XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Sistema de Gestão Predial: Uma Análise Aeroportuária

Building Management System: An Airport Analysis

Iaritissa dos Santos Carneiro
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | iaritissacarneiro@hotmail.com
Jeferson Spiering Böes
Faculdade Ari de Sá | Fortaleza | Brasil | boes.jeferson@gmail.com

Resumo
A automação permite gerenciar diversas disciplinas simultaneamente através de um sistema supervisório. Nesse contexto, o presente estudo objetiva analisar a implantação do Building Management System (BMS) em um ambiente aeroportuário, de forma a oferecer informações estratégicas para gestão predial. Utilizou-se como estratégia de pesquisa o estudo de caso em um aeroporto do nordeste brasileiro, tendo como fonte de coleta de dados a entrevista estruturada, análise documental e observação direta. Concluiu-se, a partir da triangulação dos dados, que o sistema supervisório otimiza mão de obra, automatiza processos, auxilia tomada de decisões gerenciais e, sobretudo, é uma ferramenta essencial para eficiência energética.

Palavras-chave: Automação. Gestão Predial. Ambiente Aeroportuário. Eficiência Energética.

Abstract
Automation allows you to manage several disciplines simultaneously through a supervisory system. In this context, this study aims to analyze the implementation of the Building Management System (BMS) in an airport environment, in order to provide strategic information for building management. The research strategy was the case study at an airport in northeastern Brazil, with structured interview, documentary analysis and direct observation as the source of data collection. It was concluded, from the triangulation of the data, that the supervisory system optimizes labor, automates processes, assists management decision making and, above all, is an essential tool for energy efficiency.

Keywords: Automation. Building Management. Airport Environment. Energy Efficiency.

Como citar:
CARNEIRO, S. I. BÖES, S. J. Sistema de Gestão Predial: Uma Análise Aeroportuária. ENTAC2022. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-17.

INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 (I4.0) surge como uma nova era industrial, caracterizada pela utilização de sistemas inteligentes, com elevado grau de automação e pela capacidade de tomar decisões autônomas [1]. Por meio da tecnologia de rede sem fio, a I4.0 conecta todas as partes do processo em tempo real. É nesse contexto que a automação possibilita a comunicação entre os diversos sistemas, definindo tarefas e funções a serem desempenhadas para garantir uma gestão predial eficiente, durante as fases de operação e manutenção.

Os custos de operação e de manutenção ocupam mais de 80% no ciclo de vida de uma edificação, dados que colaboraram para que as empresas tivessem a necessidade de reduzir suas despesas em resposta a orçamentos mais restritivos [2]. Portanto, garantir um bom desempenho da função manutenção significa, dentre outras coisas, controlar o processo de planejar e monitorar os sistemas prediais.

Diante do exposto, o *Building Management System* (BMS) torna-se uma ferramenta capaz de integrar processos automatizados dentro do empreendimento, com o objetivo de automatizar e centralizar as informações. Funciona como a inteligência central, permitindo a um só tempo, gerenciar controles de acesso, sistemas de segurança, dispositivos contra incêndio, sistemas elétricos, hidráulicos, mecânicos, ar-condicionado, iluminação, entre outros [3].

No Brasil, as políticas públicas para o setor aéreo adotadas pelo Governo Federal, com foco na concessão de aeroportos, estão transformando o modelo de negócios e a forma de gestão aeroportuária. O objetivo de modernizar e otimizar processos como novo posicionamento no mercado, fez com que as empresas que detém administração aeroportuária investissem na execução de projetos mais sofisticados e na gestão de ativos físicos, o que demanda ajustes em seus processos internos de gerenciamento.

Desta forma, em um cenário de transformação digital, o BMS tem potencial para aprimorar a forma como as empresas gerenciam suas edificações e equipamentos, melhorando o seu desempenho durante o seu ciclo de vida.

Considerando a necessidade de estudos nessa área, o presente trabalho objetiva - a partir do diagnóstico da atual gestão de manutenção, da descrição da arquitetura do sistema e da análise de contribuições - analisar a implantação do sistema supervisório de BMS em um aeroporto no nordeste brasileiro, de forma a contribuir com a gestão e oferecer informações estratégicas para as fases de manutenção e operação.

REFERENCIAL TEÓRICO

BUILDING MANAGEMENT SYSTEM (BMS)

A automação é um sistema apoiado em uma tecnologia capaz de realizar o trabalho humano, agregando valor à qualidade final do produto, aumentando a produtividade e a segurança das pessoas, reduzindo custos no processo e aperfeiçoando processos industriais, serviços ou bem-estar humano [4].

