

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA / ENGENHARIA ELÉTRICA
Trabalho Final de Curso II

ÉRICA CAROLINA CORREIA DA SILVA

**PROPOSTA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE PONTOS
CRITICOS EM HOSPITAIS**

Trabalho Final de Curso II como parte dos requisitos para
obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica
apresentado à Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Bruno Quirino de Oliveira – Orientador. PUC Goiás.

Prof. Dr. Antônio Marcos de M. Medeiros – Banca. PUC Goiás

Prof. Me. Luís Fernando Pagotti – Banca. PUC Goiás

Goiânia, 08 de dezembro de 2021.

PROPOSTA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE PONTOS CRITICOS EM HOSPITAIS

ÉRICA C. Correia, Bruno Quirino de Oliveira, Antônio Marcos de M. Medeiros e Luís Fernando Pagotti – Engenharia Elétrica, PUC Goiás

Resumo— Este trabalho propõe um estudo de caso sobre como a Automação Hospitalar é feita dentro do controle e monitoramento de pontos críticos em hospitais, utilizando a central supervisória da empresa Schneider Electric da linha EcoStruxure. Para isso estudamos como os IoT (Internet das Coisas, tradução) habilitam as instalações hospitalares inteligentes, garantindo maior eficiência operacional, satisfação dos pacientes e maior segurança a todos. Será abordado o porquê desses pontos serem críticos, como funciona sua supervisão dentro das normas técnicas brasileiras que ditam as características dessa automação indireta e direta aos pacientes. Significa a população, que todo esse processo é uma inovação no segmento de engenharia hospitalar, acredita-se que o público paciente tende a aumentar devido ao envelhecimento da sociedade.

Palavras Chaves — Automação Hospitalar. Controle e Monitoramento em Hospitais. Instalações Hospitalares Inteligentes.

Abstract— This work proposes a case study on how Hospital Automation is carried out within the control and monitoring of required points in hospitals, using a central supervision of the company Schneider Electric of the EcoStruxure line. For this, we studied how IoT (Internet of Things, translation) enable smart hospital installations, ensuring greater operational efficiency, patient satisfaction and greater safety for all. It will be discussed why these points are required, how their supervision functions within the Brazilian technical standards that dictate the characteristics of this indirect and direct automation to patients. It means the population, that this entire process is an innovation without a hospital engineering segment, it is believed that the patient population tends to increase due to the aging of society.

Keywords - Control and Monitoring in Hospitals. Intelligent Hospital Facilities. Hospital Automation.

I. INTRODUÇÃO

A automação é um conjunto de processos onde diversas atividades operacionais podem ser executadas por meio de rotinas lógicas. Na área hospitalar, através de *hardware*, *software* que permitem reestruturar recursos de trabalho em toda a organização, é possível simplificar processos, aumentar a qualidade, melhorar a prestação de serviços [1].

O ambiente hospitalar deve oferecer segurança a seus pacientes que estão debilitados, portanto, incapazes de reagirem em situações de riscos como: interferências

eletromagnéticas, falhas nos equipamentos de ar-condicionado, níveis inadequados de pressão, alterações nos gases medicinais, alterações de temperaturas em centro cirúrgico, salas de medicamentos, refrigeradores de armazenamento de vacinas, podem contribuir com transtornos para o funcionamento do hospital.

Neste trabalho é abordado como a automação hospitalar é realizada através do monitoramento de pontos críticos, garantindo assim o atendimento às normas técnicas ABNT NBR 7256, NBR 13534, NBR 5410 e NBR 12188. Além disso, também garantindo a saúde e segurança de pacientes e usuários [2].

O objetivo desse trabalho é descrever uma proposta de controle e monitoramento de pontos críticos em um ambiente hospitalar e como funciona a automação hospitalar, tendo filosofia o exemplo de um grande hospital particular da cidade de Goiânia-GO, que devido a segurança do hospital, alguns ambientes não puderam ser expostos com fotos reais das instalações.

Este trabalho foi dividido em duas etapas, quais sejam:

- Automação hospitalar indireta ao paciente;
- Automação hospitalar direta ao paciente;

II. AUTOMAÇÃO HOSPITALAR INDIRETA AO PACIENTE

A população mundial tem envelhecido a cada ano e o aumento da expectativa de vida é cada vez maior, conforme podemos perceber na Figura 1. Com isso, aumenta-se também a população paciente em clínicas e hospitais. Muitas empresas ao perceberem essa nova demanda, começaram a desenvolver produtos inteligentes para atender diretamente e indiretamente esse público através da tecnologia IoT (Internet das Coisas) [3].

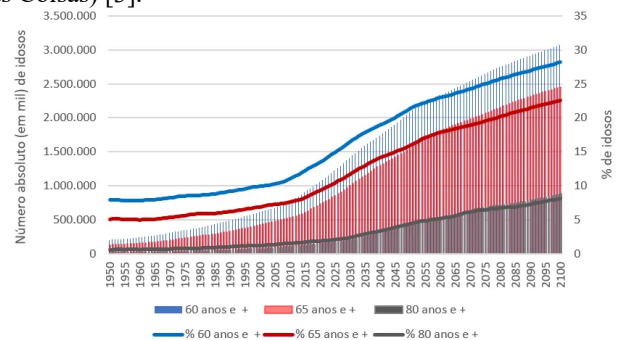


Figura 1- Aumento da População Idosa para os próximos Anos.

