

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

**Indicadores-chave de desempenho na gestão da manutenção de edifícios
corporativos**

IGOR GAMA GALANTE

São Paulo
2026

IGOR GAMA GALANTE

**Indicadores-chave de desempenho na gestão da manutenção de edifícios
corporativos**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Especialista em Tecnologia e Gestão na
Produção de Edifícios

Orientador: Prof. Me. Mauricio Marques
Resende

São Paulo

2026

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-publicação

Galante, Igor Gama

Indicadores-chave de desempenho na gestão da manutenção de edifícios corporativos / I. G. Galante -- São Paulo, 2020.
84 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Manutenção predial 2.Gestão da manutenção 3.Indicadores-chave de desempenho I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome do autor: Igor Gama Galante

Título do trabalho: Indicadores-chave de desempenho na gestão da manutenção de edifícios corporativos.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Especialista em Tecnologia e Gestão na Produção de edifícios.

Data de avaliação: _____

Banca examinadora

Prof.(a) Dr.(a): _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof.(a) Dr.(a): _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof.(a) Dr.(a): _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, que sempre me incentivou a seguir em frente com determinação e coragem. Aos meus pais, pelo amor incondicional, pelos valores transmitidos e pelo apoio em cada etapa da minha vida. A todos que acreditaram em mim e me inspiraram a nunca desistir dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela força e saúde que me permitiram enfrentar os desafios ao longo desta jornada.

Ao Professor Me. Mauricio Marques Resende, pela orientação atenciosa, pelas valiosas contribuições e pelo incentivo ao desenvolvimento deste trabalho.

À instituição sociocultural, pela oportunidade de aplicar este estudo em um ambiente prático, pela disponibilidade das informações e pelo apoio durante a realização do estudo de caso, além da bolsa de estudos concedida.

Aos colegas de curso e aos amigos, pela troca de experiências, pelo companheirismo e pelas conversas que tornaram a caminhada mais leve e enriquecedora.

À minha família, meu alicerce, pela paciência, apoio emocional e motivação constantes. Sem vocês, nada disso seria possível.

RESUMO

GALANTE, I.G. **Indicadores-chave de desempenho na gestão da manutenção de edifícios corporativos**. 2026. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2026.

A manutenção predial é uma atividade estratégica para a conservação e o desempenho de edifícios corporativos, impactando diretamente a segurança, o conforto dos usuários e a continuidade das operações. A gestão eficiente desses processos demanda ferramentas para o monitoramento de desempenho e a tomada de decisões embasadas em dados. Este trabalho tem como objetivo propor e aplicar uma metodologia para a definição de indicadores-chave de desempenho (KPIs) e o estabelecimento de seus valores críticos na gestão da manutenção predial. A metodologia adotada incluiu uma revisão bibliográfica e um estudo de caso realizado em um edifício corporativo pertencente a uma instituição sociocultural brasileira. Por meio da análise de dados históricos de ordens de serviço, foram aplicados critérios de seleção fundamentados na análise de aderência à literatura especializada (Assunção, 2017; EN 15341:2019; ABRAMAN, 2022), além de procedimentos de tratamento e validação da base de dados, incluindo filtragem por status, exclusão de categorias não aderentes ao escopo e análise estatística por meio de correlação de Pearson com teste de significância t de Student, visando aumentar a confiabilidade das análises. Nesse contexto, foi estruturado um sistema de medição com indicadores relacionados ao tempo de resposta, à taxa de conclusão e à periodicidade das manutenções preventivas, ao esforço corretivo e aos custos de manutenção, cujos valores críticos foram definidos a partir da linha de base histórica da própria operação, compreendendo o período de janeiro de 2022 a dezembro de 2023, e complementados por referências técnicas normativas. Conclui-se que a aplicação sistemática da metodologia proposta demonstrou relevância para apoiar a tomada de decisão gerencial, reduzir a reatividade operacional e promover a melhoria contínua na gestão da manutenção predial.

Palavras-chave: Manutenção predial. Gestão da manutenção. Indicadores de desempenho. Desempenho operacional.

ABSTRACT

GALANTE, I.G. Key Performance Indicators in Corporate Building Maintenance Management. 2026. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2026.