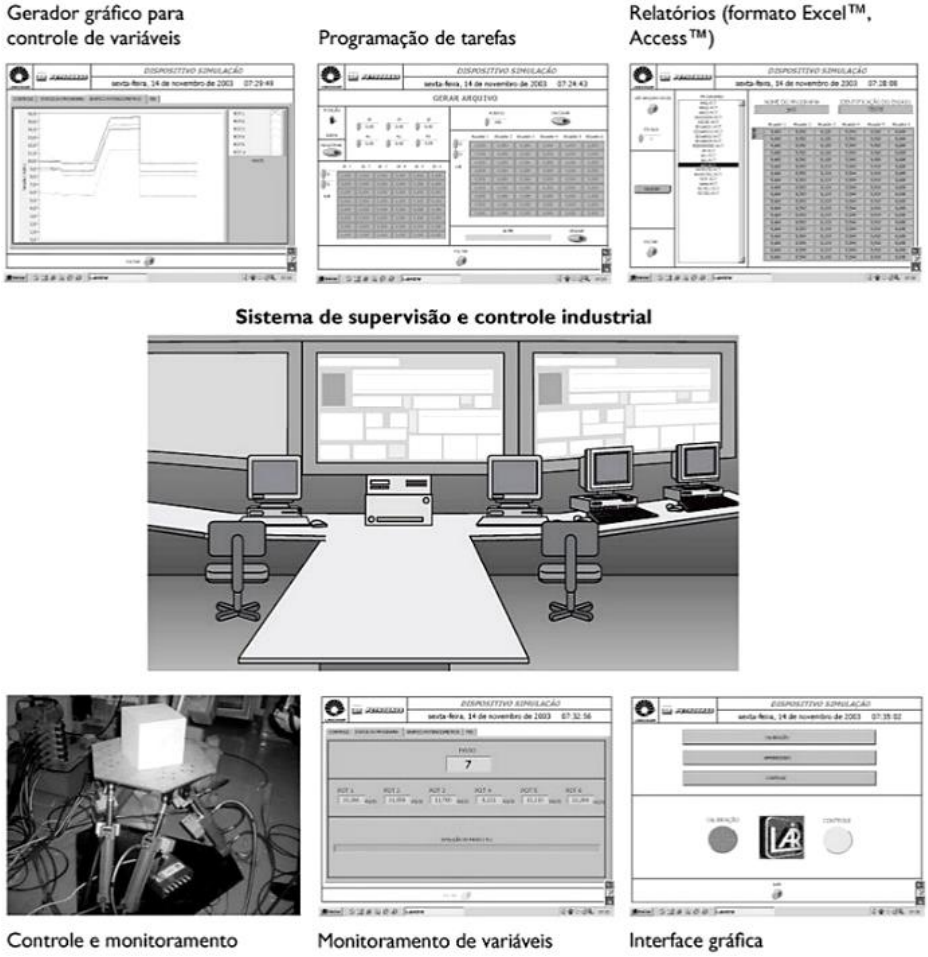
O BMS é um sistema de controle que pode ser usado para monitorar e gerenciar os serviços mecânicos e elétricos em um edifício ou instalação. Esses serviços podem incluir energia, controle de acesso, elevadores e luzes, aquecimento, ventilação e ar-condicionado. As novas gerações de BMS são baseadas em protocolos de comunicação abertos e habilitadas para IoT (*Internet Of Things*), permitindo a integração de vários fornecedores de sistemas [5].

SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION (SCADA)

O *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) é um tipo de sistema supervisório que consiste em alguns terminais remotos conectados de alguma forma (fio, internet, rádio), e em um computador central, onde os dados são recebidos, processados e mostrados [6]. Em alguns casos é possível também enviar comandos através do supervisório.

A interface humano-máquina (IHM) permite, tal como o nome indica, uma interface gráfica entre o operador e o sistema controlado e supervisionado. Em outras palavras, oferece uma "imagem" do sistema de forma gráfica, a partir de esquemas e/ou figuras que permitem uma visualização, de forma simultânea, dos seus constituintes e do seu estado de funcionamento. A Figura 1 apresenta as principais características desse sistema.

Figura 1: Principais características de um sistema de supervisão



Fonte: Rosário (2005).

METODOLOGIA

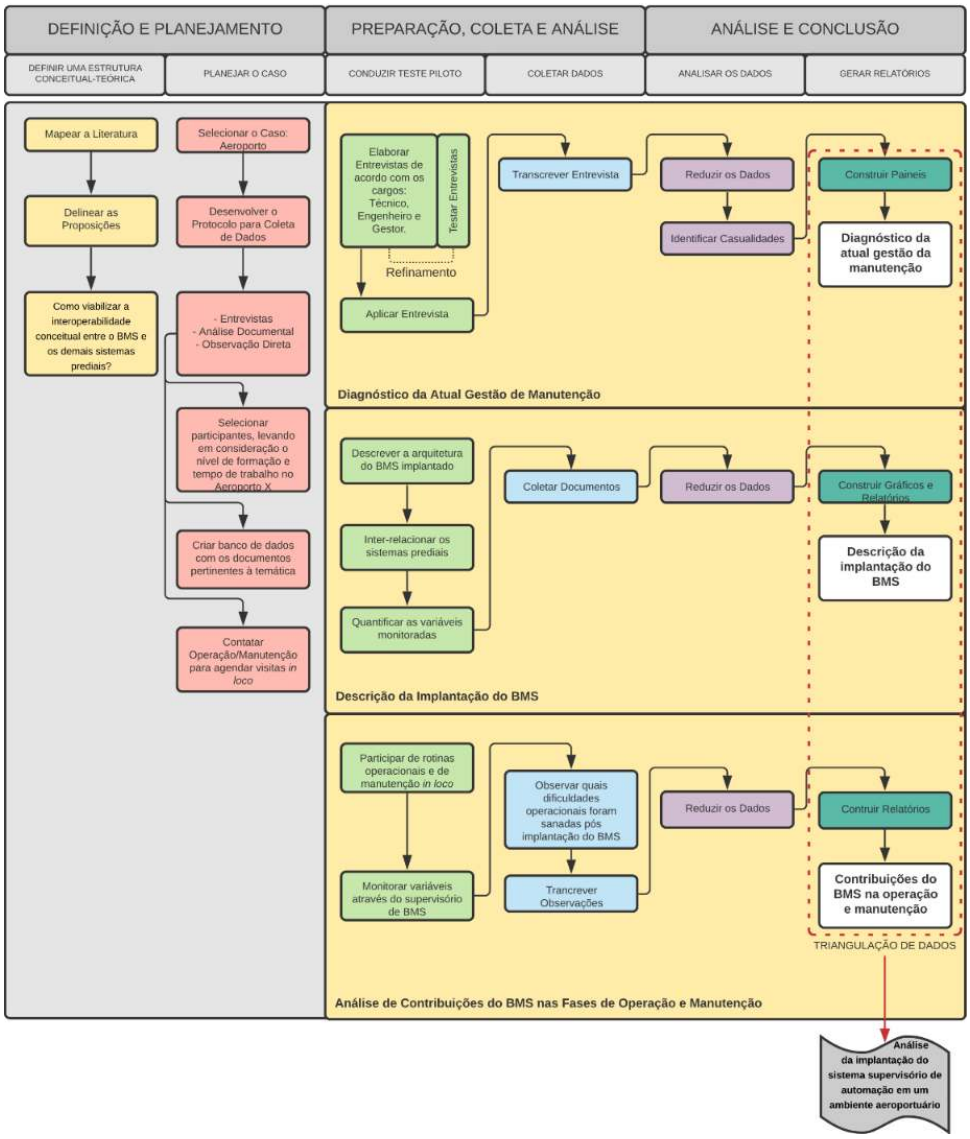
ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

Para um estudo classificar-se como um estudo de caso é necessário que surjam questões do tipo “como” e “porque” [7]. Além disso, o pesquisador deve ter pouco controle dos acontecimentos e o fenômeno estudado deverá ter enfoque na contemporaneidade da vida real. Nesse contexto, este trabalho tem como estratégia de pesquisa o estudo de caso, onde o objeto de análise é a implantação do BMS.

