabela são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco de dano à saúde.

Inclui:

- Deve-se prevenir o efeito de ventos sobre o microfone com o uso de protetor, conforme instruções do fabricante.
- 1 - No exterior das edificações que contêm a fonte, as medições devem ser efetuadas em pontos afastados aproximadamente 1,2 m do piso e pelo menos 2 m do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes etc. Na impossibilidade de atender alguma destas recomendações, a descrição da situação medida deve constar no relatório.
- 2 - No exterior da habitação do reclamante, as medições devem ser efetuadas em pontos afastados aproximadamente 1,2 m do piso e pelo menos 2 m de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes etc.
- Caso o reclamante indique algum ponto de medição que não atenda as condições de 1 e 2, o valor medido neste ponto também deve constar no relatório.



## 17. CERTIFICAÇÃO DA REDE LÓGICA E CABEAMENTO ESTRUTURADO - CCE

Certificação da rede lógica e do cabeamento estruturado compreendendo, basicamente medições e testes pós-instalação para determinação do desempenho do sistema de transmissão de dados. Esta certificação visa a coleta de dados para diagnósticos de verificação do funcionamento, detecção de falhas, medição de parâmetros específicos, emissão de relatórios e, por fim, a garantia dos serviços executados.

### REFERÊNCIAS NORMATIVAS

ANSI/TIA/EIA 568-C:

- ANSI/TIA/EIA 568-C.0: Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises (Cabeamento de telecomunicações genérico para as dependências do cliente) – 02/02/2009.
- ANSI/TIA/EIA 568-C.1 – Commercial Building Telecommunications Cabling Standard (Cabeamento de telecomunicações para edifícios comerciais) – 02/02/2009.
- ANSI/TIA/EIA 568-C.2 – Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standards (Cabeamento de telecomunicações em par balanceado e componentes) – 11/08/2009.
- ANSI/TIA/EIA 568-C.3 – Optical Fiber Cabling Components Standard (Componentes de cabeamento em fibra ótica.) – 18/06/2008.

TIA/EIA TSB-67: Transmission Performance Specification for Field Testing of Unshielded Twisted-Pair Cabling. Esta norma especifica técnicas de medição em campo do link de transmissão de cabos UTP, descrevendo as características dos equipamentos, parâmetros mínimos e métodos de testes para cabos UTP nas várias categorias.

ANSI/EIA/TIA 526-14-C: Especificações de medidas em fibras ópticas multimodo. Esta norma especifica técnicas para medidas em fibras multimodo em um link, incluindo terminações, componentes passivos, fontes de luz, calibração e interpretação de resultados.

ANSI/EIA/TIA 526-7-A: Especificações de medidas em fibras ópticas monomodo.

TIA/EIA-455-59: Measurement of fiber point discontinuities using an OTDR.

NBR 14.565: Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e data centers.

### PROCEDIMENTOS GERAIS

Todos os procedimentos devem estar de acordo com as normas vigentes

A certificação deverá ser realizada após o término de todas as conectorizações, fusões, junções e organizações.

A empresa CONTRATADA deverá emitir relatório impresso de, pelo menos, um ponto lógico, para que esta confira os parâmetros calibrados no aparelho e autorize a certificação dos pontos lógicos restantes.





Deverá ser definido qual será o tipo de certificação a ser realizada, conforme indicado abaixo:

- Certificação do Cabeamento Metálico (verificação e testes de todos os pontos instalados na rede);
- Certificação do Cabeamento Óptico (realização de testes de atenuação do cabeamento óptico com a utilização de refletômetros ópticos – OTDR's, por exemplo);
- Certificação Completa (envolve integralmente o distribuidor, o fabricante, a infraestrutura e o executor. Sugere-se, sempre que possível, que todos os dispositivos sejam do mesmo fabricante, para garantia de melhor desempenho);

Para coleta dos parâmetros e realização dos testes é imprescindível a utilização de equipamentos específicos, tais como: testadores de cabos (scanner), OTDR's (ópticos), power meter (medidores de potência), certificadores de precisão e outros.

Todos os resultados devem ser armazenados pelo equipamento utilizado, garantindo a veracidade dos dados coletados e a realização da emissão do relatório final.

O relatório técnico deverá ser composto por um prévio resumo dos serviços, dados, fotos, constatações, métodos utilizados, equipamentos utilizados, modos de instalação dos equipamentos, conclusões, tabelas, gráficos e todos os demais itens relacionados abaixo.

O relatório técnico deverá apontar todas as informações coletados em campo, indicando a condição da transmissão de dados do enlace em aceito ou não aceito, passa ou não passa, aprovado ou não aprovado, ou conforme o modelo do equipamento certificador.

Todos os relatórios deverão ser identificados e assinados por seus responsáveis e, portanto, deverão conter:

- Nome e assinatura do engenheiro responsável;
- Nome e assinatura dos executores dos testes (técnicos e engenheiros).

Deverá ser estabelecido no relatório técnico um prazo de garantia da certificação realizada.

Deverão constar, em todos os relatórios técnicos:

- Data da realização dos testes;
- Identificação dos equipamentos e dispositivos dos enlaces (patch panel, patch cords, conectores, cabeamento instalado – descrever tipo de cabo e categoria, identificação de marca e modelo);
- Identificação dos equipamentos certificadores: marca, modelo e documento de certificação de calibração.

## **18. CERTIFICAÇÃO CABEAMENTO METÁLICO – UTP - CRL**

A certificação do cabeamento UTP deve estar em conformidade com a TIA/EIA TSB-67 e demais normas aplicáveis;

Deveram ser realizados os seguintes testes:



- *Wiremap* (mapa de fios); diagnóstico de continuidade de cada fio e seu respectivo posicionamento no conector; diagnóstico de conectorização pino-a-pino, continuidade do condutor, curto entre condutores, pares cruzados, pares separados, par reverso.
- Comprimento do cabo lançado (*Length*); verificação da diferenciação entre pares (máximo de 6 mm); verificação do tamanho do canal (máximo 100m); verificação do tamanho máximo do *link* permanente (90 m).
- Atenuação (*Attenuation ou Insertion Loss*); verificação da resistência elétrica do cabo, conforme seu comprimento e frequência; verificação de perda de inserção, conforme a categoria do cabo; verificação de perda de inserção, conforme a flexibilidade dos condutores.
- NEXT (*Near End Crosstalk*); aferição da transmissão em várias frequências; teste realizado em ambas as direções; verificação da quantidade de conexões no *link*; verificação da qualidade dos dispositivos instalados (*patch panel*, por exemplo).
- PS-NEXT (*Power Sum NEXT*); teste com efetuação de cálculo com somatório de NEXT de todos os pares com relação a um único par.
- FEXT (*Far End Crosstalk*); realização dos testes NEXT na outra extremidade do cabo.
- ELFEXT (*Equal Level Far End Crosstalk*); teste com efetuação de cálculo com diferença de FEXT e perda de inserção.
- PS-ELFEXT (*Power Sum Equal Level Far End Crosstalk*); teste com efetuação de cálculo com somatório das influências de ELFEXT em cada par.
- Perda de Retorno (*Return Loss*); teste com diagnóstico da diferença de impedância da parte do sinal que retorna e da parte que continua.
- Atraso de propagação (*Propagation Delay*); teste com diagnóstico do tempo que o sinal leva para atingir o outro lado do cabo.
- Desvio de propagação (*Delay Skew ou Propagation Delay Skew*); teste com diagnóstico da diferença do tempo entre o par de condutores que apresenta o maior atraso de propagação e o par que apresenta o menor atraso de propagação.
- ACR (*Attenuation to Crosstalk Ratio*); teste com efetuação de cálculo da diferença do valor de NEXT e da atenuação (perda por inserção).
- PS-ACR (*Power Sum Attenuation to Crosstalk Ratio*); teste com efetuação de cálculo da soma do valor das influências individuais de ACR nos pares do cabo.
- Linha cruzada adjacente (*Alien Crosstalk*); diagnóstico da influência do sinal de um par de condutores sobre outro par em um cabo diferente.
- *Insertion Loss Deviation*; teste com efetuação de cálculo da diferença entre os valores da perda de inserção esperada e os efetivamente medidos; Ainda não existem valores definidos para aprovação deste teste.
- DC *Loop Resistance*. diagnóstico da resistência ôhmica total dos condutores espinados em uma das terminações do cabo (teste dinâmico de impedância).



