



SECRETARIA DA RECEITA FEDERAL DO BRASIL
SUBSECRETARIA DE GESTÃO CORPORATIVA - SUCOR
COORDENADENAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO E LOGÍSTICA - COPOL

MEMORIAL SUPERVISÃO, COMANDO E CONTROLE

PROJETO DE REFORMA E READEQUAÇÃO - ALA "2" DO ANEXO AO BLOCO "O"

MAIO 2018



Sumário

1.0.	Objetivo	4
2.0.	Documentos de Referência.....	4
2.1	Normas ABNT	4
2.2	Normas Internacionais.....	4
3.0.	Referências de Projeto.....	5
3.1	Desenhos	5
3.2	Documentos.....	5
4.0.	Escopo de Fornecimento do Sistema de Automação e Supervisão.....	5
5.0.	Componentes do Sistema de Automação	6
5.1	Controlador Lógico Programável, CLP	6
5.2	Sensores.....	9
5.2.1	Relé de Corrente	9
5.2.2	Transmissor de Pressão de Ar para Duto.....	9
5.2.3	Sensor de Dióxido de Carbono (CO ₂).....	10
5.2.4	Sensor de Temperatura de Ar	10
5.2.4.1	- Sensor de Temperatura Para Dutos	10
5.2.4.2	- Sensor de Temperatura Para Ar Externo, Retorno e Ambiente	11
5.2.5	Sensor de Umidade Relativa	11
5.2.6	Pressostato Diferencial de Ar.....	11
5.2.7	Termostato	12
5.3	Sensores.....	12
5.3.1	- Cabos para Alimentação, Sinal Analógico e Discreto.....	12
5.3.2	- Cabos para Protocolo “MODBUS”	12
6.0.	Programação do Sistema de Automação.....	13
6.1	– Sequência de Operação e lógica de Controle – Condicionadores de Ar.....	13
6.1.1	– Modo de Operação	13
6.1.2	– Lógica de Reset de <i>Setpoint</i> de Pressão.....	14
6.1.3	– Controle de Temperatura.....	15
6.1.4	– Controle da Vazão de Ar	15
6.1.4.1	– VAV nos Ambientes com Divisórias Altas e nas Zonas com mais de uma Orientação (extremidades da Edificação)	15



6.1.4.2 – VAV nos Ambientes Corporativos	16
6.1.4.3 – VAV nos Ambientes Corporativos	16
6.1.4.4 – Controle dos Registros de Regulagem de Vazão da Sala de Equipamentos (<i>Racks</i>)	17
6.2 – Lógica de Controle do <i>Split</i> Mini VRF	17
7.0. Considerações Gerais de Fornecimento do Sistema de Automação	18
7.1 – Infraestrutura	18
7.2 – Treinamento de Operação do Sistema	18
7.3 – Treinamento de Operação do Sistema	18
8.0. Anexo – Fundamentos de Eficiência Energética na Automação	18
8.1 – Controle de Velocidade com Inversores de Frequência	18
8.2 – Desempenho em Carga Parcial com Ventilador de VAV	21

1.0. Objetivo

A presente Especificação Técnica (ET) tem por objetivo o estabelecimento das condições técnicas que devem ser observadas quanto ao fornecimento e montagem das instalações de Automação e Supervisão do Sistema de Condicionamento de Ar, referente à reforma do Edifício da Receita Federal de Brasília (RFB) na Esplanada dos Ministérios, Ala "2" do Anexo ao Bloco "O".

A CONTRATADA deve considerar no fornecimento, todos os componentes e serviços agregados, mesmo que não especificamente mencionados ou indicados, de maneira que o Sistema opere de forma plenamente satisfatória.

2.0. Documentos de Referência

Para efeitos destes serviços deverão ser seguidos os procedimentos e Normas a seguir descritos, os quais contêm prescrições válidas para sua realização.