DELINEAMENTO DA PESQUISA

O delineamento desta pesquisa tem como base três etapas que [7] classificou como abordagem para estudos de caso: i) definição e planejamento; ii) preparação, coleta e análise; análise e conclusão. Com essas informações, somadas à condução de estudo de caso adotada por [8] foram realizadas adaptações para chegar ao delineamento metodológico do presente estudo, apresentado na Figura 2.

Figura 2: Delineamento Metodológico



Fonte: os autores.

AEROPORTO INTERNACIONAL X

O estudo foi realizado em um aeroporto no nordeste brasileiro, apresentado na Figura 3, denominado neste trabalho de Aeroporto Internacional X, tendo como objeto de análise o sistema de gestão predial implantado no sítio aeroportuário. Em 2018 deu-se início à obra de reforma e ampliação do aeroporto pela Construtora A, sendo concluído em 2020. A área do terminal de passageiro passou de 36 mil m² para 73 mil m².

Figura 3: Aeroporto Internacional X durante e após a reforma.



Fonte: construtora A.

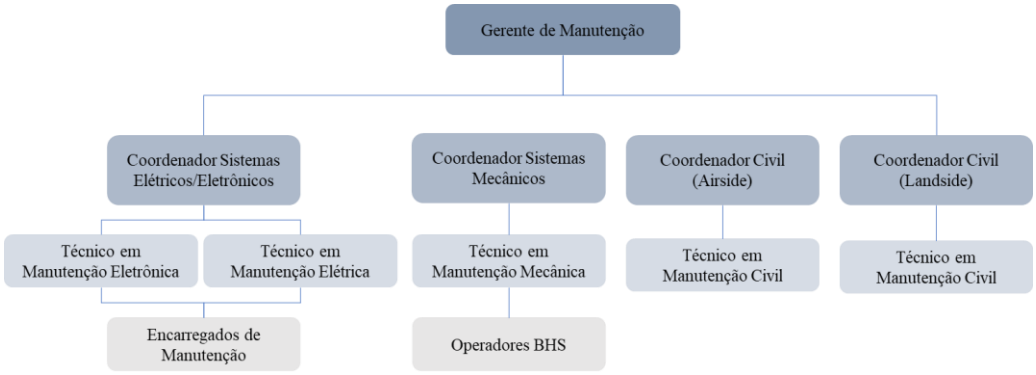
RESULTADOS

DIAGNÓSTICO ATUAL DE MANUTENÇÃO NO AEROPORTO INTERNACIONAL X

Esta seção é resultado da aplicação do questionário proposto, através de um diagnóstico operacional realizado no setor de manutenção do Aeroporto Internacional X. Atualmente, a manutenção conta com 25 funcionários locados no aeroporto (1 gerente, 4 coordenadores, 11 técnicos, 5 operadores e 4 encarregados). O setor ainda conta com o suporte de empresas terceirizadas de serviços de manutenção.

O organograma do setor não existe formalmente, sendo apresentado na Figura 4 um organograma de criação própria, de acordo com observações e conhecimentos adquiridos na empresa.

Figura 4: Organograma Manutenção



Fonte: os autores.

A escolha do corpo técnico entrevistado levou em consideração o período de experiência no referido aeroporto (o que possibilitou a análise de informações antes e depois da implantação do sistema) e o nível de formação. O Quadro 1 apresenta o perfil dos entrevistados.

Quadro 1: Perfil dos Entrevistados

Entrevistado	Tempo de Experiência no Cargo	Formação	Cargo
E1	15 a 19 anos	Engenheiro Eletricista	Gerente de Manutenção
E2	10 a 14 anos	Engenheiro Eletricista	Coordenador Elétrica/Eletrônica
E3	Mais de 20 anos	Engenheiro Mecânico	Coordenador Mecânica
E4	1 a 4 anos	Técnico em Eletrotécnica	Técnico em Eletrotécnica
E5	1 a 4 anos	Técnico em Mecânica	Técnico em Mecânica

Fonte: os autores.

TOMADA DE DECISÕES

Os coordenadores dos sistemas revelam que procedimentos menos eficientes eram adotados para cumprir as rotinas de manutenção, pois não tinham a visão dos parâmetros de funcionamento dos equipamentos. Os entrevistados acrescentam que a implantação do BMS trouxe ganhos homem-hora (HH), onde é possível ter acesso a históricos e leituras de funcionamento, e, assim, ter um maior poder de decisão.

ROTINAS OPERACIONAIS

À nível operacional, os técnicos foram questionados sobre algumas rotinas essenciais ao funcionamento dos sistemas. Em síntese, o Quadro 2 faz um paralelo das principais rotinas operacionais e como eram realizadas antes e após a implantação do BMS, na visão dos técnicos mais experientes responsáveis pela operabilidade dos sistemas.