Building maintenance is a strategic activity for the conservation and performance of corporate buildings, directly impacting user safety, comfort, and operational continuity. Effective management of these processes requires performance monitoring tools and data-driven decision-making. This study aims to propose and apply a methodology for defining key performance indicators (KPIs) and establishing their critical values in building maintenance management. The adopted methodology comprised a literature review and a case study conducted in a corporate building belonging to a Brazilian sociocultural institution. Based on the analysis of historical work order data, indicator selection criteria were established according to alignment with specialized literature (Assunção, 2017; EN 15341:2019; ABRAMAN, 2022). Data treatment and validation procedures were also applied, including status filtering, exclusion of non-adherent categories, and statistical analysis using Pearson's correlation with Student's t-test for significance assessment, in order to enhance analytical reliability. Within this context, a performance measurement system was structured, including indicators related to response time, completion rate and periodicity of preventive maintenance, corrective workload, and maintenance costs. Critical values were defined based on the historical operational baseline covering the period from January 2022 to December 2023, complemented by normative technical references. The results indicate that the systematic application of the proposed methodology supports managerial decision-making, reduces operational reactivity, and promotes continuous improvement in building maintenance management.

Keywords: Building maintenance. Maintenance management. Key performance indicators. Operational performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre custo total anual de manutenção e faturamento bruto das empresas	17
Figura 2 - A circulação de informação no sistema de gestão de manutenção	34
Figura 3 – Processo de inspeção	35
Figura 4 - Extração de OSs do software de manutenção	45
Figura 5 - Número de registros extraídos do software de manutenção	45
Figura 6 – Gráfico de Pareto.....	49
Figura 7 – Tipo de manutenção	50
Figura 8 – Sequência metodológica	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definições de manutenção	23
Quadro 2 - Principais responsabilidades dos membros de uma organização para a implantação da terotecnologia.....	28
Quadro 3 - Definições de manutenção de edifícios	32
Quadro 4 – Classificação por status da amostra bruta.....	46
Quadro 5 – Classificação da amostra por sistema predial	46
Quadro 6 – Resumo dos resultados dos KPIs.....	71
Quadro 7 – Dados para o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação entre tempo de diagnóstico e de reparo em função da atividade	25
Tabela 2 – Parâmetros de avaliação para o TTRG	64
Tabela 3 – Parâmetros de avaliação para o percentual de OS de preventivas concluídas.....	65
Tabela 4 – Parâmetros de avaliação para a periodicidade das intervenções preventivas	66
Tabela 5 – Parâmetros de avaliação para o tempo de respostas para chamados corretivos.	67
Tabela 6 – Parâmetros de avaliação para o número de OS concluídas	68
Tabela 7 – Parâmetros de avaliação para o valor despendido para manutenções preventivas	69
Tabela 8 – Parâmetros de avaliação para a quantidade total de horas-homem gastas em corretivas	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção
AIMAN – *Associazione Italiana Tecnici di Manutenzione*
AVAC – Ar-Condicionado, Ventilação e Aquecimento
BI – *Business Intelligence*
BS – *British Standard*
EFM – Elemento Fonte de Manutenção
EN – *European Norm*
HH – Horas-Homem
IFS – *Industrial and Financial Systems*
ISO – *International Organization for Standardization*
KPI – *Key Performance Indicator* (Indicador-Chave de Desempenho)
MTBF – *Mean Time Between Failures* (Tempo Médio Entre Falhas)
MTTR – *Mean Time to Repair* (Tempo Médio Para Reparo)
NBR – Norma Brasileira
OS – Ordem de Serviço
SLA – *Service Level Agreement* (Acordo de Nível de Serviço)
TTRG – Tempo Total de Resposta Geral

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Percentual
$\leq$	Menor ou igual a
$\geq$	Maior ou igual a
α	Nível de significância
h	Hora
m ²	Metro quadrado
n	Tamanho da amostra
r	Coeficiente de correlação de Pearson
R\$	Real (moeda brasileira)
t	Estatística do teste t de Student
μ	Média
σ	Desvio padrão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Contextualização	15
1.2	Objetivo geral	18
1.3	Objetivos específicos.....	18
1.4	Justificativa	18
1.5	Metodologia	20
2	DESENVOLVIMENTO	22
2.1	Conceitos relacionados à manutenção.....	22
2.1.1	Manutenção corretiva	23
2.1.2	Manutenção preventiva	24
2.1.3	Manutenção preditiva	26
2.1.4	Manutenção detectiva.....	26
2.1.5	Terotecnologia	27
2.2	A manutenção aplicada aos edifícios.....	29
2.2.1	Os conceitos relacionados à manutenção de edifícios	31
2.2.2	A gestão da manutenção de edifícios	33
2.3	Conceitos relacionados a indicadores-chave de desempenho.....	36
2.3.1	KPIs na gestão da manutenção predial	37
3	ESTUDO DE CASO	41
3.1	Apresentação da empresa.....	41
3.2	Estrutura organizacional	41
3.3	Caracterização do edifício e do sistema de manutenção	42
3.4	Metodologia para definição dos KPIs e dos valores críticos.....	43
3.4.1	Seleção e justificativa dos indicadores-chave de desempenho.....	45
3.4.2	Conceituação dos KPIs selecionados.....	52
3.4.3	Processo de estabelecimento dos valores críticos	57
3.4.4	Processo de parametrização dos KPIs.....	60