A empresa de tecnologia *Schneider Electric* que atua no mercado mundial há mais de 180 anos, lançou seu produto de supervisão e monitoramento em hospitais da linha *EcoStruxure*, onde é feito o monitoramento de pontos críticos, são eles: energia, água, ar-condicionado, temperatura de medicamentos e vacinas, gases medicinais e pressão. Esse sistema é modular onde pode ser contratado vários tipos de pacotes de controle e que juntos oferecem uma análise única de todo o sistema. A Figura 2 mostra como é a transmissão com comutação de pacotes dentro do sistema *EcoStruxure*.

Para atender as normas técnicas de cada país, o produto *EcoStruxure* de monitoramento é modular, programável e personalizado, podendo ter o serviço supervisão feito por partes, e adquirido em etapas, conforme a necessidade do usuário [4].

O sistema *EcoStruxure* funciona como uma central de monitoramento conhecida como supervisório que nada mais é do que um *software* que faz a análise de dados recebidos, e quando acusa alguma anomalia no sistema geral ele toma decisões automáticas, como em caso de falta de energia ele já faz a transferência automática para o grupo gerador, já para caso mais específicos ele precisa da ação humana, fazendo com que sempre tenha gestores, geralmente Engenheiros Clínicos, que serão responsáveis por essa tecnologia.

Seu funcionamento se aplica a partir de entradas (sensores, válvulas, etc.) que se comunicam via cabo com as controladoras remotas espalhadas no hospital. Essa comunicação é feita através da rede de dados, pelos os protocolos de comunicação *Modbus* e *BacNet*.

O protocolo de Comunicação de dados *Modbus*, foi desenvolvido em 1979, é um dos mais antigos e até hoje mais utilizados protocolos em redes de Controladores lógicos programáveis (PLC) para aquisição de sinais (0 ou 1) de instrumentos e comandar atuadores. Esse modelo de comunicação é do tipo mestre-escravo, onde o escravo só pode enviar a leitura de dados, se for requerido pelo mestre (PLC). Já o protocolo de comunicação *BacNet* também utiliza o padrão de rede RS-485, assim como o *ModBus*, ele é um meio de integração de sistemas de gestão de edifícios, muito utilizado na automação predial, no início ele foi desenvolvido para automação dos sistemas de climatização, ainda hoje é um dos principais protocolos de comunicação do segmento [5].

O cabeamento utilizado para fazer essa comunicação dos quadros, sensores e válvulas com a controladora remota, e entre a controladora com a Gerenciadora (Supervisório), é o cabo *BUS*, que geralmente é um cabo de quatro vias de cobre com bitola de 0,5mm² (4x0,5mm²), acompanhado de uma blindagem para que não tenha ruídos no sinal transmitido.

O supervisório é composto por duas máquinas virtuais, localizadas em um *Data Center*. A primeira máquina virtual é necessária para rodar o *software* de supervisão (*EcoStruxure* da *Schneider Electric*) e a segunda máquina virtual é para gerar o banco de dados e relatórios de análise. O acesso ao *software* de supervisão pode ser feito pelos gestores e engenheiros clínicos a partir de aplicativos do celular, mas sempre é necessário que tenha uma equipe técnica de supervisão *in loco* ou remota.



Figura 2. Pacotes de controle e monitoramento em hospitais.

III. PONTOS CRÍTICOS DE SUPERVISÃO

A. Energia

Energia é parte crítica de um hospital, pois é necessário para o funcionamento de equipamentos que estão interligados diretamente ao ser humano, garantindo a sobrevivência. Além disso, quedas de energia dentro de centro cirúrgicos podem ser extremamente prejudiciais no resultado das operações. Dessa forma, uma instalação hospitalar deve seguir as normas técnicas ABNT NBR 13534 - Instalações Elétricas em Estabelecimento de Saúde- Requisitos para Segurança e NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão, que assegura que todas as instalações funcionem da melhor forma possível e com segurança.

A norma NBR 13534 define tempos de entrada dos serviços de segurança. Sendo classe 0,5 para equipamentos que não podem ser interrompidos por mais de 0,5 s, portanto, a alimentação deve ser feita através de *nobreaks* ou baterias, pois um gerador a Diesel não comuta em tão pouco tempo. E classe 15 para equipamento que podem ficar até 15 s sem energia podendo ser atendida pelo gerador a diesel. Outros serviços que podem ficar um período superior a 15s sem energia estão inseridos na classe >15.

Além disso, a NBR IEC 601.1 - Equipamento eletromédico Parte 1: Requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial, define a faixas admissível da variação na tensão de operação dos equipamentos entre +10% e -10% do valor nominal, entretanto em alguns equipamentos a variação da tensão por mínima que seja interfere no seu funcionamento.

Os pontos de monitoramento de energia no hospital estão em:

Esquema IT-Médico: Os esquemas de aterramento permitidos em hospitais são TT, TN-S e IT médico (ABNT NBR 13534, 2004). O Esquema IT-Médico é utilizado um transformador de separação (ou de isolamento) sem o aterramento de qualquer condutor vivo. Caso exista um curto-circuito fase-terra, a corrente será limitada pelas capacitâncias entre o sistema isolado e a terra. As massas ligadas ao secundário devem ser aterradas para que o paciente não faça parte do circuito elétrico oferecendo caminho preferencial à terra.

A principal vantagem do esquema IT é que mesmo da primeira falta, a limitação da corrente é insuficiente para que dispositivos de proteção contra sobrecorrente desarmem o circuito, garantindo o fornecimento de energia. A Figura 3 ilustra um dispositivo DSI que monitora o isolamento da rede,

a sobrecarga e sobreaquecimento do transformador e que fica acoplado ao transformador de separação do esquema IT-Médico:



Figura 3. Dispositivo DSI modelo IMD-IM20-H.