## 19. CERTIFICAÇÃO CABEAMENTO ÓPTICO - CCO

A certificação do cabeamento óptico deve estar em conformidade com as normas ANSI/TIA/EIA-568-C.3, TIA 526-7-A, TIA 526-14-C, TIA/EIA-455-59 e demais normas aplicáveis.

Torna-se necessário a execução de dois níveis de testes, obedecendo aos padrões indicados em norma, sendo estes:

- Nível 1 – Regime de Teste Básico;
- Nível 2 – Regime de Teste Estendido.

Os testes de Nível 1, em regime de testes básicos, deverão ser executados com um Power Meter e uma fonte luminosa, ou ainda, com um conjunto de testes de perdas ópticas (atenuação). Estes testes resumem-se na aferição da perda absoluta do link, perda de inserção, comprimento e polaridade do sistema. O objetivo destes testes é a comparação dos dados coletados com os parâmetros e limites normatizados.

Os testes de Nível 2, em regime de testes estendidos, deverão ser realizados com refletômetros ópticos no domínio do tempo (OTDR's), objetivando a detecção de possíveis falhas e problemas no meio testado. Neste nível de testes é possível visualizar o desempenho de todos os dispositivos do meio testado.

Deverá ser executada, basicamente, a verificação dos seguintes testes em campo:

- Continuidade; teste básico para diagnóstico e verificação da ultrapassagem da luz pelo enlace; deverá ser possível encontrar, a partir deste teste, as extremidades da fibra utilizada.
- Comprimento do cabo lançado (*length*): verificação do tamanho do canal.
- Atenuação: unidade de medida: decibéis; Este teste poderá ser realizado com medidores de potência (*Power Meters*) ou refletômetros ópticos no domínio do tempo (OTDR's); Indicador de atenuação absoluta.

## 20. ANÁLISE TERMOGRÁFICA DE QUADROS E EQUIPAMENTOS - ATQ

Técnica de inspeção não destrutiva realizada com a utilização de sistemas infravermelhos (radiômetros, visores térmicos ou termovisores), com o objetivo de supervisionar as diferenciações de distribuição de calor em determinados componentes, provando ainda, com exatidão, os problemas térmicos e melhorando a confiabilidade dos equipamentos.

O resultado da inspeção é obtido com diagnósticos ilustrativos, tendo como objetivo a redução de manutenções corretivas, redução de consumo de energia elétrica, redução de custos de manutenção, redução de paradas de setores da edificação e outros.

### REFERÊNCIAS NORMATIVAS

ABNT NBR 15.424 – Ensaios não destrutivos – Termografia – Terminologia.

ABNT NBR 15.572 – Ensaios não destrutivos – Termografia – Guia para inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos.

ABNT NBR 16.969 - Ensaios não destrutivos — Termografia infravermelha - Princípios gerais.

ABNT NBR 15.763 - Ensaios não destrutivos - Termografia - Critérios de definição de periodicidade de inspeção em sistemas elétricos de potência.



ABNT NBR 15.866 - Ensaio não destrutivo — Termografia — Metodologia de avaliação de temperatura de trabalho de equipamentos em sistemas elétricos.

#### PROCEDIMENTOS GERAIS

A inspeção termográfica dos equipamentos elétricos e mecânicos não assegura sua plena operação. Outros ensaios e manutenções apropriadas deverão ser realizados para garantir o desempenho esperado.

Conforme citado na ABNT NBR 15.572, é necessário que o termografista:

- Tenha conhecimento ou solicite informações sobre os componentes, suas funções e o regime de operação dos equipamentos inspecionados para atender os padrões térmicos observados;
- Tenha conhecimento para ponderar os efeitos das condições ambientais e de operação dos equipamentos nos resultados encontrados;
- Seja capaz de executar o ensaio e interpretar os dados provenientes, sendo responsável pela confiabilidade dos resultados advindos das inspeções termográficas;
- Conheça a operação do termovisor utilizado e suas limitações para o tipo de inspeção requerida;
- Tenha conhecimento dos requisitos de segurança da NR-10, de acordo com o tipo de inspeção a ser realizada, se suas atividades abrangerem a inspeção de equipamentos elétricos;
- Obedeça às práticas e normas de segurança da empresa CONTRATANTE.

Conforme citado na ABNT NBR 15.572, é ainda necessário que o assistente:

- Tenha conhecimento dos requisitos de segurança da NR-10, de acordo com o tipo de inspeção a ser realizada, se suas atividades abrangerem a inspeção de equipamentos elétricos;
- Atenda todas as demais atribuições citadas em norma.

Quanto aos equipamentos a serem utilizados, o termografista deverá considerar:

- Faixa de temperatura de medição;
- Faixa espectral;
- Resolução espacial e de medição;
- Tipo de detector;
- Sensibilidade térmica;
- Campo de visão (FOV);
- Taxa de repetição de quadros (*Frame rate*);
- Temperatura de operação;
- Grau de proteção do instrumento: interferência eletromagnética, resistência a vibrações e a choques, encapsulamento;



- Características físicas: ergonomia, peso, dimensão;
- Possibilidades de ajuste dos parâmetros: distância, temperatura e umidade, emissividade;
- Pós-processamento que permita uma avaliação qualitativa e quantitativa a partir da alteração dos parâmetros de medição;
- Certificado de calibração com rastreabilidade reconhecida.

Equipamentos e materiais a serem utilizados, eventualmente, nas inspeções:

- Câmera termográfica;
- Termo-higroanemômetro;
- Alicates amperímetro;
- Máquina fotográfica digital;
- Lanterna;
- Rádio de comunicação;
- Projetos com planta baixa, diagrama e encaminhamento da infraestrutura dos sistemas a serem inspecionados;
- Equipamentos de Proteção Individual.