Quadro 2: Procedimentos operacionais antes x depois da implantação do BMS

Rotina	Antes do BMS	Depois do BMS
Comando *On/Off* dos equipamentos	Comando *in loco*, de equipamento por equipamento.	Via programação horária ou comando operador, através do supervisório.
Definição da Quantidade de *Chillers* Acionados	Verificação *in loco*, através das informações fornecidas nos painéis dos *chillers* ou através das temperaturas dos *fancoils* mais distantes.	Acionamento automático. O sistema reconhece as necessidades de carga térmica do prédio e aciona apenas a quantidade de *chillers* necessárias para refrigerar os ambientes.
Regulagem de Temperatura e Controle de Carga Térmica	Acionamento de acordo com reclamação dos usuários. Verificação realizada *in loco*, realizando o controle manual das válvulas de água gelada.	Verificação de temperatura através do supervisório. Regulagem automática das válvulas para atender a carga térmica exigida pelo prédio.
Identificação de Falhas	Identificação após transtornos aos usuários ou após manutenções programadas.	Identificação em tempo real, através do sistema supervisório.

Fonte: os autores.

VANTAGENS E DIFICULDADES

Os entrevistados foram questionados acerca das principais dificuldades enfrentadas pela equipe e os maiores benefícios desde à implantação do sistema. Entre as principais dificuldades, de forma unânime, foi identificado a necessidade de mão de obra especializada para manter o sistema em pleno funcionamento, ou seja, em algumas situações é necessário acionar assistência técnica especializada.

Quando perguntados sobre os benefícios, os entrevistados citaram diversos pontos positivos da implantação do BMS, conforme listado no Quadro 3.

Quadro 3: Benefícios do uso do BMS

	Sistema intuitivo e de fácil funcionamento	Visualização de Parâmetros em Tempo Real	Controle e Acionamento de Equipamentos Remotamente	Otimização da mão de obra	Redução do Consumo de Água e Energia	Identificação de Falhas em Tempo Real
E1		X	X	X	X	X
E2		X	X	X	X	X
E3		X	X	X	X	X
E4	X	X	X		X	X
E5	X	X	X		X	X

Fonte: os autores.

Resumidamente, o principal benefício, como exposto anteriormente, se reflete na possibilidade do controle eficiente dos equipamentos de forma a utilizá-los de maneira mais racional e sustentável possível, contribuindo significativamente para a redução no consumo de energia e água.

SISTEMAS CONTROLADOS E SUPERVISIONADOS

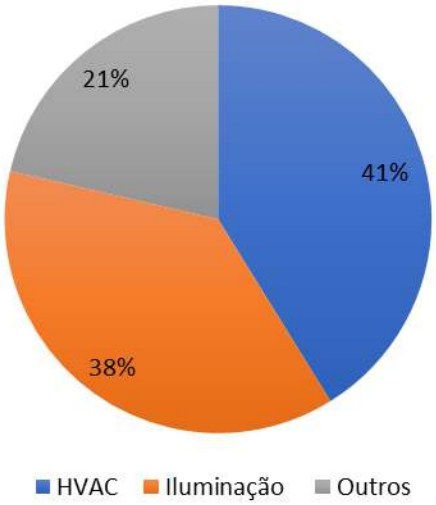
Com o intuito de reduzir o consumo de energia e insumos, a empresa detentora da administração aeroportuária adotou a automação como meio capaz de monitorar/controlar diversas variáveis dentro do edifício. De modo geral, é possível visualizar parâmetros elétricos, hidráulicos, mecânicos e eletrônicos.

Dentro de um edifício comercial, o *Heating, Ventilating and Air Conditioning* (HVAC) - traduzido para o português como Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado - representa mais de 40% da carga de energia, seguido pelo Sistema de Iluminação que representa cerca de 22% da carga consumida [9]. Diante do exposto, esses sistemas são considerados os principais elementos a serem levados em consideração quando o objetivo é eficiência energética.

A partir da análise da lista de pontos controlados, foi possível contabilizar a quantidade de variáveis integradas. Atualmente, há 40 painéis elétricos destinados ao sistema de HVAC. Esses painéis atendem 101 máquinas de HVAC que incluem *fancoils*, exaustores e ventiladores mecânicos, sendo monitoradas e/ou controladas 1776 variáveis (distribuídas em variáveis físicas e virtuais). Além dessas variáveis, o sistema ainda conta com 293 pontos integrados ao sistema de automação referentes à Central de Água Gelada e Condensada (*chillers*, bombas primárias, secundárias, torres de resfriamento e bombas de condensação).

Já Sistema de Iluminação possui 52 quadros, com um total de 455 circuitos monitorados, o montante aproximado de pontos integrados é de 1872, entre variáveis físicas e virtuais. As demais disciplinas, tendo como base a quantidade de pontos contratados de 5000, representa cerca de 21% do total, conforme gráfico apresentado na Figura 5.

Figura 5: Percentual de Variáveis por Disciplina

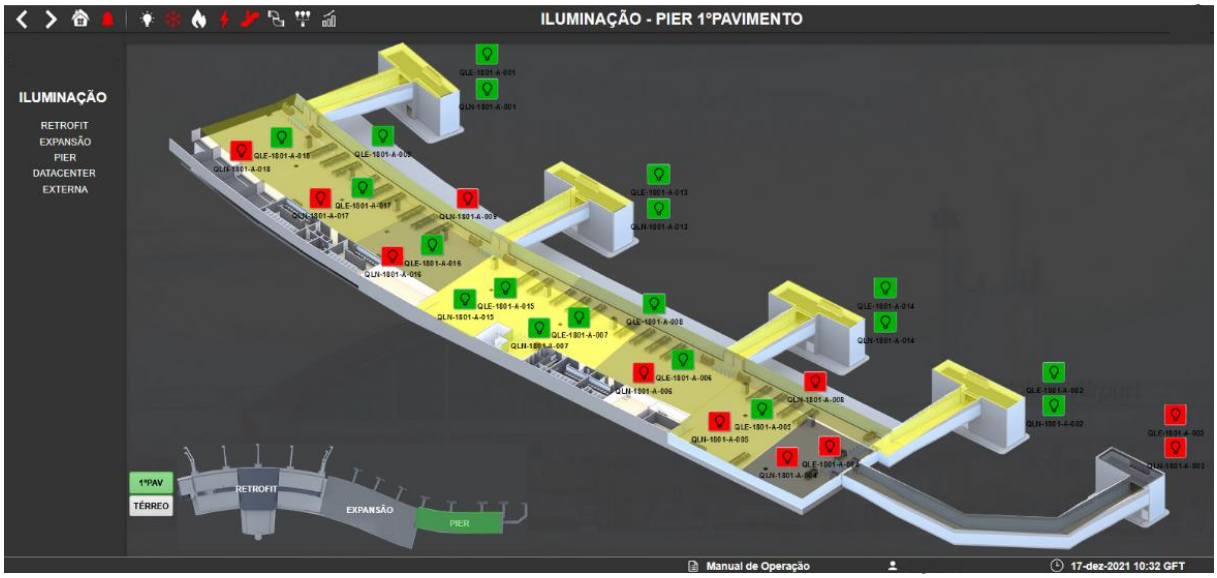


Fonte: os autores.

SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

No Sistema de Iluminação, a principal finalidade de integração ao BMS consiste na setorização dos circuitos a fim de proporcionar conforto visual e, sobretudo, economia de energia. Através do BMS é possível ligar ou desligar, automaticamente e remotamente, os circuitos de iluminação em função de programações horárias ou através do comando direto efetuado pelo operador. A Figura 6 apresenta uma das telas de iluminação dos pavimentos, sendo possível a visualização dos *status* dos circuitos em cada ambiente do edifício.

Figura 6: Tela de Supervisão Iluminação dos Pavimentos



Fonte: administradora (2021).

Além disso, é possível dar comandos a partir dessa IHM por meio de *pop ups* individuais de cada circuito ou quadro, como exposto na Figura 7.

Figura 7: Tela de Supervisão dos Circuitos de Iluminação



Fonte: administradora (2021).

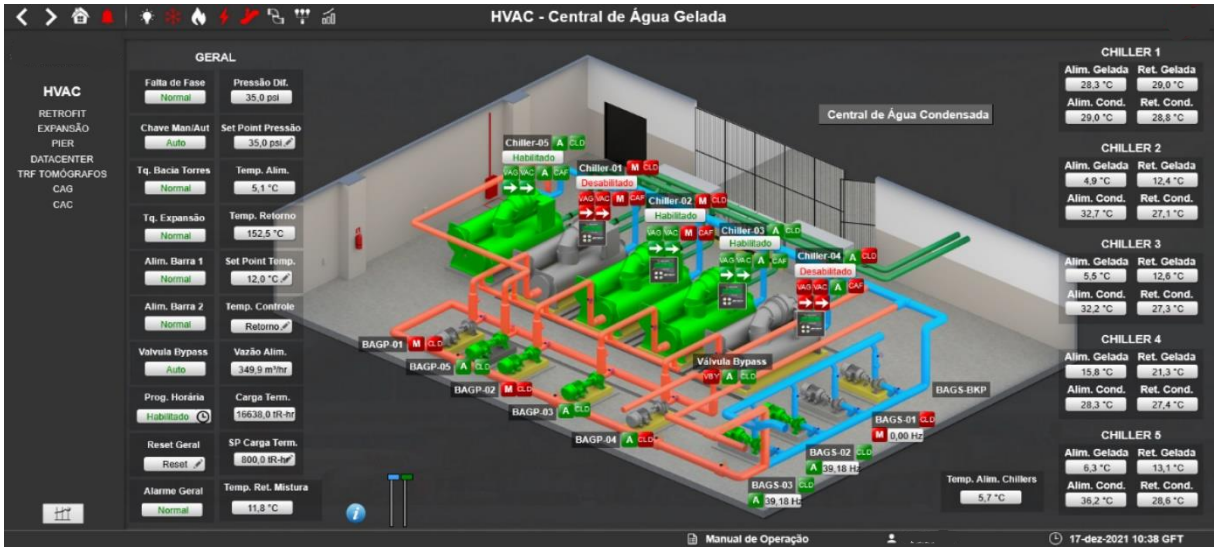
Na Figura 7, o circuito 1 do quadro QLT-04 está *setado* com a programação horária de fotocélula, influenciado pela incidência solar. Então quando escurece, o circuito liga. Já os outros dois circuitos estão setados com a programação horária 05, que foi configurada para ligar no final da tarde e desligar no início da manhã, em todos os dias da semana. Essas configurações são realizadas pelos operadores de acordo com as necessidades do aeroporto.

SISTEMAS MECÂNICOS

O Sistema de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado (AVAC) do Aeroporto Internacional X consiste em condensação a água, constituído basicamente por *chillers*, torres de resfriamentos, bombas de água condensada e água gelada, tubulação de água condensada e gelada, *fancoils* e válvulas. Dentre esses elementos citados que compõem o sistema de água gelada, o *chiller* (ou unidade de resfriamento – UR) é o componente considerado principal e possui a função de resfriar a água que é usada para condicionar o ar.

A integração da Central de Água Gelada (CAG) com o BMS – exposto nas Figuras 8 e 9 – permite o completo controle e monitoramento do sistema. A automação da CAG foi implantada com o intuito de minimizar o consumo energético dentro do aeroporto, tendo em vista que o sistema de HVAC é o maior responsável pelo consumo dentro dos edifícios.

Figura 8: Interface humano-máquina da Central de Água Gelada



Fonte: administradora (2021).

Figura 9: Central de Água Gelada



Fonte: os autores.

A tela de supervisão da CAG (Figura 8) é uma das principais interfaces utilizadas pelo setor da manutenção. Nela, é possível visualizar diversas variáveis essenciais à operação predial relativa aos sistemas mecânicos. É possível supervisionar, por exemplo: temperatura de água gelada e condensada, vazão, carga térmica, temperatura de retorno e alimentação, status e falhas de equipamentos, dentre outros.

CONTRIBUIÇÕES DO BMS PARA GESTÃO PREDIAL

O Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo elaborou um Guia Interativo de Eficiência Energética em Edificações, que tem por objetivo "apoiar e fornecer conhecimento técnico aos agentes do mercado da construção civil que buscam construir e operar edificações mais eficientes". Nesse guia, os autores destacam o BMS como um sistema capaz de coletar e gerar dados para diminuir custos operacionais e de energia elétrica, auxiliando em respostas automáticas nos sistemas integrados de acordo com as necessidades detectadas [10].