Os locais médicos classificados como Grupo 2, que são recintos no qual se prevê o uso de equipamentos eletromédico destinado a aplicação cardíaca direta, bem como: salas cirúrgicas, UTI's, salas de procedimentos invasivos como os intracardíacos, de emergência, de hematologia entre outras. devem ter esquema de aterramento IT. Neste tipo de instalação, por ser de pequena intensidade, a primeira falta à terra ou à massa não requer o desligamento automático da energia, o que permite a continuidade dos procedimentos médicos sem colocar pacientes e equipe médica a riscos de choque elétrico ou queimaduras.

Nessas salas existe um indicador visual e sonoro que caso tenha algum problema com a energia a equipe médica pode tomar a melhor decisão, se é possível parar a operação ou se ela é continuada. Conforme apresentado na Figura 4.



Figura 4. Anunciador de Alarme Schneider. Ref. 50168

Para isto, é necessário que a instalação seja permanentemente monitorada quanto à resistência de isolamento por um dispositivo supervisor de isolamento (DSI) e que falhas no sistema, incluindo sobrecarga e elevação de temperatura no transformador, sejam imediatamente anunciadas e enviadas ao supervisor, conforme a Figura 5.

Grupo Gerador: são equipamentos de grande porte que fornecem energia sempre que ocorrem falhas ou oscilação da rede elétrica. Consiste em um motor para acionamento automático e alternador que são acoplados em uma base conjunta com tanque de combustível para alimentação.

Por ser um equipamento de segurança o Grupo gerador precisa ser monitorado, uma vez este garante que todo o

ambiente hospitalar esteja em pleno funcionamento.

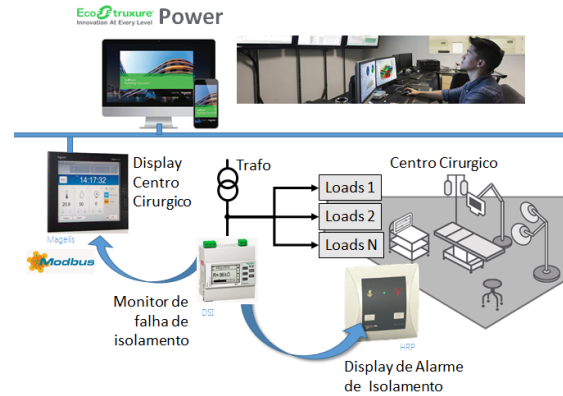


Figura 5. Esquema de Monitoramento Supervisório - IT-Médico.

No monitoramento que se faz no Grupo Gerador são observados os principais parâmetros de teste, como tempo de execução, temperatura de exaustão, temperatura do óleo, níveis de combustível, seta de operação, frequência da tensão elétrica e a corrente para garantir a confiabilidade dos geradores. Além de ser feita uma manutenção eficaz e preventiva, caso tenha alguma anomalia nessa operação, imediatamente é reportado ao sistema supervisor. A Figura 6 apresenta o esquema supervisor do grupo gerador.

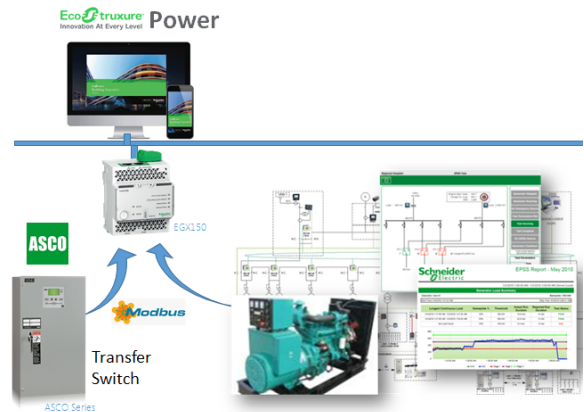


Figura 6. Esquema de Monitoramento Supervisório - Grupo Gerador.

Qualidade de Energia: Painel de Média Tensão: Como afirmado, a concessionária de energia deve entregar tensão que possa variar entre +10% e -10% do valor nominal, sendo assim é feita supervisão da tensão e corrente na interface IHM que fica acoplada ao painel de média tensão.

O painel de média tensão tem como função receber a tensão em média (13,8 kV) fornecida pela concessionária de energia, faz a proteção, conexão, manobras e leva aos transformadores do empreendimento. Por ser um cubículo blindado com melhor desempenho e segurança, os fornecedores os fabricam com voltímetros TPS e TCJ específicos para análise da tensão que chega da concessionária, estes dados são extraídos e enviados ao supervisor do hospital. Caso haja alguma divergência com a normalização NBR 13534, NBR IEC 601.1 e NBR 5410 é acionado a chave de transferência automática (QTA) que faz com que grupo gerador entre em funcionamento imediato na rede hospitalar.

Neste caso, a controladora remota é instalada ao lado desse painel de média tensão, onde é informado imediatamente

quais distúrbios de energia que ocorreram antes do medidor de energia da concessionária. A Figura 7 apresenta o equipamento *PowerLogic Meter*, que recebe esses dados e os envia ao supervisor.



Figura 7. *PowerLogic Meter*.

B. Água

No hospital é extremamente essencial e importante o uso da água para limpeza local, lavagem de mãos, esterilização em equipamentos, uso cirúrgico, dentre outras aplicações. Para garantir que o sistema hidráulico esteja em pleno funcionamento é feita monitoramento das bombas hidráulicas e do nível do reservatório.