2.1 Normas ABNT

ABNT NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

ABNT NBR 10300 - Cabos de Instrumentação com Isolação Extrudada de PE ou PVC para Tensões até 300 V - Requisitos de Desempenho.

2.2 Normas Internacionais

ISA 5.1 - *Instrumentation Symbols and Identification*;

ISA 18.1 - *Annunciator Sequences and Specifications*;



3.0. Referências de Projeto

3.1 Desenhos

Todos os elementos gráficos constantes no Projeto, Grupo 06, Subgrupo 08.

3.2 Documentos

Especificações Técnicas e Memórias de Cálculo.

4.0. Escopo de Fornecimento do Sistema de Automação e Supervisão

É de responsabilidade da CONTRATADA a realização/fornecimento dos seguintes serviços:

- a) Validação da seleção/especificação dos sensores, controladores etc.;
- b) Elaboração de diagramas do quadro de automação etc.;
- c) Fornecimento dos componentes destinados ao Sistema de Automação e Controle (quadro de automação, controladores, sensores, condutores, eletrocalhas e/ou eletrodutos etc.);
- d) Fornecimento de mão de obra especializada para montagem dos painéis de automação;
- e) Execução dos serviços de interligações de lógica e *bus* de comunicação;
- f) Desenvolvimento de serviços de engenharia para programação dos controladores lógicos programáveis;
- g) Elaboração de telas gráficas do Sistema de Supervisão;
- h) Fornecimento de mão de obra especializada para realização de testes e comissionamento em campo dos loops de controle;



- i) Treinamento de pessoal de manutenção e operação;
- j) Projeto As-Built das instalações;
- k) Fornecimento de manual do Sistema de Automação e Controle;
- l) Fornecimento de catálogos dos equipamentos instalados, em língua portuguesa.

Nota. 1: A automação da Central de Água Gelada, CAG não faz parte do escopo do Projeto e Instalação.

5.0. Componentes do Sistema de Automação

5.1 Controlador Lógico Programável, CLP

Os controladores devem ser do tipo microprocessado, possuir blocos com funções específicas em VAC e deve obedecer ao agrupamento e a quantidade dos pontos de entradas e saídas conforme informações contidas no Projeto.

Os controladores devem ser *stand alone*, ou seja, cada Sistema deve possuir um controlador dedicado e independente que em caso de pane no barramento de comunicação assuma suas funções normalmente e de forma independente.

Possuir filosofia SDCCD, ou seja, cada controlador tem seu processador, sua memória para armazenamento de dados, capacidade de gerenciar suas entradas e saídas e manter a comunicação com outros dispositivos com total independência do *software* supervisor.

Deve possuir *display* incorporado para visualização e gerenciamento de



parâmetros, preferencialmente em língua portuguesa, além de relógio em tempo real de 365 dias e um temporizador vigia com indicação de diagnóstico através de LEDs, em cada processador da rede.

Deve ainda garantir as seguintes características básicas:

- a) Armazenar toda a programação com o equipamento desenergizado;
- b) Armazenar no mínimo os 20 últimos alarmes e evidenciar no *display* a existência de qualquer alarme ativo;
- c) Possuir gerenciamento de senhas para evitar o acesso de pessoas não autorizadas;
- d) Executar tarefas como programação horária e registro de horas nos eventos de alarmes;
- e) Ter possibilidade de interligação dos controladores à uma rede estruturada (Ethernet/Internet).
- f) Deve possuir uma ou mais portas de comunicação RS-485 com protocolo Modbus para comunicação entre os controladores de campo e uma porta RS-232 para manutenção do Sistema de automação.
- g) Possibilidade de interligação através de rede *LonWorks* ou BacNet para conexão com outros Sistemas do edifício.

Todos os controladores devem possuir protocolo aberto de comunicação, visando sempre possibilitar a liberdade de escolha e futura ampliação do Sistema de automação.

Através de sua porta *ethernet* o gerenciador permitirá a supervisão, operação e gerenciamento do Sistema de automação; o Sistema deve ser monitorado por um navegador WEB.

