

## Sistemas de automação residencial

Sistemas de automação residencial ou também “*BUILDING AUTOMATION SYSTEMS*” (BAS), compreendem o uso de equipamentos eletrônicos que automaticamente realizam funções específicas na construção. Um BAS pode ser definido como um controlador automático de um ou mais sistemas principais em uma edificação, como por exemplo: HVAC, luz, energia, elevadores, segurança etc. De modo direto, um BAS serve para integrar demais sistemas domóticos em uma edificação (LER, 2006, p. 21).

### **4.1 Aquecimento, ventilação e ar-condicionado (hvac – heating, ventilation and air conditioning)**

Os sistemas HVAC acondicionam o clima em um edifício. Em outras palavras, HVAC controla a temperatura ambiente, umidade, fluxo de ar e, sobretudo a qualidade do ar. Um sistema típico agrega o ar externo, mistura com o ar entrando ou saindo do edifício, filtra o ar e depois o canaliza para um aquecedor ou refrigerador para adquirir a temperatura adequada, por fim distribui esse ar para todas as partes da construção (SINOPOLI, 2010, p. 31). Esses sistemas não tornam apenas o interior das edificações mais confortáveis, saudáveis e melhor habitável para seus ocupantes, eles também usam uma grande porção da energia consumida do edifício e implica custos de utilização. Para manter a qualidade do ar interior, o sistema HVAC deve responder a uma grande variedade de fatores dentro e fora do edifício (clima, hora do dia, diferentes espaços dentro do edifício e como o são ocupados, etc.), enquanto simultaneamente otimiza as operações com o consumo de energia. É um sistema essencial no controle de fumaça em caso de incêndio (SINOPOLI, 2010, p. 32).

Os sistemas HVAC presentes em imóveis comerciais e institucionais são bem diferentes daqueles utilizados em uma residência ou prédio. Grandes edificações possuem vasta densidade de pessoas, iluminação e outros equipamentos, que acabam gerando mais calor, o que significa que o ar-condicionado ou a recirculação de ar acaba se tornando mais importante que prover calor, dependendo da região climática. Contudo, deve haver um sistema HVAC centralizado em edificações comerciais e institucionais, os diferentes setores de uma grande edificação possuem diferentes necessidades de temperatura, tudo é determinado pela forma como o espaço é utilizado (SINOPOLI, 2010, p. 32).

O desenvolvimento de sensores e softwares para o controle de funcionamento da climatização permitiu um sistema de aquecimento independente por setores, fazendo o uso de válvulas eletrotérmicas com consumo reduzido. Um dos maiores objetivos da climatização é proporcionar o maior conforto possível. O sistema pode ser controlado pelo utilizador manualmente, por celulares ou até da internet. Pode haver a programação dos horários para ativar ou desativar os equipamentos HVAC para poupar energia. Os equipamentos funcionam de acordo com os horários, presença de pessoas e temperatura exterior (BARROS, 2010, p. 47-48).

Um sistema HVAC com apenas um único controle de termostato, serve uma zona de “carregamento térmico”. A maioria dos edifícios possuem múltiplas zonas, com o ar sendo distribuído a cada zona específica de acordo com sua necessidade térmica. Em uma comparação mais simples, duas casas possuem duas zonas, por exemplo, uma sendo o térreo e outra o andar superior, cada uma com um sistema de aquecimento e resfriamento do ar. O andar superior geralmente possui um maior carregamento térmico que o inferior e requer mais resfriamento.

Segundo Angel (1993, p.51-52 apud Barros, 2010, p. 48), o sistema pode proporcionar:

- Otimização em relação ao meio externo;
- Auto adaptação, levando em conta o tempo de resposta dos aparelhos;
- A gestão de ambientes individualizados, cada um com um controle de temperatura;
- Controle à distância da temperatura interna da edificação;
- Alternar para um nível menor de consumo, quando não houver ocupantes no ambiente;
- Desativar o aquecimento ou ar-condicionado se alguma janela estiver aberta.