Para fazer esse monitoramento é instalado ao lado dos quadros elétricos de bombas um quadro de comando, também conhecido como quadro de automação. Nesse quadro haverá sensores e fim de curso, contadoras, relés de acionamento e todos demais dispositivos que são compatíveis com as bombas hidráulicas da instalação. Dentro desse quadro é também existe um controlador lógico programável intuitivo para automação da linha da Schneider, conhecido como *Modicon M221*, cuja característica é receber as informações dos sensores, relés, contadores, analisar e enviar ao supervisor. Na Figura 8 abaixo vemos imagem desse controlador:



Figura 8. Controlador de Bombas de Automação Modicon M221.

C. Ar Condicionado

As unidades condicionadoras de ar existentes trabalham com o sistema de refrigeração mecânica através de vapores, onde o fluido refrigerante retira calor do meio a refrigerar e elimina calor ao meio ambiente, pela evaporação e condensação desse fluido. São vários tipos de sistema para a refrigeração, em hospitais utilizam-se muito o sistema *Chiller*.

Um *Chiller* é um aparelho de ar-condicionado com sistema projetado no resfriamento de água. Em síntese, ele resfria grandes espaços, como hospitais, por um sistema de abertura e fechamento de válvulas, utilizando grande gerador de água fria conjuntamente com fluido refrigerante.

É de grande preocupação em um ambiente hospitalar

extinguir o surgimento e proliferação de microrganismos. Dito isso, existem dois fatores que contribuem com este problema, são eles: Temperatura e Umidade. Sendo assim, é feito monitoramento das condições da serpentina das unidades condensadoras *Chiller* para retirar sujeiras que possam comprometer o rendimento dos aparelhos.

O monitoramento da temperatura nos hospitais não se atenta somente na condição dos filtros e manutenção do ar condicionado, mas também se este se encontra no funcionamento nas salas específicas, além de a temperatura estar apropriada. Ambientes, como salas de cirurgias e UTI (Unidade de Terapia Intensiva), exigem temperaturas adequadas a norma NBR 7256/2005, que dita medidas preventivas de infecção, estabelecendo que devem ser mantidas entre 18°C e 22°C.

Dessa forma, através de sensores de temperatura ambiente do tipo HVAC e transdutores de pressão nos dutos de ar-condicionado é possível perceber o estado dos filtros e serpentinas do ar-condicionado. Esses dados são enviados ao supervisor, onde o ajuste da temperatura pode ser feito de maneira automática e a condição dos filtros informada à equipe de manutenção. Na figura 9 abaixo vemos os sensores de temperatura ambiente HVAC.



Figura 9. Sensores de Temperatura Ambiente HVAC Schneider STR Series.

D. Temperatura de Medicamentos e Vacinas

Grandes Hospitais possuem um grande armazenamento de medicamentos e vacinas, e para isso é necessário super-refrigeradores com temperaturas específicas para cada tipo. Logo, por muitas vezes o conteúdo desses *super freezers* e refrigeradores podem chegar a até milhões de reais, representando um grande risco financeiro ao hospital e um risco a saúde dos pacientes, caso seja identificado alguma falha nesse armazenamento.

Devido a isso, utilizam-se sensores do tipo PT-100. Não só proporciona uma precisão de qualidade, como possuem uma alta faixa de temperatura. Para isso é feito o acoplamento dessas sondas aos refrigeradores, esses sensores enviam as informações ao supervisor.

A Figura 10 ilustra como é feito esse monitoramento. De modo que o sensor *EwSense Temp*, que é um sensor do tipo PT-100, possui uma sonda que fica atrás desses super-refrigeradores e comunica via *Zigbee* enviando a informação da temperatura para um quadro de comando localizado na mesma sala de medicamentos e vacinas onde possui o controlador *EwSense* e para o controlador *AS-8*. A partir daí a informação é levada ao supervisor através do cabo Bus para o supervisor.

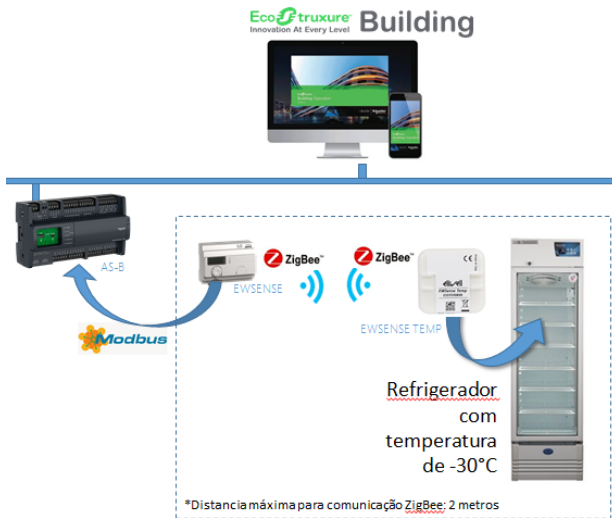


Figura 10. Esquema de Monitoramento da Temperatura dos Refrigeradores.

E. Gases Medicinais

Gases Medicinais são classificados pela ANVISA como medicamentos na forma de gás, gás liquefeito ou líquido criogênico, isolados ou associados entre si e administrados em humanos para fins de diagnóstico médico, tratamento ou prevenção de doenças e para restauração, correção ou modificação de funções fisiológicas. Em hospitais é muito comum vermos três tipos de gases: Oxigênio, Vácuo e Nitrogênio.