Esta seção apresenta resultados obtidos através de visitas de acompanhamento de rotinas operacionais *in loco* para compreender como se dá o funcionamento atual e a interoperabilidade das demais disciplinas prediais com o BMS, a fim de contribuir para a literatura e reafirmar as proposições citadas acima. Além disso, analisou-se, através de dados fornecidos pela administradora, o histórico de consumo e custo energético do período de 1998 a 2021 a fim de comparar dados antes e depois da implantação do sistema.

IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS

Em relação aos sistemas eletrônicos integrados à automação, o Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio (SDAI) constitui uma das mais importantes disciplinas supervisionadas. As Figuras 10 e 11 mostram, respectivamente, a tela de supervisão de SDAI com dispositivo em falha e o mesmo dispositivo *in loco*.

Figura 10: Tela Supervisório de SDAI 2º Pavimento



Fonte: administradora (2021).

Figura 11: Detector de Fumaça Danificado



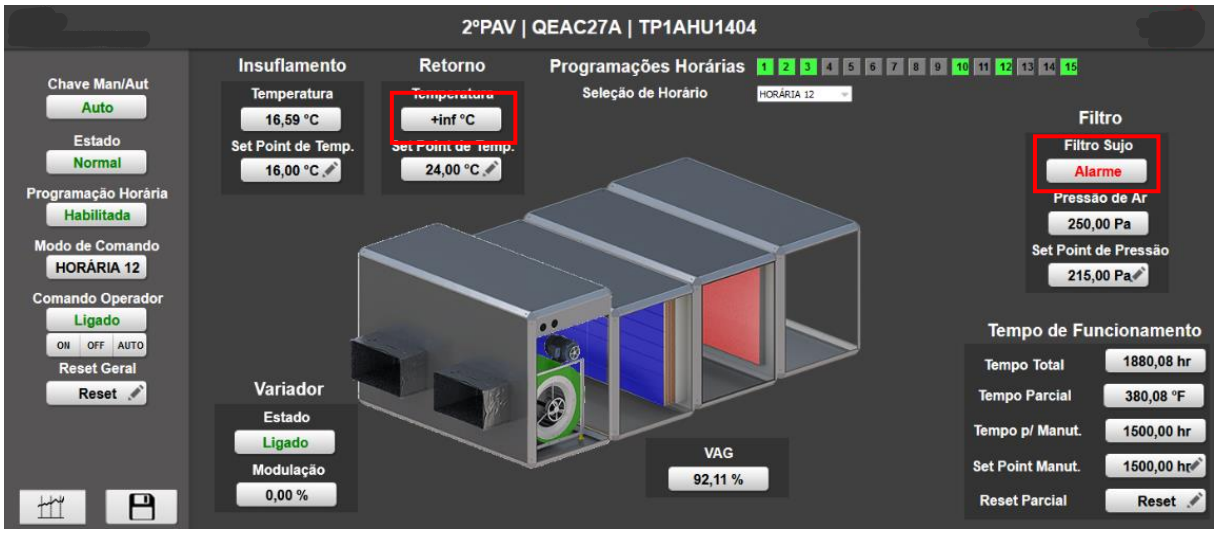
Fonte: os autores.

No exemplo apresentado nas Figuras 10 e 11, o supervisório detectou uma falha no dispositivo localizado no entreforro. Essa mesma falha foi informada pela Central de Incêndio à equipe de segurança do aeroporto, que, através do supervisório, conseguiu a localização exata do dispositivo com rapidez e confiabilidade. Após verificação em campo, a equipe de manutenção e operação diagnosticou que o dispositivo estava apresentando falha pois houve infiltração no entreforro, o que acabou danificando o detector de fumaça.

Nos sistemas mecânicos, assim como nos elétricos, as falhas vão além de paradas de operação. Há parâmetros e especificações que devem ser seguidos pelas máquinas e equipamento, que, muitas vezes, não operam conforme esperado. Esse tipo de falha, sem o BMS, é quase sempre imperceptível, o que põe em risco a vida útil do equipamento e sobrecarrega o sistema.

A Figura 12 apresenta uma tela que possibilitou a identificação de falhas em campo. Nela, é possível visualizar que o sensor de temperatura de retorno dessa máquina apresenta defeito e seu filtro está sujo. Nessa situação, o sistema gera uma notificação de falha e operador instrui a equipe a diagnosticar o problema no local.

Figura 12: Identificação de Falhas em Sensores de Temperatura



Fonte: administradora (2021).

Após a análise em campo, verificou-se que o sensor estava com o cabo rompido, conforme Figura 13.

Figura 13: Sensor de Temperatura com Cabo Rompido



Fonte: os autores.

GERAÇÃO DE GRÁFICOS E RELATÓRIOS

O BMS é capaz de exportar dados de falhas, temperaturas, status de equipamentos e alarmes em formado *excel*. Isso possibilita que a manutenção armazene essas informações em um banco de dados externo ao servidor para evitar sobrecarregar o sistema. Além disso, o sistema possui uma aba reservada à auditoria – Figura 14 –, então, qualquer comando realizado de forma remota é gravado pelo sistema para fins de fiscalização, quando necessário.

Figura 14: Supervisão de Auditorias



Fonte: administradora (2021).