Os componentes que fazem parte do sistema podem ser bem complexos, consistindo de diversos equipamentos para seu funcionamento. Os principais são: aquecedores, compressores, unidades de tratamento de ar (AHU – *air handling unit*), unidades terminais de ar (ATU – *air terminal units*) e equipamentos de volume variável de ar (VAV – *air volume equipment*). Os aquecedores são usados para aquecer o ar. No entanto, para um incremento na eficiência do sistema, pode-se

recuperar o calor gerado pelo compressor, outro componente do sistema HVAC, ou utilizar versões em menor escala dos tradicionais aquecedores para gerar calor. Os compressores ou condicionadores de ar, utilizam as trocas de calor e um gás ou fluido circulante para refrigerar o ar que passa pela unidade. Estão geralmente localizados em uma área mecânica no térreo ou em uma zona central, quando se trata de um ambiente complexo. As unidades de tratamento de ar (AHU) são responsáveis por prover calor ou frio a diferentes partes de uma edificação, utilizando água gelada para refrigerar o ar ou vapor e água quente para aquecer o ar. Uma AHU é basicamente uma caixa de metal contendo um ventilador, elementos de aquecimento e/ou refrigeração, filtros, elementos de redução de ruídos e amortecedores. As unidades terminais de ar (ATU) indicam especificamente as zonas de carregamento térmico. Essas zonas, em um espaço definido, consistem de carregamentos externos (temperatura exterior que aumenta e diminui) ou carregamentos internos (pessoas, luzes, equipamentos eletrônicos, entre outros). Uma zona termal é um espaço ou um grupo de espaços adjuntos que possuem carregamentos termais similares. Definir zonas termais em um edifício reduz a quantidade de subsistemas HVAC, pois um único subsistema pode usualmente dar conta de uma zona termal. A ATU compensa esses carregamentos termais e zonas variando a temperatura do ar, volume de ar ou ambos. Enquanto o sistema de ar constante (CAV) fornece ar a uma temperatura variável de forma constante, os sistemas de volume de ar variável provêm o ar a uma temperatura constante e regula a temperatura do cômodo modificando a taxa de ventilação.

A eficiência de um sistema HVAC é basicamente medida pela taxa de capacidade de resfriamento versus a energia requerida para tal. É usualmente medida pela taxa de eficiência energética (EER – *energy efficiency ratio*), taxa de eficiência energética sazonal (SEER – *seasonal energy efficiency ratio*) ou coeficiente de performance. A EER é a medida de eficiência de um condicionador de ar em sua máxima operação e é calculada dividindo a capacidade de refrigeração ou aquecimento em BTU/hora pelo consumo elétrico em watts. A EER é baseada em uma temperatura exterior constante de 35° C. A SEER especifica a eficiência de um sistema HVAC de forma mais precisa pois usa diversas condições de operação e temperaturas. É projetado para dar uma leitura mais precisa da atual condição de trabalho do sistema. Por conta disso as medidas dependem da localização geográfica.

## 4.2 Sistemas de controle de iluminação

A iluminação é necessária para prover visibilidade aos ocupantes, estética dos ambientes e para segurança. É estimado que a iluminação consumisse de 30% a 40% da eletricidade usada no edifício. Iluminação desnecessária e descontrolada

em uma construção não apenas desperdiça energia, mas também aumenta os custos de utilização. A iluminação pode afetar outros sistemas tecnológicos da construção, por exemplo, de acordo com sua utilização pelo custo de refrigeração dos espaços onde a iluminação aumenta a temperatura interna (SINOPOLI, 2010, p. 47).

Um sistema de controle de iluminação providencia aos habitantes a iluminação adequada de uma maneira eficiente, consistente de acordo com a necessidade. A necessidade de luz em um edifício varia de acordo com o tipo, distribuição dos espaços internos, hora do dia e a densidade de ocupantes. Conseqüentemente, as funções e estratégias de controle refletem essas variáveis e primeiramente envolvem segundo SINOPOLI (2010, p. 48):

- Agendamento: um sistema de controle deve possuir um agendamento predefinido onde as luzes são ligadas e desligadas.
- Sensores de ocupação: para espaços onde a ocupação é difícil de estimar (lobbys e espaços comuns), as luzes podem ser controladas por sensores de movimento ou ocupação.
- Luz diária: para reduzir a necessidade e o custo de utilizar luz artificial, um sistema de controle pode utilizar o máximo de luz natural quanto possível. A isso se dá o nome de “Daylight harvesting” ou “daylighting”
- Fachadas de vidro: fachadas “espectralmente seletivas”, desenvolvidas para climas quentes com grande quantidade de radiação solar, funcionando como um filtro, dissipando frequências de luz que produzem calor enquanto minimiza a perda de transmissão de luz.

O sistema de controle de iluminação distribui a energia para as lâmpadas de maneira convencional, porém adiciona um controle digital e inteligência em alguns, senão todos, os dispositivos, controladores sendo o quadro de iluminação, interruptores, sensores de luz, sensores de ocupação, energia de reserva e acessórios. Isso aumenta significativamente as funcionalidades e flexibiliza o sistema, por conta do controle digital e da inteligência agregada aos componentes. Por exemplo, a reconfiguração de zonas de iluminação é feita através de software assim como o cabeamento físico (SINOPOLI, 2010, p. 48). O coração de uma central de controle de iluminação é tipicamente um servidor com acesso à rede interna e interconectado com outros sistemas tecnológicos da edificação, uma estação de trabalho com software para administração. O sistema com acesso à rede permite qualquer indivíduo autorizado, sendo residentes ou utilizadores da obra, a ajustar as luzes por meio da rede ou navegador de internet.