O Sistema de Automação deve permitir o acesso local ou remoto de um ou



mais usuários simultaneamente conectados para supervisão e gerenciamento do Sistema de Condicionamento de Ar.

O gerenciador de rede também deve ter as seguintes funções:

- a) Armazenamento de telas gráficas com interface amigável;
- b) Gerenciamento de senha de acesso;
- c) Históricos de alarmes e eventos;
- d) Programação horária para partida e parada dos equipamentos com calendário semanal e dias especiais (feriados, finais de semana, etc.);
- e) Controle de demanda de energia elétrica embarcada;
- f) Gráfico de tendência das variáveis dos processos;
- g) Envio de alarmes via e-mail ou SMS;
- h) Funções de monitoramento e gerenciamento pela rede local ou distância (WEB).

Controlador programável da SMAR ou equivalente dos fabricantes Honeywell, Rockwell, Allen-Bradley, GE FANUC, Schneider ou Siemens.

5.2 Sensores

5.2.1 Relé de Corrente

Relé de corrente com *setpoint* ajustável para verificação de presença de fluxo de corrente em cabos (partida com inversor de frequência) durante o funcionamento do equipamento, com as seguintes características:

- Relé de comando: 24 V
- Faixa de ajuste: 1,25 a 135 A
- Saída: 4 a 20 mA
- Tipo: *split core* com LED para indicação de *status*

5.2.2 Transmissor de Pressão de Ar para Duto

Transmissor de pressão de a para duto, instalado na insuflação com as seguintes características:

- Alimentação: 24 V DC
- Faixa de medição: 0 a 125 mmca
- Saída analógica: 4 - 20 mA
- Precisão: $\pm 1\%$
- Tipo: Montagem em duto
- Materiais: haste de inox, corpo de alumínio



5.2.3 Sensor de Dióxido de Carbono (CO₂)

Sensor infravermelho não dispersivo de dupla onda de feixe único (NDIR), com as seguintes características:

- Alimentação: 24 V AC ($\pm 10\%$)
- Faixa de medição: 0 a 2.000ppm
- Saída analógica: 4 – 20mA
- Precisão: $\pm 3\%$
- Estabilidade: $< 2\%$ em dois anos
- Temperatura ambiente: 0 a 50°C
- Tipo: sensor de ambiente com *display*

5.2.4 Sensor de Temperatura de Ar

5.2.4.1 - Sensor de Temperatura Para Dutos

Sensor de temperatura de ar / duto com elemento sensor de platina de precisão, RTD e termistor NTC (1000 Ω) intercambiável, com as seguintes características:

- Faixa de medição: -30 a 70°C
- Saída analógica: 4 – 20mA
- Precisão: $\pm 0,1\%$
- Temperatura ambiente: -40 a 116°C
- Materiais: haste de inox, 450mm



5.2.4.2 - Sensor de Temperatura Para Ar Externo, Retorno e Ambiente

Sensor de temperatura de ar externo com elemento sensor de platina de precisão, RTD e termistor NTC (1000 Ω) intercambiável, com as seguintes características:

- Faixa de medição: -40 a 125°C
- Saída analógica: 4 – 20mA
- Precisão: $\pm 0,1\%$
- Materiais: haste de inox
- Tipo: sensor de ambiente com *display*

5.2.5 Sensor de Umidade Relativa

- Alimentação: 24 V AC ($\pm 10\%$)
- Faixa de medição: 0 a 100%
- Saída analógica: 4 – 20mA
- Precisão: $\pm 2\%$
- Estabilidade: <1% em um ano
- Temperatura de operação: -40 a 60°C
- Tipo: sensor de ambiente com *display*

5.2.6 Pressostato Diferencial de Ar

Pressostato diferencial de ar para monitoração da saturação dos filtros de ar, com as seguintes características:

- Alimentação: 24 V AC ($\pm 10\%$)
- Faixa de medição: 0 a 100mmca
- Saída analógica: 4 – 20mA
- Proteção: IP54



- Tipo: sensor de pressão diferencial com *display*

Deve ser gerado um alarme se o pressostato de pressão diferencial do filtro exceder seu ponto de ajuste.