Todos os relatórios deverão ser identificados e assinados por seus responsáveis, e, portanto, deverão conter:

- Nome e assinatura do engenheiro responsável;
- Nome e assinatura dos executores dos testes (técnicos e engenheiros).
- Deverão constar, em todos os relatórios técnicos:
- Data da realização dos testes;
- Data e hora de início de cada inspeção;
- Identificação dos equipamentos utilizados na inspeção;
- Identificação do termovisor: marca, modelo e documento de certificação de calibração;
- Identificação do termo-hidroanemômetro: marca, modelo e documento de certificação de calibração;
- Identificação dos demais equipamentos utilizados: marca, modelo e demais informações pertinentes;
- Descrição dos parâmetros de ensaio utilizados (emissividade, temperaturas ambiente, atmosférica e refletida, velocidade do vento, umidade relativa do ar).



Os relatórios também e verão conter os registros dos resultados, contendo os termogramas com a indicação das anomalias e correspondente registro fotográfico:

- Descrição do componente com temperatura anormal (corpo, conexão, terminal etc.);
- A foto do componente medido com a indicação do local de aquecimento (se necessário identificar as fases R / S / T);
- O termograma nítido e com a melhor aproximação possível do problema – colocar uma seta entre o termograma e a foto para indicar em ambas onde se localiza o ponto anormal;
- O número de série da câmera utilizada;
- A data e hora de coleta do termograma;
- A carga na qual se encontrava o painel no momento da medição;
- O painel, o tipo do elemento e o respectivo TAG;
- Descrição do componente com temperatura anormal (corpo, conexão, terminal etc.);
- Comentário e diagnóstico a respeito do ponto anormal.
- Motivo da não inspeção de um determinado equipamento (por exemplo, não inspecionado / desligado, não inspecionado / sem carga, não inspecionado / em reparo, não inspecionado / manobra não realizada);
- Recomendação das ações corretivas ou ensaios complementares.

## **21. ANÁLISE DE ILUMINAÇÃO AMBIENTAL - AIA**

Processo de leitura de grandezas luminosas geradas de forma natural ou artificial em ambientes internos e externos. Tem como objetivo principal a comparação dos valores obtidos com os parâmetros normativos, associando-se na criação das condições visuais adequadas. Torna-se necessário a realização destes procedimentos para a obtenção e certificação da eficiência, conforto e segurança luminosa no período de trabalho.

### **REFERÊNCIAS NORMATIVAS**

ABNT NBR ISO/CIE 8.995-1 – Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior.

ABNT NBR 15.215-4 - Iluminação Natural. Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Métodos de medição.

### **PROCEDIMENTOS GERAIS**

A leitura dos níveis de fluxo luminoso, intensidade luminosa e curvas de desempenho do sistema de iluminação, deverão ser realizadas por equipamentos fotométricos, como por exemplo, por um luxímetro (iluminância de interiores);

Entende-se por equipamentos fotométricos instrumentos que possuam sensor fotométrico para medição de radiação visível (luz), com resposta espectral. É recomendado pela NBR 15.215-4 que estes equipamentos utilizem sensores de silício.



Deverão ser utilizados Luxímetros para a realização das medições.

A qualidade dos instrumentos de medição deverá ser determinada através dos fatores de resposta espectral, sensibilidade à temperatura, resposta ao efeito cosseno, resposta à linearidade, acurácia<sup>1</sup> e outros fatores conforme descrito em norma. Os erros máximos aceitáveis para estes fatores determinantes da qualidade dos instrumentos estão descritos na tabela abaixo:

**Tabela B3 - Erros aceitáveis para fatores de qualidade de instrumento**

Fator	Erro
Resposta espectral	6%
Sensibilidade à temperatura	1%/K
Resposta ao efeito cosseno	3%
Resposta à linearidade	2%
Acurácia	10%

Deverá ser definido o número mínimo de pontos necessários para medição em cada ambiente, baseando-se no método de determinação do índice local (K), estabelecido por norma, utilizando-se da equação abaixo:

$$K = \frac{C \cdot L}{H_m \cdot (C + L)}$$

Onde: C é o comprimento do ambiente, em metros; L é a largura em metros; e H<sub>m</sub> é a distância vertical entre a superfície de trabalho e o topo da janela ou do plano das luminárias, em metros. O valor de “K” encontrado na fórmula acima deverá ser inserido no quadro abaixo, para enfim se determinar o número de pontos onde deverão ser realizadas medições com a utilização do luxímetro.

**Tabela B4 - Número de pontos de medição em relação a K**

K	Número de Pontos
<1	9
1 ≤ K ≤ 2	16
2 ≤ K ≤ 3	25
K ≥ 3	36

<sup>1</sup> Acurácia caracteriza o erro total associado ao instrumento e deve ser de, no máximo, 10%, conforme apresentado em tabela acima.



Para avaliação da iluminância em postos de trabalho deverão ser realizadas medições em uma quantidade de pontos suficiente para caracterizar adequadamente tal plano. Segundo a NBR 15.215-4, o ambiente interno deverá ser dividido em áreas iguais, com formato próximo ou igual a um quadrado, e no centro de cada área deverá ser realizada a medida da iluminância (E). Essa mesma norma recomenda que ao planejar a malha, deverão ser evitados pontos muito próximos às paredes, sendo recomendado um afastamento mínimo de 0,50 m.

Todas as medições deverão ser realizadas sobre a superfície de trabalho, em uma malha predeterminada no plano horizontal. As medições poderão ser realizadas a uma altura de 75 cm, caso a altura da superfície de trabalho não seja especificada.

Para uma avaliação mais precisa dos níveis de iluminação, os procedimentos seguintes para as medidas devem ser observados:

- Considerar a quantidade de luz no ponto e no plano onde a tarefa for executada, seja horizontal, vertical ou em qualquer outro ângulo;
- Manter o sensor paralelo à superfície a ser avaliada ou deixá-lo sobre a superfície cujos níveis de iluminação estão sendo medidos;
- Atentar para o nivelamento da fotocélula quando ela não for mantida sobre a superfície de trabalho e sim na mão da pessoa que faz as medições, pois pequenas diferenças na posição podem acarretar grandes diferenças na medição;
- Evitar sombras sobre a fotocélula, acarretadas pela posição de pessoas em relação a ela, a não ser que seja necessário para a caracterização de um posto de trabalho;
- Verificar, sempre que possível, o nível de iluminação em uma superfície de trabalho, com e sem as pessoas que utilizam estes ambientes em suas posições, desta forma, é possível verificar eventuais falhas de iluminação;
- Expor a fotocélula à luz aproximadamente cinco minutos antes da primeira leitura, evitando-se sua exposição a fontes luminosas muito intensas, como por exemplo, raios solares.

Os instrumentos utilizados deverão ser calibrados conforme escala adequada.

O nível de luminosidade deverá ser aferido em pontos estratégicos, conforme o layout dos ambientes e a quantidade de pontos calculados.