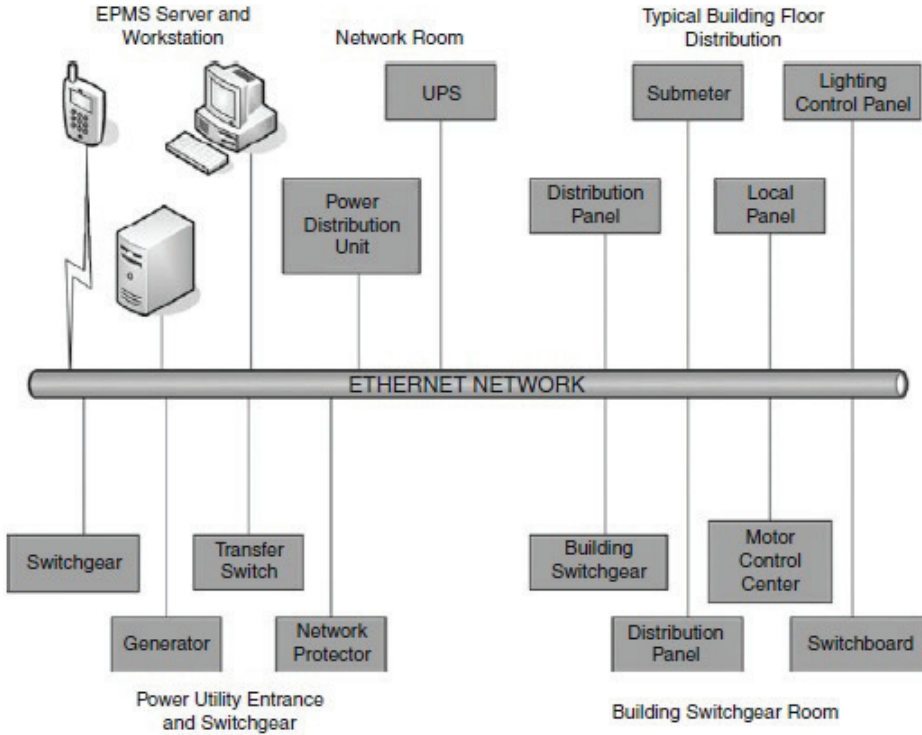
Uma abordagem do sistema é o uso de controladores inteligentes, esses controladores são distribuídos pela edificação e administram os quadros de distribuição. Como os controladores e o servidor do sistema estão conectados pela rede ethernet, as programações são compartilhadas. O controlador humano pode

utilizar uma interface móvel no lugar de uma central fixa para programação e controle. Os controladores disponíveis no edifício devem ser concebidos de forma modular para que se permitam expansões.

### 4.3 Sistemas de controle de energia elétrica

Um sistema de gerenciamento de energia elétrica de um edifício (EPMS – *Electric Power Management System*) monitora a distribuição de energia para uso e qualidade. O EPMS, em conjunto com o sistema HVAC e o sistema de iluminação, são partes integrais de todo o gerenciamento de energia visando controlar o uso e custos. O EPMS é uma ferramenta no gerenciamento e garantia de qualidade da energia, sendo uma fonte de energia livre de surtos, quedas e interrupções que afetem a segurança e confiabilidade da edificação (SINOPOLI, 2010, p. 59). O EPMS monitora a distribuição elétrica, gerando dados sobre o consumo de energia em setores específicos ou como um todo, qualidade da energia e emite alerta em uma eventual situação. Isso é baseado nos dados que o sistema adquire e que pode ajudar em definir e até mesmo iniciar o planejamento para redução do consumo e custo. O sistema “derrama” energia e é acionado por fatores determinados assim como certos níveis de energia demandada na utilização ou uma hora particular do dia, onde o consumo é alto. O EPMS pode gerenciar alerta, calcular tendência de uso, diagnosticar problemas e agendar manutenções, além de fornecer dados sobre o consumo de energia para um usuário específico ou inquilinos (SINOPOLI, 2010, p. 60). Tipicamente, esse sistema monitora a entrada de energia em uma edificação, campus, comutadores, protetores de rede elétrica, quadros de distribuição, geradores, entre outros.