5.2.7 Termostato

- Alimentação: 24 V AC
- Faixa de medição: 10 a 35°C
- Saída analógica: 0 – 10 V
- Temperatura de operação: 0 a 60°C
- Tipo: termostato de ambiente com *display*

5.3 Sensores

5.3.1 - Cabos para Alimentação, Sinal Analógico e Discreto

Condutor de cobre eletrolítico, tempera mole, nu, encordoamento classe 2 conforme NBR NM 280, 300 V. Isolação de PVC/E (105°C) conforme NBR 10300, cobertura dos cabos com PVC, tipo ST1, conforme NBR 10300; devem possuir blindagem eletrostática total com fita de poliéster aluminizada e condutor dreno de cobre estanhado em contato com o alumínio.

5.3.2 - Cabos para Protocolo "MODBUS"

Os cabos devem seguir as recomendações dos fabricantes dos equipamentos, atendendo no mínimo aos seguintes requisitos:

- Condutores flexíveis em sete fios de cobre eletrolítico com BI-TOLA mínima de 0,3 mm² (22 AWG);
- Par trançado;



- Impedância característica de 120 OHM;
- Material de isolamento dos condutores com polietileno;
- Cobertura dos cabos com PVC;
- Capacitância entre os condutores @1 kHz de no máx. 42 pF/m;
- Blindagem com 100% de cobertura por fita de poliéster aluminizada;
- Blindagem adicional com no mínimo 65% de cobertura por trança de fios de cobre estanhado sobre a fita;
- Fio de dreno entre fita e trança.

6.0. Programação do Sistema de Automação

A programação horária de funcionamento da instalação será estabelecida em comum acordo com a equipe de fiscalização da obra, CONTRATANTE e CONTRATADA.

A programação deve ser facilmente alterada através das telas de operação, obedecendo ao nível de senha do operador.

6.1 – Sequência de Operação e lógica de Controle – Condicionadores de Ar

6.1.1 – Modo de Operação

Controle otimizado de partida - Para cada zona deve ser calculado o tempo de *cool-down* baseado no *setpoint* no modo de ocupação, temperatura atual, temperatura externa e o fator massa/capacidade de cada zona (fator ajustado manualmente). A operação nesse modo deve ser iniciada conforme o tempo requerido, mas não antes de três horas do início de ocupação definido pelo respectivo *schedule* configurado.

6.1.2 – Lógica de Reset de *Setpoint* de Pressão

Deve ser utilizado o transdutor de pressão do no duto de insuflação para controle da velocidade do ventilador pelo inversor de frequência.

O Sistema deve operar com pressão estática mínima através de cortes (*trim*) sucessivos do *set point* de pressão, e deve responde (*respond*) rapidamente ao aumento de demanda das caixas VAVs em função dos pedidos (*requests*).

O *setpoint* de pressão deve ser ajustado usando a lógica *Trim & Respond* (T&R) com base na demanda das caixas VAVs atendidas pelo condicionador de ar, de acordo com a seguinte lógica de controle:

- Cada zona (caixa VAV de insuflação) deve enviar um pedido (*request*) de mudança de *setpoint* baseado na temperatura da zona;
- A cada ciclo de tempo o *setpoint* é reduzido (*trim*);
- Posteriormente o *setpoint* deve ser aumentado (*respond*) proporcionalmente ao número de pedidos (*request*).
- Cada zona pode receber um “peso” em função do seu grau de importância (*importance multiplier*), valor *default* igual a 1 (um).

Para cada Sistema devem ser definidas as seguintes variáveis:

- Variáveis ajustáveis a partir de um gráfico/tabela de *reset* acessível na tela de supervisão;
- Valores absolutos sugeridos para pressão devem ser ajustados no processo de comissionamento para garantir um controle estável.