Considerar como pontos estratégicos a área de realização da tarefa de cada ambiente.

Observar e considerar todas as influências externas, para não comprometer os resultados da medição.

Para determinação da iluminância medida, deverá ser realizada análise estatística simplificada para verificar a existência de valores espúrios para pontos com iguais afastamentos da janela. Caso exista dúvida a respeito da confiabilidade de algum valor, este também deve ser descartado.

A iluminância medida sobre a superfície de trabalho deverá ser determinada para verificar se o ambiente atinge a especificação de projeto e está em conformidade com os valores exigidos pela NBR ISO/CIE 8.995-1 para cada tipo de ambiente.

Desta forma, a iluminância medida será a média aritmética de todos os n pontos medidos.





O Relatório Técnico deverá ser composto por um prévio resumo dos serviços, dados, fotos, constatações, métodos utilizados, equipamentos utilizados, modos de instalação dos equipamentos, conclusões, tabelas, gráficos e todos os demais itens relacionados abaixo.

O Relatório Técnico deverá relacionar todas as informações coletados em campo, indicando as condições dos níveis de iluminação dos ambientes observados.

Todos os relatórios devem ser identificados e assinados por seus responsáveis, ou seja:

Nome e assinatura do engenheiro responsável;

Nome e assinatura dos executores dos testes (técnicos e engenheiros).

Deverão constar, em todos os Relatórios Técnicos:

- Identificação do CLIENTE;
- Identificação da CONTRATADA;
- Método para a realização das medições (definição dos pontos mínimos para medição e outros);
- Descrição da atividade de cada ambiente;
- Data e hora das medições;
- Identificação dos equipamentos utilizados;
- Verificação do atendimento da iluminância conforme a NBR ISO/CIE 8995-1;
- Análise de resultados, descrevendo a insuficiência ou aceitação dos níveis medidos.

## **22. ANÁLISE DA QUALIDADE DE ENERGIA - AQE**

Processo realizado em sistemas elétricos visando obter os parâmetros de confiabilidade e qualidade de energia.

Estas análises são realizadas com a utilização de equipamentos que determinarão, através de medições, o comportamento da rede elétrica. Dentre as informações coletadas, podemos citar: fator de potência, consumo da instalação, demanda, distorções harmônicas, transientes, variações de curta e longa duração, distorções de forma de onda, componentes harmônicas e outras.

O objetivo geral é a coleta de dados para elaboração de diagnósticos de compatibilidade com níveis normativos e aceitáveis para um bom funcionamento do sistema.

### **REFERÊNCIAS NORMATIVAS**

ABNT NBR IEC 61.000-4-30 – Compatibilidade Eletromagnética, Parte 4-30: Técnicas de medição e ensaio – Métodos de medição de qualidade da energia.

ABNT NBR IEC 61.000-4-4 Compatibilidade eletromagnética (EMC)  
Parte 4-4: Ensaios e técnicas de medição - Ensaio de imunidade a transiente elétrico rápido/salva;



IEC 61.000-4-7 - Testing and measurement techniques - General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto (Ensaio e Medições técnicas – Guia geral sobre medições de harmônicos e interharmônicos).

IEC 61.000-4-15 - Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 15: Flickermeter – Functional and design specifications (Compatibilidade eletromagnética – Parte 4: Testes e medições técnicas – Seção 15: Medições de Flicker – Especificações funcionais e design).

PRODIST (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional) – Módulo 5 – Sistemas de Medição e Procedimentos de Leitura.

PRODIST (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional) – Módulo 8 – Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica.

#### PROCEDIMENTOS GERAIS

Os aspectos considerados para qualidade de energia em regime permanente ou transitório são:

- Sag: afundamentos de tensão;
- Swell: elevação de tensão;
- Interrupções de tensão;
- Flutuação de tensão;
- Desequilíbrio de Tensão;
- Fator de potência;
- Harmônicos;
- Variações de tensão de curta duração;
- Variação de frequência.

Para a realização do diagnóstico e detecção de avarias, utilizar equipamentos específicos para este fim.

Entende-se por equipamento específico, dispositivo que consiga medir as principais grandezas de energia (ativa, reativa, aparente), potências (ativa, reativa, aparente), fator de potência, tensão, corrente, harmônicos de potência, até ou superior à 50ª ordem, descidas e subidas de tensão e que seja capaz de cobrir as faixas de frequências solicitadas, captando também efeitos transitórios da rede.

De acordo com o Módulo 8 do PRODIST, os instrumentos de medição deverão apresentar os seguintes requisitos:

- Taxa amostral: 16 amostras / ciclos;
- Conversor A/D (analógico/digital) de sinal de tensão: 12 bits;
- Precisão: até 1% da leitura;



- Permitir a apuração dos valores calculados dos indicadores individuais;
- Permitir a apuração dos valores calculados da tabela de medição;
- Permitir a apuração dos valores calculados do histograma de tensão.

Todos os equipamentos utilizados deverão ter capacidade para armazenar os dados coletados, em memória de massa, sendo acompanhado por software customizado.

Todos os equipamentos deverão ter capacidade de se comunicar, via cabo, com computadores convencionais, objetivando assim, o descarregamento das informações.

A instalação do equipamento poderá ser feita entre fases, neutro e terra (obedecendo à configuração do sistema: monofásico, bifásico e trifásico - delta ou estrela) ou conforme os parâmetros a serem medidos e ainda, conforme o modelo do analisador utilizado.

Para realizar as medições deverão ser utilizadas pinças amperimétricas, cliques (garras) de fixação e pontas de prova.

As medições deverão ser feitas em dias normais de expediente, preferencialmente quando toda a carga instalada estiver em funcionamento.

Deverão ser utilizados todos os equipamentos de proteção individual, pertinentes para cada tipo de medição.

Todos os parâmetros mínimos e aceitáveis para o controle da qualidade de energia (energia, harmônicos, fator de potência etc.) deverão ser observados conforme as normas vigentes.

Todos os relatórios deverão ser identificados e assinados por seus responsáveis, ou seja:

- Nome e Assinatura do engenheiro responsável;
- Nome e Assinatura dos executores dos testes (técnicos e engenheiros).

Deverão constar, em todos os Relatórios Técnicos:

- Identificação do CLIENTE;
- Identificação da CONTRATADA;
- Identificação dos quadros elétricos onde foram realizadas as medições de dados;
- Data e hora das medições;
- Identificação dos equipamentos utilizados;
- Comparação dos parâmetros coletados com os parâmetros definidos em normas vigentes.

Todos os relatórios e laudos estarão focados nos seguintes itens:

- Surto de tensão;
- Micro cortes;
- Sub e sobretensões;
- Harmônicos de Tensão e Corrente (o relatório sobre harmônicos deverá informar claramente onde foram encontradas harmônicas até a 50ª ordem);
- Problemas causados por altas correntes de neutro;



- Problemas no Sistema de Aterramento;
- Problemas com ressonância.