Os componentes de um EPMS incluem dispositivos de monitoramento e controle, conforme Figura 12. O EPMS monitora as cargas dos equipamentos. Entradas na unidade de monitoramento podem ser transformadores de corrente ou de potência assim como os outros sensores ou dispositivos de monitoramento. Transformadores de corrente são utilizados para gerar informações de acordo com a corrente elétrica enquanto que os transformadores de potência são usados para informar sobre as medições de voltagem elétrica. Tipicamente as unidades de monitoramento são formadas por microprocessadores, memória *onboard* e podem ser programadas ou já possuem uma pré-programação para o monitoramento, testes e diagnóstico. Também podem informar localmente e/ou pela rede EPMS. A unidade de monitoramento deve possuir entradas para a distribuição de componentes específicos como disjuntores.



**Figura 12** EPMS.

Fonte: Sinopoli (2010, p. 60)

Os displays são responsáveis pelo monitoramento de uma carga elétrica ou equipamento. Podem ser locais, específicos ou do equipamento, podendo também fazer o monitoramento de múltiplas cargas e dispositivos. Alguns displays podem ser conectados a múltiplos monitores e são aptos a se comunicarem com uma central de trabalho do operador, via rede de dados padrão. A central de trabalho para se operar a EPMS é composta de um computador pessoal (PC) com um software específico. Opera com os dados fornecidos dos equipamentos e displays, para análise e tomada de decisão.

## 4.4 Sistemas de controle de acesso

A vital importância de um sistema para controle de acesso é incrementar a segurança da edificação. O sistema de acesso mais básico ou típico opera através de um cartão que o usuário passa em uma máquina leitora para uma porta par-

ticular e baseado na informação do cartão e dos dados particulares do portador, porta e acesso, o sistema pode destrancar portas ou impedir o acesso. Usos similares podem ser aplicados a outras áreas em uma edificação onde o acesso necessita ser controlado, como por exemplo em estacionamentos e elevadores (SINOPOLI, 2010, p. 69).

## 4.5 Sistemas de vigilância

Sistemas de vigilância por vídeo, também conhecido como circuito fechado de televisão (CCTV – *Closed Circuit Television*), é parte essencial em um planejamento de segurança em uma edificação inteligente. O planejamento pode incluir aspectos físicos e operacionais como qualquer outro sistema de segurança assim como integrar o controle de acessos e detecção de intrusos. É importante frisar que a instalação de qualquer sistema de vigilância deve levar em consideração os aspectos legais, assim como manter o direito de privacidade e evitar a presunção de segurança. Por exemplo, não é aconselhável colocar câmeras onde o usuário requer privacidade de seus atos ou não colocar câmeras apenas de aspecto estético apenas para haver a ilusão de que há segurança. Os sistemas de vigilância foram por muitas décadas baseados na tecnologia analógica, a mudança para a tecnologia digital acompanhou a maior parte da indústria eletrônica (SINOPOLI, 2010, p. 84).

## 4.6 Sistemas de diagnóstico, alarme e incêndio

Sistemas de alarme e incêndio são os elementos primários para a segurança dos ocupantes em qualquer edifício. Instalado corretamente, esse sistema reduz a probabilidade de vítimas e reduz os danos causados pelo fogo, fumaça, calor e outros fatores. Devido à sua importância, as normas, regulamentos e leis são fundamentais para sua elaboração, sendo necessários projetos bem dimensionados e detalhados. Seu projeto deve envolver profissionais qualificados e mais importante, regularizado pelas instituições competentes (SINOPOLI, 2010, p. 103).

## 4.7 Sistemas de rede de voz e sistemas de antena distribuída

Os serviços de telefone por cabo em edifícios e organizações sofreu uma revolução tecnológica nas últimas décadas. No fim dos anos 70, muitos sistemas de telefonia usavam uma tecnologia chamada “*time division multiplexing*” (TDM). Durante esses anos, o mercado era dominado por poucas companhias de grande porte, com sistemas abertos o suficiente para conectar o mundo, porém ainda de-

tinham a propriedade de operação e infraestrutura. O mercado mudou de maneira significante no fim dos anos 90 com a introdução da tecnologia VoIP (voz por protocolo de internet). O VoIP essencialmente utiliza uma rede de dados baseado em IP (Protocolo de Internet) para transmitir voz (SINOPOLI, 2010, p. 114).