6.1.3 – Controle de Temperatura

A temperatura de insuflação será mantida através do controle proporcional da válvula de duas vias dos *fan-coils*. O controlador receberá do sensor de temperatura do retorno de ar instalado na casa de máquinas, um sinal e enviará ao atuador da válvula de duas vias um sinal para regular a posição de abertura da válvula, e assim efetuar o controle da vazão de água gelada através da serpentina de resfriamento.

A válvula de controle dos “fancoletes” deve ter atuador do tipo *on-off* e o sinal de controle será estabelecido em função da temperatura, ou seja, pelo sensor de temperatura instalado na sala de equipamentos (*racks*).

6.1.4 – Controle da Vazão de Ar

As caixas VAV serão integradas ao Sistema de Automação e Supervisão. A VAV deve possuir duas portas de comunicação: uma para acesso local via laptop pela porta RS-232 e outra para integração na rede RS-485 com protocolo de comunicação Modbus RTU.

6.1.4.1 – VAV nos Ambientes com Divisórias Altas e nas Zonas com mais de uma Orientação (extremidades da Edificação)

O controle de temperatura ambiente será obtido com a variação de vazão de ar nas caixas VAVs. O termostato de ambiente enviará o sinal para o controlador da caixa VAV de insuflação que irá ajustar o *damper* (da caixa VAV) através do atuador.

As caixas VAV instaladas na insuflação e o registro de regulação de vazão no retorno de ar devem ser totalmente fechados mediante ligação elétrica quando o ambiente não estiver ocupado.



6.1.4.2 – VAV nos Ambientes Corporativos

O controle de temperatura nos ambientes corporativos será realizado através da variação de vazão de ar VAVs instaladas nos dutos principais de insuflação.

Os sensores de temperatura de ambiente enviarão o sinal para o controlador do Sistema de Condicionamento de Ar, que em função da média de temperatura, reenviará o sinal de controle para a o controlador da caixa VAV de insuflação.

6.1.4.3 – VAV nos Ambientes Corporativos

A medição no nível de CO₂ será realizada através do sensor instalado na casa de máquinas do fan-coil, para verificação da concentração de CO₂ no ar de retorno do ambiente condicionado.

A vazão de ar exterior necessária para manter, em condições de equilíbrio estável a concentração volumétrica de CO₂ no recinto abaixo de 1.000 ppm deve ser obtida mediante ajuste do CO₂ no ar exterior em 500ppm e não exceder 700ppm.

O registro de regulagem de vazão do ar exterior com atuador proporcional instalado na casa de máquinas será controlado em função dos níveis de concentração de CO₂.

O Ventilador de exaustão irá operar quando o nível de CO₂ for excedido, de acordo com os valores pré-estabelecidos, 700ppm.



6.1.4.4 – Controle dos Registros de Regulagem de Vazão da Sala de Equipamentos (*Racks*)

Os dois registros instalados no duto de retorno do Sistema de condicionamento de ar da sala de equipamentos devem ter atuador *on-off*, com posições contrárias de abertura/fechamento, de modo a permitir o rodízio entre o fancolete e *split* VRF.

6.2 – Lógica de Controle do *Split* Mini VRF

Deve ser ligado na rede de comunicação com protocolo MODBUS RTU através de sua porta RS485.

O mini *split* VRF deve ser programado para operação fora do horário comercial, nos finais de semana, nos feriados e em caso de falhas do Sistema de Água Gelada.



7.0. Considerações Gerais de Fornecimento do Sistema de Automação

7.1 – Infraestrutura

A CONTRATADA deve fornecer e instalar todo o cabeamento necessário para a instalação da rede. O cabeamento deve ser instalado em eletrocalhas e/ou eletrodutos interligados a condutores de alumínio, com conectores apropriados de forma a promover uma proteção mecânica adequada ao tipo de instalação.