### **23. LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO - LPA**

Os serviços de levantamento planialtimétrico deverão ser executados para se obter o conhecimento geral do terreno: relevo, limites, confrontantes, área, localização, amarração e posicionamento; além de informações sobre o terreno destinadas a estudos preliminares de projeto, anteprojetos ou projetos básicos e projetos executivos.

#### **REFERÊNCIAS NORMATIVAS**

ABNT NBR 13.133 - Execução de levantamento topográfico;

NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.

#### **EQUIPAMENTOS**

- Teodolitos;
- Níveis;
- Medidores eletrônicos de distâncias (MED);
- Balizas;
- Prumos esféricos;
- Trenas;
- Miras;
- Prismas;
- Termômetro;
- Barômetro;
- Psicômetro;
- Dinamômetro.

#### **PROCEDIMENTOS GERAIS**

Inicialmente serão definidos, além da área exata a ser levantada, o sistema de coordenadas e a referência de nível a serem adotados, bem como a escala do desenho.

O levantamento altimétrico deverá reproduzir curvas de níveis a cada 50cm.

Esta definição poderá ser alterada a critério do CRQ-IV/SP.

Deve-se pesquisar junto a Órgãos Oficiais que possam dispor de informações, dados ou levantamentos pertinentes à área em estudo, tais como restituições aerofotogramétricas, recobrimentos aerofotográficos, vértices de coordenadas e referências de nível de mapeamentos sistemáticos da área, levantamentos topográficos existentes e disponíveis.



A execução dos serviços deve ser feita em duas fases: trabalhos de campo, compreendendo os levantamentos ou locações, e trabalhos de escritório, compreendendo os cálculos e desenhos.

Devem ser incluídos no levantamento topográfico todos os elementos físicos presentes na área, inclusive as características das redes de utilidades, de esgotos, dos dispositivos de drenagem e outros dados levantados e cadastrados com a finalidade de propiciar perfeita caracterização física e geométrica das redes e dispositivos existentes.

O levantamento da infraestrutura pública na região deve contemplar informações sobre a existência dos seguintes itens, incluindo consulta às concessionárias: rede de esgoto e águas pluviais, telefonia, fibras ópticas, energia aérea ou enterrada.

Devem ser levantados, obtendo as coordenadas, cotas e demais características geométricas, os seguintes dispositivos presentes na área e nas circunvizinhanças:

Poços de visita de redes telefônicas e energia elétrica;

Poços de visita de redes de esgoto e galerias de águas pluviais;

Bocas de lobo, bocas de leão, sarjetões e outros componentes da drenagem superficial existente;

Posteamento da rede elétrica;

Vias próximas do terreno;

Obstáculos no interior do terreno, tais como rochas, árvores, depressões, edificações existentes;

Identificação das edificações vizinhas com informações sobre porte, idade aproximada, defeitos visíveis;

Demais elementos componentes da rede de utilidades e serviços que possam interessar ao projeto, tais como existência de rios, lagos, canais, vias expressas, viadutos, trincheiras, indústrias, postos de combustível, comércio.

O produto final destes cadastros, além de constar da planta topográfica, perfil transversal e longitudinal, deve ser documentado em relatório contendo todas as informações acima que não estiverem representadas nas plantas.

Deverão ser levantados, também, pontos do terreno que possibilitem sua exata representação na escala escolhida para a planta,

O número de pontos levantados por hectare será função da escala do desenho e das características da área.

O levantamento topográfico, em qualquer de suas finalidades, deve ter, no mínimo, as seguintes fases:

- Planejamento, seleção de métodos e aparelhagem;
- Apoio topográfico;
- Levantamento de detalhes;
- Cálculos e ajustes;
- Original topográfico;



- Desenho topográfico final;
- Relatório técnico.

Na hipótese do apoio topográfico planimétrico vincular-se à rede geodésica (SGB), a situação ideal é que, pelo menos, dois pontos de coordenadas conhecidas sejam comuns. As coordenadas planorretangulares destes vértices geodésicos, no sistema de representação cartográfica UTM, permitem a determinação do comprimento e do azimute plano definido por estes vértices seguindo-se, no plano topográfico, o cálculo do apoio topográfico.

As referências de nível do apoio topográfico altimétrico, sempre que possível, devem estar vinculadas às referências do nível do apoio geodésico de alta precisão, de precisão ou de fins topográficos. A vinculação deve-se dar por intermédio de nivelamento geométrico duplo (nivelamento e contranivelamento), desde a referência de nível de apoio geodésico até uma das referências de nível do apoio topográfico.

No caso de levantamento planimétrico com existência de rede de referência cadastral, as áreas levantadas devem ser amarradas a vértices materializados das poligonais determinantes dos seus pontos topográficos, com distância máxima de amarração de 500 m nas áreas urbanas e 5000 m nas áreas rurais.

Os pontos planimétricos e as referências de nível do apoio básico topográfico devem ser implantados em locais seguros, monumentados por marcos de concreto, de preferência na forma troncopiramidal, enterrados, com o topo ao nível do solo, contendo encravada nestes uma placa de identificação e materialização dos pontos. Onde houver conveniência, estes marcos podem ser substituídos por pinos metálicos.

As medições angulares horizontais devem ser efetuadas pelo método das direções em séries de leituras conjugadas.

As medições angulares verticais devem ser realizadas em séries de leituras conjugadas.

As referências de nível, espaçadas de acordo com o terreno, área a ser levantada e condições peculiares da finalidade do levantamento, devem ser implantadas por meio de nivelamento geométrico duplo - nivelamento e contranivelamento - em horários distintos, em princípio, a partir de referências de nível do SGB. São recomendados cuidados usuais, a fim de serem evitadas a ocorrência e a propagação de erros sistemáticos, muito comuns nas operações de nivelamento geométrico, devendo para tanto serem consultados os manuais dos fabricantes dos níveis.

Todas as medições de campo devem ser registradas em cadernetas adequadas ao tipo de operação e anotadas de forma permanente.

Os cálculos planimétricos devem ser desenvolvidos segundo roteiro convencional indicado para o transporte de coordenadas no sistema topográfico adotado, a partir dos dados de campo transcritos em formulário próprio.

Quando, porém, executados em calculadoras eletrônicas programáveis, com saída em impressora ou em computador, as saídas impressas devem registrar os dados de entrada, resultados e outros elementos característicos.

Os cálculos altimétricos devem ser desenvolvidos segundo roteiro convencional e processados nas próprias cadernetas de campo ou em planilhas apropriadas. Quando da utilização de calculadoras eletrônicas, com saída em impressora ou em computadores, as saídas impressas devem registrar os dados de entrada, resultados e outros elementos



característicos

Os relatórios deverão conter no mínimo as seguintes informações:

- Objeto;
- Finalidade;
- Período de execução;
- Localização;
- Origem (datum);
- Descrição do levantamento ou do serviço executado;
- Precisões obtidas;
- Quantidades realizadas;
- Relação da aparelhagem utilizada;
- Equipe técnica e identificação do responsável técnico;
- Documentos produzidos;
- Memórias de cálculo, destacando-se:
- Planilhas de cálculo das poligonais;
- Planilhas das linhas de nivelamento.
- Levantamentos de dados conforme item 4.19.5.