Segundo a NBR 12188/2003, a qualidade e a pressão dos gases medicinais que chegam aos pacientes devem ser monitoradas. Para isso, os fornecedores de gases medicinais fornecem painéis com pressostatos acoplados aos sistemas centrais de gás e cilindros. Tendo o objetivo de fazer da pressão do gás aos pacientes, detectar vazamentos de gás, conferir quantidades nos cilindros ou detectar alguma anomalia, são colocados sensores do tipo pressostatos nos tubos de conexão e nas saídas dos leitos.

Sendo assim, o supervisor recebe esses dados, faz o monitoramento pontual, facilitando a operação das equipes de manutenção. A Figura 9 a seguir ilustra como é feito o monitoramento da pressão dos gases:

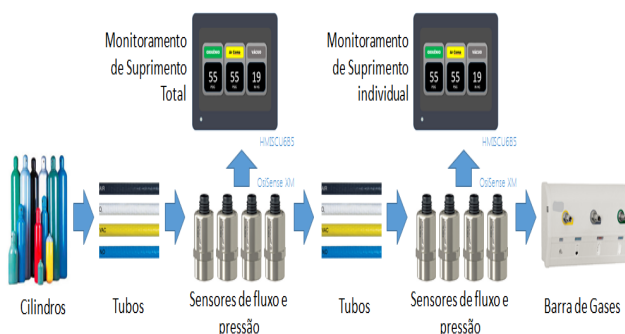


Figura 9. Esquema de Monitoramento dos Gases Medicinais.

F. Pressão em Ambiente Crítico

Os controles de pressão em ambientes críticos visam não somente à segurança dos pacientes, mas também a segurança dos funcionários e colaboradores. Segundo a ABNT NBR 7256/2005, os hospitais contêm vários setores como

emergência, urgência, apartamentos, centros cirúrgicos e UTI's, com o objetivo de evitar a propagação de doenças deverá ser feita a renovação e filtragem do ar de acordo com a classe de filtragem mínima de cada ambiente.

Os ambientes hospitalares são classificados em três tipos, são eles:

- Ambiente Protetor: que são leitos de pressão positiva, onde o ar é empurrado para fora da sala impossibilitando que microrganismos possam atingir os pacientes, local de permanência de pessoas com imunidade baixa, interferência médica ou recuperação. Exemplo: salas de transplantes e centros cirúrgicos.
- Ambientes de Isolamento de Infecções: são leitos de pressão negativa, onde o ar de onde estão essas pessoas pode gerar a infecção de outras pessoas, para isso existem exaustores que fazem a sucção do ar nessas salas, impossibilitando que ele passe para o ambiente externo. Exemplo: Leitos para tratamento de COVID-19.
- Ambientes Neutros: A pressão neles é igual ao ambiente externo, mas o ar precisa sempre ser renovado. Exemplo: Emergências e Triagem.

Para fazer o monitoramento se esta pressão nesses ambientes está de acordo com ABNT NBR 7256/2005. É utilizado um pressostato de comparação que pega o ar entre duas salas e envia para os monitores (painéis IHM) que ficam na entrada dos ambientes. Dessa forma, toda equipe médica, tem este acesso do comprometimento do ambiente antes mesmo de entrar nele. Conforme mostra na Figura 11 a seguir, a pressão positiva nos leitos

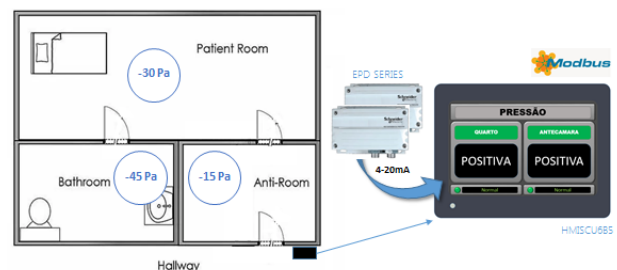


Figura 11. Esquema de Monitoramento Pressão Positiva nos leitos.

IV. AUTOMAÇÃO HOSPITALAR DIRETA AO PACIENTE

Trazendo essa ideia do residencial para o hospitalar, vem juntamente com as premissas de conforto e comodidade. A ideia é levar um ambiente mais aconchegante, seguro, prático e menos hostil aos pacientes. Sendo assim, ao fazer a automação dos leitos hospitalares que além de terem as tecnologias indiretas ao paciente que garantem maior segurança à saúde dos mesmos, também temos a automação direta aos pacientes, onde o paciente participa e interage com a automação.

A. O Projeto

O projeto consiste em um controle único de todo leito em um software integrador da marca americana *Control4*. Da

mesma forma que acontece na automação residencial, temos o controle: Iluminação, Ar condicionado, persianas, TV's e principalmente do serviço de comunicação, tanto com a equipe médica, quanto com o serviço de hotelaria. Dessa forma, o paciente tem acesso há um tablet com todas as funções do seu quarto, conforme vemos na Figura 12 a seguir:

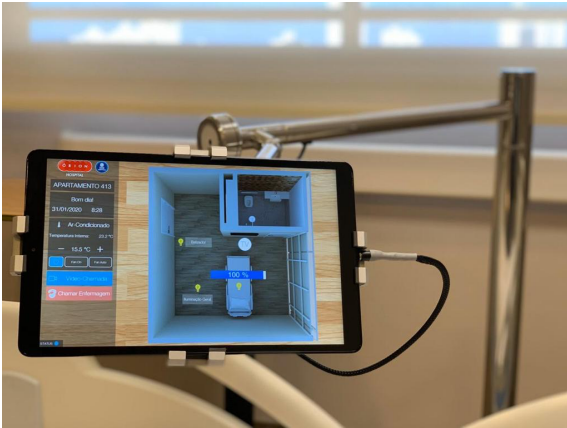


Figura 12. Tablet ligado ao leito de controle de todo ambiente.