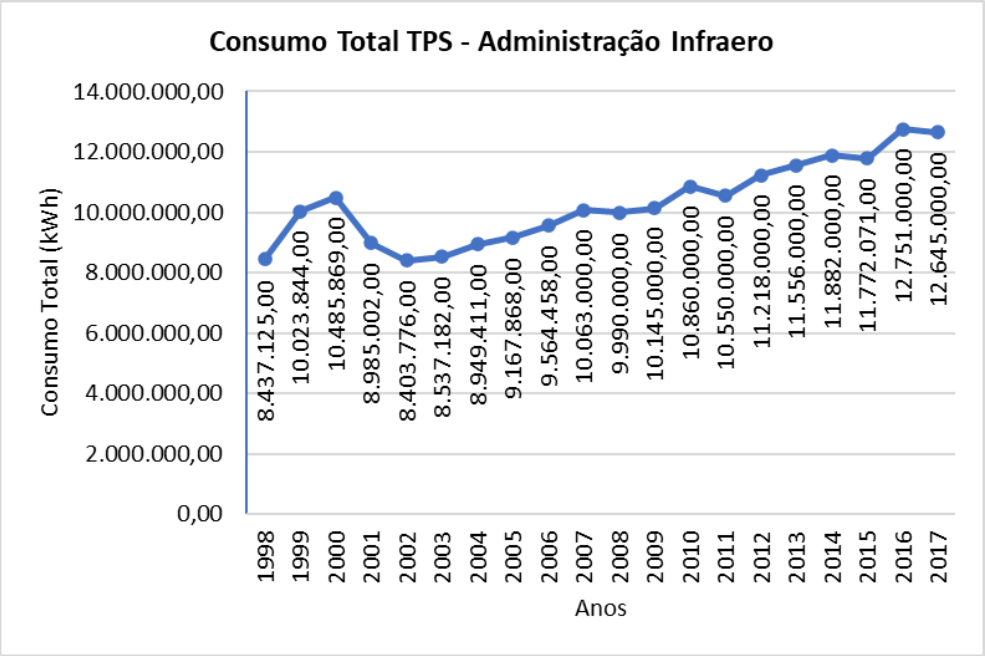
Em relação ao rateio de energia, o *software* gera gráficos e relatórios de consumo onde os operadores utilizam essas informações para realizar as cobranças às concessões.

HISTÓRICO ENERGÉTICO

Analisou-se dados históricos de 1998 a 2021 referente ao consumo de energia do Aeroporto Internacional X. De acordo com os dados fornecidos pela administradora atual – início da concessão em 2018 -, o Terminal de Passageiros (TPS) representa mais de 90% do consumo de energia elétrica dentro de todo o sítio aeroportuário. Nesse sentido, o TPS torna-se a principal fonte de estudo para questões de eficiência

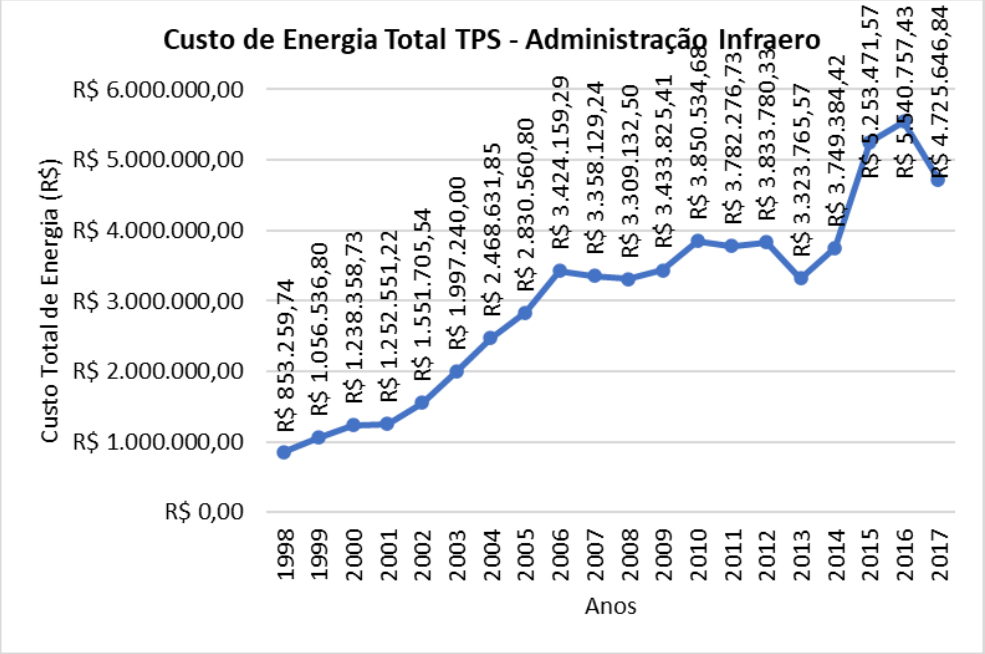
energética. Por meio das Figuras 15 e 16 é possível visualizar os gráficos, respectivamente, de consumo e custo total de energia do TPS sob administração pública.

Figura 15: Histórico de Consumo de Energia Total do TPS



Fonte: administradora (2021).

Figura 16: Custo Total de Energia TPS sob Administração Pública



Fonte: administradora (2021).

No ano de 2018, quando ainda ocorria as obras de melhoria em todo o sítio aeroportuário, o consumo total do TPS foi de 12.144.000 kWh para uma área construída de 36.043,67 m², tendo como gasto anual o montante de R$ 5.617.394,04. Já no ano de 2020, em um cenário pós-reforma, quando já haviam sido implantados todos os sistemas prediais, o TPS consumiu 14.810.000 kWh para uma área construída

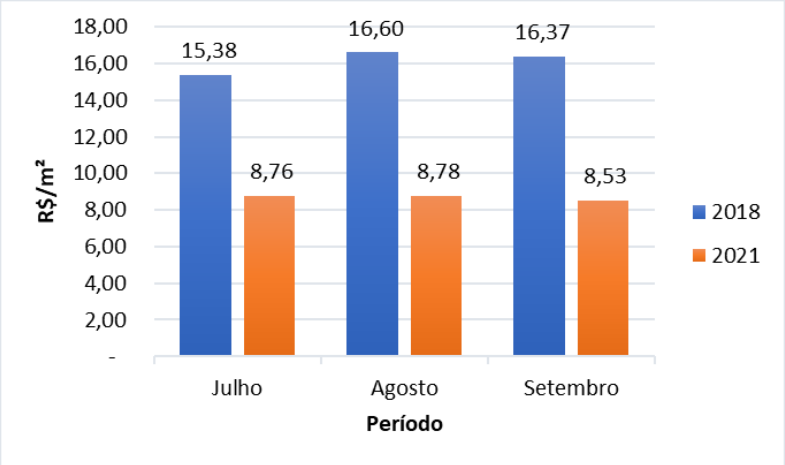
de 73.501,26 m² - expansão que representou pouco mais do dobro da área existente, onde a administradora pagou um montante de R$ 6.511.049,04.