#### **24. PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO**

O Projeto de Climatização deverá ser elaborado em conformidade com NBR 16.401, NBR 5.410, NBR 5.626, da ABNT ou as que vierem substituí-las, bem como orientações e instruções adicionais emanadas pelo CRQ-IV/SP.

- Prever a climatização e identificar às necessidades específicas, como conforto para ocupantes ou controle de temperatura para equipamentos sensíveis.
- Estipular as cargas térmicas internas e externas, incluindo calor gerado por equipamentos, iluminação, ocupação, e influências climáticas externas.
- Cálculo da carga térmica e utilização de métodos de análise de calor ganho e perdido através de paredes, janelas, telhados, etc.
- Cálculo da Umidade para garantir que o sistema de climatização mantenha níveis adequados de umidade, evitando problemas de condensação e mofo.



## 25. SONDAGEM SPT (SPT)

A sondagem à percussão, ou, sondagem para “simples reconhecimento” ou ainda, “Sondagem SPT” (Standard Penetration Test), deverá ser executada por meio de penetração dinâmica em solo para se obter: os índices de resistência à penetração (N) a cada metro; a posição do nível d’água; e a determinação dos tipos de solo em suas respectivas profundidades. Usados como subsídios que irão definir o tipo e o dimensionamento das fundações.

Deve ser realizado pela cravação vertical de um cilindro amostrador padrão - Barrilete, através de golpes de um martelo com massa padronizada de 65 kg, solto em queda livre de uma altura de 75 cm. São anotados os números de golpes necessários à cravação do amostrador em três trechos consecutivos de 15 cm sendo que o valor da resistência à penetração (NSPT) consiste no número de golpes aplicados na cravação dos 30 cm finais. Após a realização de cada ensaio, o amostrador é retirado do furo e a amostra é coletada, para posterior classificação que geralmente é feita pelo método Tátil-visual.

### REFERÊNCIA NORMATIVA

ABNT NBR 6.484 - Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio;

ABNT NBR 6.490 - Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de ocorrência de rochas;

ABNT NBR 6.491 - Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de pedregulho e areia;

ABNT NBR 6.502 - Rochas e solos - Terminologia; ABNT NBR 7.181 - Solo - Análise granulométrica - Método de ensaio;

ABNT NBR 8.036 - Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios - Procedimento;

ABNT NBR 13.441 - Rochas e solos - Simbologia;

ABNT NBR 7.678 - Segurança na execução de obras e serviços de construção;

NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.

### EQUIPAMENTOS

- Torre com roldana;
- Tubos de revestimento;
- Composição de perfuração ou cravação;
- Trado-concha ou cavadeira;
- Trado helicoidal;
- Trépano de lavagem;
- Amostrador-padrão;





- Cabeças de bateria;
- Martelo padronizado para a cravação do amostrador;
- Baldinho para esgotar o furo;
- Medidor de nível d'água;
- Metro de balcão;
- Recipientes para amostras;
- Bomba d'água centrífuga motorizada;
- Caixa d'água ou tambor com divisória interna para decantação;
- Ferramentas gerais necessárias à operação da aparelhagem.

#### PROCEDIMENTOS GERAIS

Todos os procedimentos devem estar em acordo com as normas vigentes, obedecendo ainda às premissas para o meio a ser testado.

Todos os procedimentos deverão ser realizados por empresa e profissionais especializados.

As sondagens devem ser, no mínimo, de uma para cada 200 m<sup>2</sup> de área da projeção em planta do edifício, até 1200 m<sup>2</sup> de área. Entre 1200 m<sup>2</sup> e 2400 m<sup>2</sup> deve-se fazer uma sondagem para cada 400 m<sup>2</sup> que excederem de 1200 m<sup>2</sup>. Acima de 2400 m<sup>2</sup> o número de sondagens deve ser fixado de acordo com o plano particular da construção. Em quaisquer circunstâncias o número mínimo de sondagens deve ser:

Dois para área da projeção em planta do edifício até 200 m<sup>2</sup>;

Três para área entre 200 m<sup>2</sup> e 400 m<sup>2</sup>.

Deve-se fazer a marcação inicial com o auxílio de uma cavadeira manual após a determinação da quantidade de furos de sondagem e de suas localizações. A marcação deve ter gravada a identificação do furo e estar suficientemente cravado no solo, servindo de referência de nível para a execução da sondagem e posterior determinação de cota através de nivelamento topográfico.

Deve ser retirar uma amostra do material da camada superficial para envio ao laboratório junto com o material da sondagem.

A perfuração deve iniciar com o auxílio de um trado helicoidal, até atingir a profundidade de 1 metro.

Antes de ser iniciada a cravação, deverá ser marcado um segmento com 45 cm de comprimento, dividido em três partes iguais de 15 cm, que será utilizado como referência para a contagem de batidas do martelo.

O martelo deverá ser posicionado a 75 cm de altura da cabeça de bater e iniciam-se as quedas sucessivas do martelo até que sejam cravados 45 cm. Anota-se no boletim de campo a quantidade de golpes necessária para cravar cada 15 cm do amostrador.

O valor da resistência à penetração consistirá no número de golpes necessários à cravação dos 30 cm finais do amostrador.



Após a cravação dos 45 cm, serão retiradas do amostrador padrão as amostras de solo. Estas devem ser armazenadas em sacos plásticos e identificadas com etiquetas para envio ao laboratório.

Cada recipiente de amostra deve ser provido de uma etiqueta, na qual, escrito com tinta indelével, deve constar o seguinte:

- Designação ou número do trabalho;
- Local da obra;
- Número da sondagem;
- Número da amostra;
- Profundidade da amostra;
- Números de golpes e respectivas penetrações do amostrador.

Quando o avanço da perfuração com emprego do trado helicoidal for inferior a 50 mm após 10 min de operação, for encontrado o nível de água ou no caso de solo não aderente ao trado, passa-se a utilizar o método de perfuração por circulação de água, também chamado de lavagem.

Quando necessária à garantia da limpeza do furo e da estabilização do solo na cota de ensaio, principalmente quando da ocorrência de areias submersas, deve-se usar também, além de tubo de revestimento, lama de estabilização.

O tubo de revestimento deve ficar a uma distância de no mínimo 50 cm do fundo do furo, quando da operação de ensaio e amostragem. Somente em casos de fluência do solo para o interior do furo, deve ser admitido deixá-lo à mesma profundidade do fundo do furo.

Durante a operação de perfuração, devem ser anotadas as profundidades das transições de camadas detectadas por exame tátil-visual e da mudança de coloração de materiais trazidos à boca do furo pelo trado helicoidal ou pela água de circulação.

Quando, com a aplicação do primeiro golpe do martelo, a penetração for superior a 45 cm, o resultado da cravação do amostrador deve ser expresso pela relação deste golpe com a respectiva penetração.