B. Controle da iluminação

Por questão de segurança e menores condições de erros foi optante que esse controle de automação fosse cabeado. E assim, como toda linha de automação foi usado um módulo bastante conhecido no mercado residencial a linha Home Automation Expert da empresa Schneider Eletric, que possui os módulos KNX de controle de iluminação, como apresentado na Figura 13.



Figura 13. Módulo de Controle de Iluminação KNX.

Em um sistema convencional de energia do quadro de ligação de iluminação o interruptor acende as luminárias através de uma ligação direta entre eles (retornos). Já no esquema de controle de automação, esses retornos são direcionados aos quadros de automação, onde são ligados aos módulos KNX. Um módulo KNX pode fazer até 16 retornos de iluminação, e para os interruptores que agora serão do tipo pulsadores é levado um cabo BUS (4#0,5mm²), passando em todos os pulsadores e chegando até o quadro de automação.

A Figura 14 apresenta o projeto de controle de iluminação de um dos leitos TMO, que são para pacientes que recebem algum transplante e estão com sua imunidade em risco, devendo assim ficarem totalmente em isolamento.

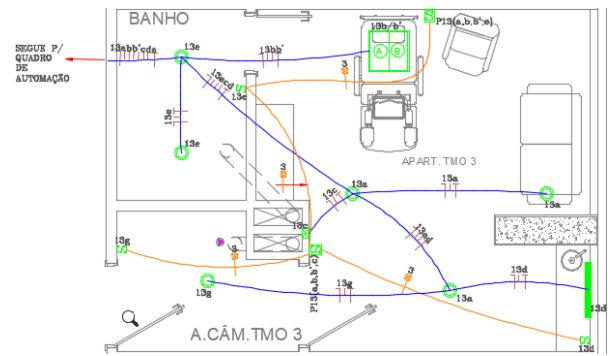


Figura 14. Projeto de controle de iluminação de um leito TMO

O quadro de automação, também conhecido como quadro de controle de iluminação. Fica em uma sala técnica conhecida como *Data Center*, assim como os demais controles de outros equipamentos.



Figura 15. Quadros de automação.

C. Controle do Ar Condicionado e TV's

Nos hospitais, dentro dos grandes espaços é utilizado um tipo de ar condicionado central, como mencionado anteriormente. Porém, dentro dos leitos e apartamentos utiliza-se um sistema mais convencional Split, pois eles trazem uma temperatura mais aconchegante, por ser menos potente que um sistema central. Os aparelhos de ar condicionados Split possuem seus aparelhos de controle remoto, que nada mais é que um transmissor de luz infravermelha, que emite pulsos para o equipamento eletrônico. O receptor IR decodifica os pulsos de luz em dados binários (1 e 0) que o microprocessador do aparelho pode entender. O microprocessador realiza então a tarefa correspondente [8].

Quando se trata de fazer a Automação dos equipamentos de Ar condicionado e dos equipamentos de TV's, basicamente cola um emissor IR no receptor de sinal desses aparelhos e leva esse sinal através de um cabo UTP categoria 6 até a controladora *Control4*, essa comunicação é feita através dos protocolos de comunicação TCP/IP. O protocolo de comunicação TCP (*Transmission Control Protocol*) e o IP (*Internet Protocol*), têm por objetivo padronizar todas as comunicações de rede [9].

Na controladora *Control4*, baixa-se os *drives* disponíveis na internet, desses equipamentos e através da programação a controladora passa a ter o controle de todas aquelas funções que antes eram disponibilizadas somente no controle remoto. Assim, o tablet de controle passa a ser também, controle desses equipamentos. Na Figura 16 é apresentado um Emissor IR ligado ao receptor do aparelho de ar-condicionado.



Figura 16. Emissor IR ligado ao aparelho de Ar-Condicionado.

Para que os controles não ficassem somente no *tablet*, também foi utilizado os termostatos de controle da própria Schneider que foram deixados nas entradas de cada leito (Figura 17). Esses termostatos são conectados a controladora através de um cabo UTP e a informação também é enviada a controladora que manda o sinal para o emissor de IR ligado ao aparelho



Figura 17. Termostato fixo de Controle do Ar-Condicionado dos leitos.

D. Persianas

É comum no mercado de persianas e venezianas adquirirem um produto já motorizado. A automação das persianas tem como objetivo, maior conforto térmico e maior eficiência energética. Por exemplo, se em um determinado momento do dia o sol bate diretamente no paciente, automaticamente se programa para que essa persiana se desça todos os dias nesse determinado horário.

Além, dos horários programados de subida e descida das

persianas. Existe um sensor de contato entre forro, que identifica que a persiana está levantada e a janela aberta desliga automaticamente o ar condicionado.

O controle de persianas se dá através do *Extender* (Figura 18), que adiciona controle por via infravermelho (IR), aumentando a quantidade de equipamentos possíveis de se automatizar e acrescenta o controle a partir de radiofrequência 433MHz, como persianas, motores e alguns tipos específico de bombas.



Figura 18. *Extender* integrador das persianas.