7.2 – Treinamento de Operação do Sistema

A CONTRATADA deve realizar treinamento de operação e manutenção do Sistema. Após o Sistema estar em pleno funcionamento, com a operação sendo realizada por técnicos do CONTRATANTE, a CONTRATADA deve manter suporte técnico no período de vigência da garantia do Sistema.

7.3 – Treinamento de Operação do Sistema

O fornecedor do Sistema deve garantir por um período de um ano após a aprovação pelo CONTRATANTE do termo de aceitação e ao final dos testes de desempenho de verificados nos 30 dias do *start up* da instalação. A garantia deve incluir peças e componentes.

8.0. Anexo – Fundamentos de Eficiência Energética na Automação

8.1 – Controle de Velocidade com Inversores de Frequência

O controle de fluxo de fluidos em sistemas de distribuição de ar, comumente é feito através de *dampers* com inserção ou retiradas de perdas de



carga. Esse controle é regido pelas Leis de Afinidade que estabelecem uma relação linear, quadrática e cúbica com a vazão, pressão e potência, respectivamente, em relação à rotação.

O controle de velocidade dos motores dos ventiladores por inversores de frequência, em substituição aos tradicionais métodos de controle de fluxo permite aperfeiçoar e adequar as condições de operação para cada valor de vazão desejado, reduzindo perdas, ruídos, desgastes mecânicos e com grande economia de energia.

A diminuição da rotação do motor resulta em grande redução na potência elétrica, uma vez que a potência consumida é proporcional ao cubo da velocidade.

A Tabela A-1 apresenta o valor da potência elétrica do motor em função da velocidade de operação do equipamento.

Rotação	Vazão	Potência
100%	100%	100%
90%	90%	73%
80%	80%	51%
70%	70%	34%
60%	60%	22%
50%	50%	12,5%
40%	40%	6%
30%	30%	3%

Tabela A-1 - Relação entre a velocidade, vazão e potência

Os ventiladores são selecionados tendo como base a máxima pressão estática requerida pelo sistema, ou seja, para a condição de saturação final recomendada dos filtros de ar, conforme listado na Tabela A-2.



Classe	Pressão (Pa)
G1 – G4	150
F5 – F7	200
F8 – F9	300

Tabela A-2 – Máxima Pressão Final para Filtros
Fonte: EN 13053, Normative Air Treatment Ventilation

Especialmente quando é empregada dupla filtragem de ar a curva de carga do sistema sofre grandes variações/deslocamentos devido à condição inicial e final de saturação dos filtros de ar.

O ponto de operação do ventilador pode ser ajustado através da variação da rotação pelo inversor de frequência de modo a manter a vazão de insuflação conforme requerido no Projeto. Desta forma, o ventilador operando com velocidades menores, segundo o estado de saturação dos filtros permite grande redução no consumo de energia. A diminuição da potência em função da perda de carga é dada pela equação abaixo, equação deduzida a partir das leis da afinidade.

A tabela A-2 apresenta o valor da potência do motor em função da pressão de operação do equipamento.

Pressão	Vazão	Potência
100%	100%	100%
90%		85,4%
80%		71,5%
70%		58,5%
60%		46,5%
50%		35,4%
40%		25,3%
30%		16,4%

Tabela A-2 - Relação entre a pressão, vazão e potência



8.2 – Desempenho em Carga Parcial com Ventilador de VAV

Os ventiladores de insuflação em sistemas VAV devem ser acionados por inversor de frequência e suas características de desempenho em carga parciais modeladas de acordo com a Tabela A-3.

Razão da Carga Parcial do Ventilador	Fração de potência em carga total
0,00	0,00
0,10	0,03
0,20	0,07
0,30	0,13
0,40	0,21
0,50	0,30
0,60	0,41
0,70	0,54
0,80	0,68
0,90	0,83
1,00	1,00

Tabela A-3 – Potência do Ventilador em Carga Parcial para Sistema VAV
Fonte: ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007