Quando a penetração do amostrador-padrão com poucos golpes exceder significativamente os 45 cm ou quando não puder haver distinção clara nas três penetrações parciais de 15 cm, o resultado da cravação do amostrador-padrão deve ser expresso pelas relações entre o número de golpes e a penetração correspondente.

A cravação do amostrador-padrão é interrompida antes dos 45 cm de penetração sempre que ocorrer uma das seguintes situações:

- Em qualquer dos três segmentos de 15 cm, o número de golpes ultrapassar 30;
- Um total de 50 golpes tiver sido aplicado durante toda a cravação;
- Não se observar avanço do amostrador-padrão durante a aplicação de cinco golpes sucessivos do martelo.



- O processo de perfuração por circulação de água, associado aos ensaios penetrométricos, deve ser utilizado até onde se obtiver, nesses ensaios, uma das seguintes condições:
- Quando, em 3 m sucessivos, se obtiver 30 golpes para penetração dos 15 cm iniciais do amostrador-padrão;
- Quando, em 4 m sucessivos, se obtiver 50 golpes para penetração dos 30 cm iniciais do amostrador-padrão;
- Quando, em 5 m sucessivos, se obtiver 50 golpes para a penetração dos 45 cm do amostrador-padrão.

A sondagem deve ser dada por encerrada quando, no ensaio de avanço da perfuração por circulação de água, forem obtidos avanços inferiores a 50 mm em cada período de 10 minutos ou quando, após a realização de quatro ensaios consecutivos, não for alcançada a profundidade de execução do SPT.

As amostras devem ser conservadas pela empresa executora, à disposição dos interessados por um período mínimo de 60 dias, a contar da data da apresentação do relatório.

Após o encerramento da sondagem e a retirada do tubo de revestimento, decorridas no mínimo 12 h, e estando o furo não obstruído, deve ser medida a posição do nível d'água, bem como a profundidade até onde o furo permanece aberto.

O Relatório Técnico deverá ser composto por um prévio resumo dos serviços, dados, fotos, constatações, métodos utilizados, equipamentos utilizados, modos de instalação dos equipamentos, conclusões, tabelas, gráficos e todos os demais itens relacionados abaixo.

Os resultados das sondagens de simples reconhecimento devem ser apresentados datados e assinados por responsável técnico pelo trabalho perante o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA. O relatório deve ser apresentado em formato A4. Devem constar no relatório no mínimo:

- Local e natureza da obra;
- Descrição sumária do método e dos equipamentos empregados na realização das sondagens;
- Total perfurado, em metros;
- Declaração de que foram obedecidas as Normas Brasileiras relativas ao assunto;
- Outras observações e comentários, se julgados importantes;
- Referências aos desenhos constantes do relatório;
- Anexo ao relatório deve constar desenho contendo:
  - Planta do local da obra, cotada e amarrada a referências facilmente encontradas e pouco mutáveis (logradouros públicos, acidentes geográficos, marcos topográficos, etc.) de forma a não deixar dúvidas quanto a sua localização;
  - Nessa planta, devem constar as localizações das sondagens cotadas e amarradas a elementos fixos e bem definidos no terreno. A planta deve conter, ainda, a posição da referência de nível (RN) tomada para o nivelamento das bocas das sondagens, bem como a descrição sumária do elemento físico tomado como RN.



Devem ser apresentados desenhos contendo o perfil individual de cada sondagem e/ou seções do subsolo, nos quais devem constar, obrigatoriamente:

- Nome da firma executora das sondagens, o nome do interessado, local da obra, indicação do número do trabalho, e os vistos do desenhista e do engenheiro ou geólogo responsável pelo trabalho;
- Diâmetro do tubo de revestimento e do amostrador empregados na execução das sondagens;
- Número(s) da(s) sondagem(s);
- Cota(s) da(s) boca(s) furo(s) de sondagem, com precisão de 10 milímetros;
- Linhas horizontais cotadas a cada 5 metros em relação à referência de nível;
- Posição das amostras colhidas, devendo ser indicadas as amostras não recuperadas e os detritos colhidos por sedimentação;
- As profundidades, em relação à boca do furo, das transições das camadas e do final das sondagens;
- Os índices de resistência à penetração, calculados como sendo a soma do número de golpes necessários à penetração, no solo, dos 30 centímetros finais do amostrador. Não ocorrendo a penetração dos 45 centímetros do amostrador, o resultado do ensaio será apresentado na forma de frações ordinárias, contendo no numerador os números de golpes e no denominador as penetrações, em centímetros, obtidas na sequência do ensaio;
- Identificação dos solos amostrados, utilizando a NBR 6.502;
- A posição do(s) nível(is) d'água encontrado(s) e a(s) respectiva(s) data(s) de observação(ões). Indicar se houve pressão ou perda d'água durante a perfuração;
- Convenção gráfica dos solos que compõem as camadas do subsolo como prescrito na NBR 6.502;
- Datas de início e término de cada sondagem;
- Indicação dos processos de perfuração empregados e respectivos trechos, bem como as posições sucessivas do tubo de revestimento.
- As sondagens devem ser desenhadas na escala vertical de 1:100. Somente nos casos de sondagens profundas, e em subsolos muito homogêneos, poderá ser empregada escala mais reduzida.

As amostras de solo devem ser examinadas procurando identificá-las no mínimo através das seguintes características:

- Granulometria (ver NBR 7.181);
- Plasticidade;
- Cor;
- Origem, tais como:
- Solos residuais;



- Transportados (coluvionares, aluvionares, fluviais e marinhos);
- Aterros.

## 26. SONDAGEM ROTATIVA (SRO)

A sondagem rotativa deverá ser utilizada para a investigação do solo nos casos em que a sondagem à percussão atingir rocha ou camada impenetrável em que as camadas superiores de solo não forem adequadas ao suporte da edificação ou, em qualquer caso, nas de fundações de importância.

### REFERÊNCIA NORMATIVA

ABNT NBR 6.490 - Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de ocorrência de rochas;

ABNT NBR 6.491 - Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de pedregulho e areia;

ABNT NBR 6.502 - Rochas e solos - Terminologia;

ABNT NBR 7.181 - Solo - Análise granulométrica - Método de ensaio;

ABNT NBR 8.036 - Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios - Procedimento;

ABNT NBR 13.441 - Rochas e solos - Simbologia;

ABNT NBR 7.678 - Segurança na execução de obras e serviços de construção;

NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.

### EQUIPAMENTOS

- Tripé ou equivalente;
- Sonda rotativa;
- Bomba d'água;
- Guincho;
- Tubos de revestimentos;
- Coroas diamantadas;
- Luvas alargadoras;
- Barriletes;
- Retentores de testemunhos;
- Obturadores de borracha;
- Hastes de perfuração.

### PROCEDIMENTOS GERAIS



Todos os procedimentos devem estar em acordo com as normas vigentes, obedecendo ainda às premissas para o meio a ser testado. Todos os procedimentos deverão ser realizados por empresa e profissionais especializados.

As sondagens rotativas são indicadas em casos que são encontrados solo de alta resistência, blocos ou matacões de natureza rochosa nas sondagens à percussão. Neste caso, o número de sondagens rotativas será determinado de acordo o indicado pela fiscalização da obra.