E. Controladora.

A controladora é o cérebro de toda a operação, ela é o integrador de todos os sistemas. Muito conhecida no mercado americano residencial a marca do software integradores *Control4* integra com facilidade deixando todos os sistemas em uma mesma interface. Toda comunicação entre controladora, quadro de automação, equipamentos de ar condicionado, persianas, equipamentos de vídeo e sensores é feita através dos protocolos de comunicação TCP/IP. Essa etapa é projetada através das normas de cabeamento estruturado da NBR 16264 [10]. Na Figura 19 é apresentada a controladora.

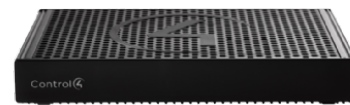


Figura 19. Controladora EA1-*Control4*

A quantidade de equipamentos integrados depende muito do modelo de Controladora escolhido, porém pode sempre ser acrescentado mais equipamentos se forem colocados os *Extenders* (Figura18) para controle de maior quantidade de equipamentos. A Controladora EA1 ela liga até 20 equipamentos através da rede.

Apesar de ser uma marca muito adotada no mercado residencial, a escolha da *Control4* é devido ao fato da mesma ter sido muito bem avaliada pela CEDIA CEEExpo2020 que é uma feira mundial de produtos integradores de sistemas que acontece todos os anos [11]. Conforme apresentado na Figura 20.

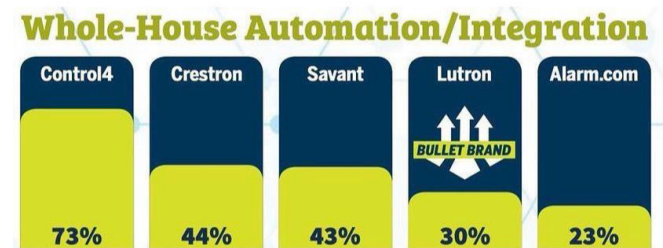


Figura 20. Ranking internacional de melhor sistema integrador de Automação do mundo ano 2020.

V. CUSTO E BENEFÍCIO

Para implantação de um sistema de automação completo com essas características, é necessário a integração de diversas equipes: a empresa prestadora de serviço, a gestora do hospital, os representantes da indústria de tecnologia e a construtora e incorporadora que desenvolveu o projeto.

Apesar do valor agregado nessa implantação ser alto, em torno de R\$ 2.000.000,00 (dois milhões de reais), já incluso a parte de infraestrutura dessa solução, segundo informações da empresa de tecnologia Automatize Engenharia, que oferece soluções para Automação Hospitalar.

É estimado que o valor de uma diária em um leito de UTI todo automatizado no ano de pandemia 2020, em um hospital que tem o sistema completo de automação hospitalar seja de R\$3.000,00 a R\$5.000,00. Segundo a DRG Brasil, plataforma de consultoria em saúde dentro de um sistema convencional o valor de diárias de leitos de UTI em hospitais particulares são R\$ 1.934,00. [12]

Além de ser uma diferenciação para os pacientes, que se sentem mais acolhidos, seguros, melhor cuidados. Esse segmento no setor de saúde já é muito bem percebido pelos gestores como uma estratégia de negócio. Atualmente, um hospital com essa filosofia localizado na cidade de Goiânia tem um valor estimado de R\$ 550 milhões.

Após a implantação de todo esse sistema precisa ter uma equipe de manutenção com todos setores dentro dos hospitais, como indica a Lei Federal nº 9.431/97 [13].

É notório o quanto a Automação Hospitalar diminui custos de manutenção e consegue atender com precisão e excelência todas as normas técnicas de controle e monitoramento, citadas nesse estudo de caso. Além disso, é uma excelente estratégia de negócio pois aumenta a atratividade do público em um período de antecipação do futuro onde podemos perceber que a população paciente tende a aumentar ao longo dos anos.

VI. CONCLUSÕES

O controle e monitoramento de pontos críticos em hospitais é extremamente necessário e solicitado pelas normativas brasileiras conforme vimos. Grandes fabricantes já têm enxergado esse mercado e tem desenvolvido equipamentos inteligentes para a integração desses sistemas, que vão desde ao um simples aparelho de ar-condicionado em um leito de apartamento, a uma máquina de ressonância que gera o relatório em tempo real e já deixa interligado ao prontuário eletrônico do paciente, fazendo com que os diagnósticos sejam cada vez mais rápidos e eficazes.

Sendo assim, observamos nesse estudo de caso que é uma inovação no segmento hospitalar e além de ser um viés econômico promissor para o futuro. Grandes Centros de saúde já têm colocado sistemas de integração e monitoramento e empresas de tecnologia tem feito equipamentos com os famosos *IOT's*, que já estão bem presentes no nos sistemas de Automação Hospitalar.

Uma das grandes preocupações dos diretores e responsáveis pelos centros de saúde é a satisfação dos seus pacientes. Oferecer segurança e um ambiente que traga esperança, tecnologia que mostra eficácia e conforto são um dos 5 pilares das grandes estratégias de negócio do segmento

hospitalar.

Contudo, convém relembrar que há duas categorias distintas de automação: a direta e a indireta, as quais não se assemelham ou associam, uma vez que enquanto a primeira é voltada para área normativa e controle de segurança, a segunda é perceptível na hotelaria hospitalar, voltando-se justamente para o conforto do paciente.

Apesar de ser um investimento alto na construção do projeto hospitalar, o retorno é promissor em estratégia de negócio. Além disso, é possível ter um custo com manutenção reduzido em até 50% do custo anual, devido a manutenções mais pontuais e assertivas.