No cenário exposto acima, em 2018, para cada m² construído foram consumidos 336,92 kWh, enquanto no ano de 2020 esse valor reduziu para 201,49 kWh/m². Enquanto em 2018 foi pago R$ 155,85/m², em 2020 o valor pago por metragem quadrada foi de R$ 88,58. Entretanto, o ano de 2020 foi marcado pela pandemia do Covid-19, registrando um total de passageiros de 2.481.327, quando em 2018 foram registrados 6.648.967 passageiros, tornando a comparação um pouco tendenciosa. Nesse período, mesmo sem grandes fluxos de passageiros, o prédio manteve-se em operação constante.

Mesmo diante do exposto, é inegável a parcela de contribuição do BMS na economia de energia. Em um cenário quase ideal, pós pandemia, pode-se comparar o ano de 2018 (antes da expansão) ao ano de 2021 (pós pandemia e pós expansão), onde o BMS já assumia um papel fundamental na operação e manutenção aeroportuária. Nesse sentido, foram analisados os três últimos meses registrados (julho, agosto e setembro).

Em julho, agosto e setembro de 2021 o consumo foi de, respectivamente, 1.352.000 kWh, 1.338.000 kWh e 1.304.000 kWh, o que representa um consumo por m² de 18,39 kWh/m², 18,20 kWh/m² e 17,74 kWh/m², respectivamente. No ano de 2018, nesse mesmo período, o consumo por metragem quadrada foi de 25,58 kWh/m², 29,60 kWh/m² e 28,44 kWh/m². A Figura 17 apresenta um gráfico de uma análise comparativa do custo por metro quadrado pago pela administradora referente ao consumo de energia elétrica dentro do edifício nos períodos analisados.

Figura 17: Custo do Consumo de Energia Elétrica por Metragem Quadrada



Fonte: os autores.

Pode-se inferir, portanto, que mesmo após grandes mudanças no tamanho da planta e no aumento da quantidade de equipamentos, o consumo energético foi otimizado a partir de rotinas operacionais automatizadas que permitem o consumo controlado de energia elétrica e outros insumos dentro do edifício. O monitoramento para prevenção de problemas possibilita intervir na edificação antes que tais problemas sejam refletidos nas contas de energia.

CONCLUSÃO

Através das entrevistas realizadas neste estudo, pôde-se concluir que o sistema supervisório otimizou tempo de mão de obra empregada para manter as demais disciplinas de instalações. Inferiu-se, ainda, que o BMS transmite confiabilidade e segurança nas informações fornecidas. Entretanto, os entrevistados destacaram algumas dificuldades em relação à operacionalização do sistema, como problemas de armazenamento de históricos e falta de mão de obra especializada. O corpo técnico entrevistado ressalta a importância do monitoramento e controle de variáveis para tomadas de decisões. Nesse sentido, o BMS mostra-se uma ferramenta capaz de fornecer informações estratégicas e controlar remotamente os principais sistemas que, de acordo com a literatura, representam grande fonte consumidora de energia.

Em relação às contribuições analisadas sob observações diretas, o BMS permite gerar gráficos e relatórios de forma automatizada, sem necessitar despender mão de obra para coletar dados de equipamento. A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) exige relatórios periódicos de registros de temperaturas e outros dados que, atualmente, são coletados a partir do sistema. Isso torna os processos mais robustos e automatizados.

Por fim, ao estudar a série histórica referente aos dados de consumo energético da instalação, é possível identificar os fatores que influenciam o consumo de uma maneira macro, como o uso indiscriminado de *chillers*, *fancoils* e iluminação. Entretanto, a análise a posteriori dos dados, por si só, é incapaz de gerar informações concretas sobre todas as dinâmicas que influenciam o consumo energético.

REFERÊNCIAS

[1] SALTIÉL, R. M.F; NUNES, F. L. Indústria 4.0 e Sistema Hyundai de Produção: suas interações e diferenças. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2017, São Bento do Sul. **Anais** [...]. Santa Catarina, 2017.

[2] PÄRN, E.A.; EDWARDS, D.J.; SING, M.C.P. The building information modelling trajectory in Facilities management: A review. **Automation in Construction**, [s.l.], nº 75, p. 45–55, 2017.

[3] SOUZA, R. B. de. **Uma arquitetura para sistemas supervisórios industriais e sua aplicação em processos de elevação artificial de petróleo**. Dissertação (Mestrado em Automação e Sistemas; Engenharia de Computação; Telecomunicações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

[4] MORAES, C. C. de; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de automação industrial.** 2ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

[5] ROSÁRIO, J. M. **Princípios da Mecatrônica.** São Paulo: Prentice Hall, 2005.

[6] BAILEY, D.; WRIGHT, E. Practical SCADA for Industry. **Elsevier Science**, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-075065805-8/50004-0>. Acesso em: 6 de abril de 2022.

[7] YIN, R. K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. 2ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2001.

[8] MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção,** São Paulo, vol.17, nº 1, p. 216-229, 2007.

[9] ELETROBRAS. **Programa Nacional de Conservação de Energia - PROCEL Edifica.**2007. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/node/24>. Acesso em: 26 de outubro de 2021.

[10] SINDUSCON-SP. **Guia Interativo de Eficiência Energética em edificações.** 2018. Disponível em: <https://www.guiaenergiaedificacoes.com.br/wp-content/themes/backup/pdfs/guia-de-eficiencia-energetica.pdf>. Acesso em: 25 de novembro de 2021.