Em terreno alagado ou coberto por lâmina d'água de grande espessura, a sondagem deve ser realizada a partir de plataforma flutuante fortemente ancorada, totalmente assoalhada, que cubra no mínimo a área delimitada pelos pontos de apoio do tripé.

Devem ser empregados todos os recursos da sondagem rotativa, tais como perfuração cuidadosa, manobras curtas, coroas e barriletes especiais, lama bentonítica e outros, garantindo a boa recuperação de todos os materiais atravessados.

Devem ser atendidas as dimensões das hastes e revestimentos especificados nas Tabelas B4, B5 e B6.

**Tabela B5 - Dimensões Padronizadas de Hastes – W**

DENOMINAÇÃO	Ø EXTERNO	Ø INTERNO	Ø INT. NIPLE
EW	34,9	23	11,1
AW	44,4	31,5	15,9
BW	53,9	42,8	19
NW	66,7	57,1	34,9
HW	88,9	77,7	60,3

**Tabela B6 - Dimensões Padronizadas de Revestimentos grupo W junção lisa direta**

DENOMINAÇÃO	Ø EXTERNO	Ø INTERNO
EW	46,2	38,2
AW	57,3	48,5
BW	73,2	60,5
NW	89,1	76,4
HW	114,5	101,4



**Tabela B7 - Dimensões Padronizadas de Revestimentos grupo X junção lisa com niple ou conector**

DENOMINAÇÃO	Ø EXTERNO	Ø INTERNO	Ø INT. NIPLE
EW	46,2	41,2	38,2
AW	57,3	50,7	48,5
BW	73,2	65,0	60,4
NW	89,1	80,8	76,4
HW	114,5	104,6	100,2

Os revestimentos são geralmente usados nos solos, rochas porosas, alteradas e/ou fraturadas para impedir o fechamento do furo, assim como na prevenção da perda de água de circulação. Os diâmetros usuais dos revestimentos, dentro de cada grupo, constam das Tabelas B5 e B6.

A redução do diâmetro do furo só poderá ser estabelecida por comprovada necessidade técnica.

A sonda deve ser ancorada no solo antes de se iniciar a perfuração do mesmo com o objetivo de minimizar as vibrações e impedir seu deslocamento durante a execução da sondagem.

O avanço do barrilete e coroa da sonda rotativa deve ser a seco, quando acima do nível d'água, e com circulação d'água, abaixo dele.

As coroas para perfuração do(s) trecho(s) em rocha serão diamantadas e os barriletes do tipo duplo livre giratório, sem circulação de água pelos testemunhos.

As perfurações devem obedecer aos diâmetros especificados para o serviço e podem ser modificados apenas por expressa solicitação da Fiscalização.

A amostragem deve ser contínua e total, mesmo das intercalações de materiais moles, incoerentes ou muito fraturados. Os testemunhos não deverão apresentar-se excessivamente fraturados ou roletados pela ação mecânica do equipamento de sondagem, exceto quando se tratar de rochas estratificadas ou xistosas.

Devem ser tomados todos os cuidados, de modo que a recuperação dos testemunhos não seja inferior a 90% por manobra, salvo quando este nível for considerado inviável durante a execução.

As amostras devem ser acondicionadas em caixas adequadas de maneira a garantir sua imobilidade durante o manuseio.

No caso da sondagem atingir o nível freático a sua profundidade deverá ser anotada.

No caso de ser empregado, num determinado intervalo, o avanço da sondagem pelo processo a percussão, as amostras assim coletadas serão acondicionadas nas mesmas caixas das amostras de rotação, segundo a sequência de sua obtenção.



Sempre que voltar a ocorrer, em qualquer profundidade, um mínimo de 0,50 m de material mole ou incoerente, deve ser executado de imediato um ensaio de penetração SPT, seguido de outros a intervalos de 1 m, até serem atingidos os critérios de impenetrabilidade, tendo-se o cuidado de coletar uma “amostra íntegra” deste material, dentro dos critérios estabelecidos.

Toda e qualquer irregularidade observada no furo, tais como mudança de cor e perda de água de circulação, fendas, passagens moles, desmoronamentos das paredes, etc., deverá ser anotada, indicando-se a profundidade correspondente.

Se ocorrer mudança de material no intervalo de 1 m de perfuração, devem ser coletadas tantas amostras quantos forem os diferentes tipos de materiais encontrados.

As amostras assim coletadas devem ser imediatamente acondicionadas em recipientes de vidro ou plástico rígido com tampa hermética, mantendo-se intactos os cilindros de solos obtidos.

Esta amostra deve ser identificada por duas etiquetas em papel-cartão, uma interna e outra colada na parte externa do recipiente, com os seguintes dados:

- Nome da obra;
- Nome do local;
- Número da sondagem;
- Número da amostra;
- Profundidade da amostra;
- Número de golpes e penetração do ensaio;
- Data;
- Operador.

Será considerada a paralisação e consequente conclusão da sondagem de acordo com o seguinte critério:

- Quando durante o processo da perfuração ocorrer 5 m consecutivos de rocha sã com recuperação mínima de 90%;
- Por solicitação da Fiscalização.

Os resultados preliminares de cada sondagem devem ser apresentados, para uma primeira análise, em boletim, onde deve constar no mínimo:

- Identificação e localização do furo;
- Inclinação do furo;
- Diâmetro da sondagem e tipo de barrilete utilizado;
- Tipo e número da coroa utilizada;
- Cota da boca do furo;
- Data de execução;





- Nome do sondador e da Contratada;
- Tabela com observações de nível d'água como: data, hora, leitura, profundidade do furo, anomalias detectadas, profundidade de água, instalação de obturador com sua cota e outras;
- Posição final do revestimento;
- Resultados dos ensaios de penetração, com o número de golpes e avanço, em centímetros, para cada terço de penetração do amostrador;
- Resultados dos ensaios de lavagem por tempo, indicando intervalo ensaiado, avanço em centímetros e tempo de operação da peça de lavagem;
- Número de peças de testemunhos por metro, segundo trechos de mesmo padrão de fraturamento;
- Recuperação dos testemunhos em porcentagem, por manobra.
- No caso de não ter sido atingido o nível da água, deverá constar no boletim.

Os resultados finais de cada sondagem mista serão apresentados na forma de perfis individuais na escala 1:100, onde constem todos os dados solicitados, tal como classificação geológica (grau de alterabilidade e fraturamento) e geotécnica dos materiais atravessados, efetuada por geólogo ou engenheiro experiente.

O número de peças e a recuperação dos testemunhos deverão constar de gráficos, com suas variações em profundidade.

Com o relatório final devem ser entregues os seguintes documentos:

- Texto explicativo com critérios de descrição das amostras, correlações e interpretações adotadas nos testes executados, bem como outras informações de interesse e, bem assim, o nome e a assinatura do responsável pela Contratada;
- Planta de localização das sondagens ou, na falta desta, esboço com distâncias aproximadas e as amarrações possíveis.