Ademais, merece destaque que embora a implementação desse sistema seja atrativa, é prudente ressaltar o elevado grau de dependência da tecnologia da fabricante eleita no processo de instalação, posto que cada fornecedor possui características únicas de seu sistema, restringindo, assim, opções futuras de empresas de manutenção e atualização do sistema, eis que inexistente padronização tecnológica sobre a matéria.

Por fim, registre-se que a automação hospitalar estampada no curso desse trabalho atende integralmente as normas técnicas existentes, auxiliando os hospitais no cumprimento das exigências legais, bem como facilitando o desempenho de suas atividades

VII. REFERÊNCIAS

- [1] Automação hospitalar: 3 bons (e práticos) exemplos. Jornada do Paciente. Disponível em: <https://cmtecnologia.com.br/blog/automacao-hospitalar/>. Acesso em 24 de Maio de 2021
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. TRATAMENTO DE AR EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE (EAS)- REQUISITOS PARA PROJETO E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES. São Paulo, 30 de março de 2005. ABNT Normas Técnicas **NBR 7256/2005**. Disponível em: http://www.ductbusters.com.br/normas/NBR_7256.pdf. Acesso em: 24 de Maio de 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM ESTABELECIMENTO DE SAÚDE- REQUISITOS PARA SEGURANÇA. São Paulo, Nov. de 1995. ABNT Normas Técnicas **NBR 13534/1995**. Disponível em: https://www.faneesp.edu.br/site/documentos/instalacoes_eletricas_res_idenciais/normas/nbr_13534_instalacoes_eletricas_saude_requisitos_seguranca.pdf. Acesso em: 24 de Maio de 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO. São Paulo, Set. de 200. ABNT Normas Técnicas **NBR 5410/2004**. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/jeangaldino/disciplinas/2015.1/instalacoes-eletricas/nbr-5410>. Acesso em: 24 de Maio de 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas centralizados de oxigênio, ar, óxido nitroso e vácuo para uso medicinal em estabelecimentos assistenciais de saúde. São Paulo, Mai. de 2003. ABNT Normas Técnicas **NBR 12188/2003**. Disponível em: <https://www.saovicente.sp.gov.br/publico/include/download.php?file=511>. Acesso em: 24 de Maio de 2021.
- [3] José Eustáquio Diniz Alves .UFJF. Envelhecimento populacional contínua e não há perigo de um geronticídio. José Eustáquio Diniz Alves. **Junho** de 2020. Disponível em: <https://www.ufjf.br/ladem/2020/06/21/envelhecimento-populacional-continua-e-nao-ha-perigo-de-um-geronticidio-artigo-de-jose>

[eustaquio-diniz-alves/#:~:text=Em%20termos%20relativos%2C%20a%20popula%C3%A7%C3%A3o%20idosos%20de%2080%20anos%20e%20percentual%20de%201950%20para%20100](#)
Acesso: 24/05/2021.

- [4] EcoStruxure. Schneider Electric. Disponível em:
<https://www.se.com/br/pt/work/campaign/innovation/platform.jsp> .
Acesso: 24/05/2021.
- [5] ModBus.Wikipedia. Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Modbus> . Acesso: 24/05/2021.
- Amancio. Anderson. O IP no mundo da Automação Predial e o RS-485.07 de Maio de 2018. Disponível em:
<http://wireengenharia.com.br/br/o-ip-no-mundo-da-automacao-predial-e-o-rs-485/> . Acesso: 24/05/2021.
- [6] Revista Forbes. How IoT Is Changing The Science Of Medicine. Setembro de 2018.
Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/insights-inteliot/2018/09/14/how-iot-is-changing-the-science-of-medicine/?sh=4ee5b3f3e57>.
Acesso: 24/05/2021.
- [7] Automação Residencial – Tudo sob Controle
Disponível em <https://www.futurehome.eng.br/automacao-residencial-tudo-sob-controle-2/>. Acesso: 15/11/2021
- [8] Como funciona um controle remoto? Você sabe?
Disponível em <https://www.crcontroleremoto.com.br/como-funciona-um-controle-remoto.html> . Acesso: 15/11/2021
- [9] Gairdargi, Juliana. O que é TCP/IP e como funciona. 18 de Setembro de 2018.
Disponível em <https://www.infonova.com.br/artigo/o-que-e-tcp-ip-e-como-funciona/> . Acesso: 15/11/2021
- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. CABEAMENTO ESTRUTURADO. São Paulo, 16 de novembro de 2016. ABNT Normas Técnicas NBR16264. Disponível em:
<https://www.adnormas.com.br/anuncie/normas-tecnicas/43341/abnt-nbr16264-cabeamento-estruturado-residencial> . Acesso: 28/11/2021
- [11] About the Show. CEDIA EXPO.
Disponível em <https://cediaexpo.com/show/about/> . Acesso: 28/11/2021
- [12] Qual o custo do exame e da internação em caso de infecção?
São Paulo, 07 de Abril de 2020. Disponível em:
<https://longlifesequros.com.br/blog/coronavirus-quanto-custa-o-teste-e-a-internacao-veja-pesquisa-completa/> . Acesso: 28/11/2021
- Estimativa de custos operacionais dos leitos de UTI Adulto em consequência do COVID 19?
São Paulo, 11 Janeiro de 2021. Disponível em:
<https://www.drgrasil.com.br/valoremsaude/estimativa-de-custos-operacionais-dos-leitos-de-uti-adulto-em-consequencia-do-covid-19/> .
Acesso: 28/11/2021
- [13] Lei Federal nº 9.431 de 06 de Janeiro de 1997. Planalto. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19431.htm Acesso: 28/11/2021