Entendendo que a comunicação *wireless* em edifícios pode ser confusa, pois existem diferentes sistemas e aplicações, além de frequências diferentes entre os sistemas, modelos estabelecidos de sistemas para instalação ou mesmo modelos para prover tipos específicos de rede *wireless* podem não existir. Edificações podem necessitar de cobertura por celular, sistemas Wi-Fi, redes *wireless* públicas, sistemas de identificação por rádio frequência (RFID) e outros sistemas sem fio. Sistemas sem fio em edifícios podem prover inúmeros benefícios: maior satisfação dos usuários aumenta a capacidade de segurança ao público, diminui os problemas operacionais, entre outros. Os sistemas *wireless* através de aparelhos celulares se tornaram mais importantes devido à grande utilização destes pela população (SINOPOLI, 2010, p. 117).

## 4.8 Rede de dados

Uma rede de dados é particularmente importante para um edifício inteligente. A infraestrutura básica para uma rede de dados (cabearamento, protocolo TCP/IP, banco de dados compartilhado) é ampla e normatizada além de se tornar cada vez mais popular e ser adotado por outros sistemas de construção. A tecnologia básica de uma infraestrutura para rede de dados compreende o núcleo de um edifício inteligente. Uma rede de dados é utilizada para compartilhar recursos e trocar informações entre os usuários da rede e de outras redes. Décadas atrás sua infraestrutura consistia de servidores mainframes, microcomputadores, cabearamento e protocolos de comunicação.

Hoje a maioria das redes é composta basicamente de moduladores, servidores, sistemas operacionais, aplicativos de rede, periféricos e dispositivos de usuário. Usuários tipicamente utilizam um desktop ou notebook para acessar a rede, também há a possibilidade de uso dos smartphones. A conectividade dos dispositivos com a rede é disponibilizada através de cabos ou rede *wireless*. A conectividade remota é disponibilizada através de serviços de telecomunicações por provedores como, cabo, DSL, T-1 ou qualquer serviço de alta capacidade em telecomunicações (SINOPOLI, 2010, p. 122).

## 4.9 Sistemas de gerenciamento do edifício

Um sistema de gerenciamento do edifício (FMS – *Facility Management System*) é o sistema central para um edifício inteligente que agrega parte das funções



operacionais de uma edificação convencional com sistemas tecnológicos prediais. O FMS é tipicamente um sistema de servidor central com uma estação de trabalho para um operador que pode ser auxiliado por equipamentos *wireless* (SINOPOLI, 2010, p. 129). O acesso na maioria das FMS pode ser feito através da internet. A FMS geralmente opera com um protocolo Ethernet IP padrão, através de infraestrutura por cabos além da infraestrutura padrão de sistemas operacionais e banco de dados. A definição de FMS pode ser confusa, especialmente em comparação com um BAS. Uma FMS tem seu foco no processo de gerenciamento da edificação, é uma ferramenta que auxilia as operações de gerenciamento, estoque, suprimentos e obtenção destes. Esses sistemas são geralmente ofertados por empresas com foco em aplicações específicas para o gerenciamento da edificação ou mais amplamente produtos que auxiliem os negócios como recursos humanos, finanças, compras e etc (SINOPOLI, 2010, p. 130).

Já um BAS é focado na parte operacional dos sistemas de um edifício inteligente, principalmente segurança dos usuários e os sistemas automatizados. Um BAS é ofertado tipicamente por fornecedores de automação residencial e de sistemas de segurança, este pode integrar os demais sistemas e controles da construção, adquirir dados de equipamentos ou acessórios específicos, gerar alertas e permite aos operadores criarem configurações e agendamentos do sistema, entre inúmeras outras (SINOPOLI, 2010, p. 130).

## 4.10 Sistemas audiovisuais

Sistemas audiovisuais é um tópico complexo visto que englobam diferentes tipos de equipamentos e materiais, diversas normas técnicas e há constante evolução das tecnologias. Apesar da complexidade, e em muitos casos por causa da complexidade, a tecnologia de edifícios inteligentes (sistema de cabeamento estruturado padrão, conexões via ethernet e protocolos IP) está embasada em sistemas audiovisuais. Incluem-se digitalização da tradicional tecnologia analógica de sinais de áudio e vídeo e mais importante, usar a tecnologia de rede de dados para controlar e gerenciar esse sistema (SINOPOLI, 2010, p. 69).

Há um grande número de sistemas audiovisuais que podem ser instalados de forma genérica, no entanto, muitos sistemas audiovisuais são feitos para necessidades específicas de certos cômodos e espaços em uma edificação, por exemplo, salas de reuniões ou salas de aula. Os componentes básicos desse sistema são (SINOPOLI, 2010, p. 170):

- a) Recursos de áudio e vídeo;
- b) Processamento e gerenciamento;
- c) Destinatários (Autofalantes e displays);
- d) Sistema de controle.