3.5	Limitações do método	61
4	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	62
4.1	Tempo total de resposta geral (TTRG).....	62
4.2	Percentual de ordens de serviço preventivas concluídas	64
4.3	Periodicidade das intervenções preventivas	65
4.4	Tempo de resposta para atendimento de chamados de corretiva	66
4.5	Número de ordens de serviço concluídas	67
4.6	Valor despendido para manutenções preventivas.....	68
4.7	Quantidade de horas-homem gastas para manutenções corretivas	69
4.8	Síntese e discussão integrada dos resultados	70
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a estrutura fundamental desta monografia. Inicialmente, é feita a contextualização do tema, destacando a relevância da gestão da manutenção predial. Em seguida, são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos que norteiam a investigação. Posteriormente, é detalhada a justificativa que ressalta a importância e a pertinência da pesquisa e, por fim, descreve-se a metodologia empregada para o desenvolvimento do estudo.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

As atividades de manutenção existem para evitar a degradação dos equipamentos e instalações, normalmente causada pelo desgaste natural e pelo uso (ROSA, 2006). Para Donas (2004), a manutenção compreende a correção e a prevenção de falhas, sendo que, conforme o ambiente de aplicação ou a criticidade da falha, sua importância torna-se ainda maior, pois envolve aspectos econômicos, como a otimização da produção, a preservação do meio ambiente, a disponibilidade dos equipamentos e a segurança dos usuários.

A manutenção predial pode ser definida ainda como o conjunto de todas as atividades relacionadas às operações de conservação, adequação, restauração, substituição e prevenção das condições físicas dos edifícios (PINTO e XAVIER, 2001).

Segundo Cabral (2021), a manutenção predial se divide basicamente em três modalidades: preventiva, corretiva e de melhoria. A manutenção preventiva é realizada com o objetivo de evitar avarias, perdas ou redução de função. A corretiva é a realizada na sequência de uma avaria ou perda de função. Finalmente, a de melhoria mantém as condições de uso do bem ou atendimento às normas legais vigentes.

No contexto macro, a indústria da construção civil - em especial o segmento de habitação - passou por uma verdadeira transformação com a publicação inicial, em 2013, da norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2024). A norma trouxe, dentre outras coisas, a preocupação de projetistas, incorporadores e construtores com as técnicas empregadas nesses empreendimentos, uma vez que foram definidos critérios e parâmetros mínimos de qualidade para os diversos sistemas e subsistemas que compõem uma edificação habitacional.

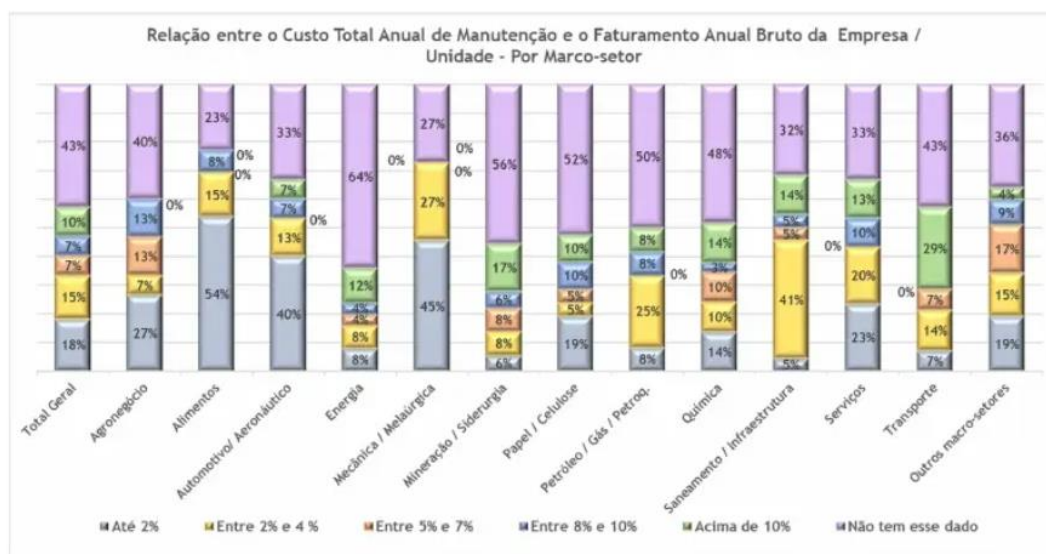
Embora muito útil nas etapas de projeto e construção, a norma concentra-se predominantemente em requisitos de desempenho associados à concepção e execução da edificação. A fase de uso e operação, por sua natureza contínua e prolongada ao longo da vida útil do edifício, impõe desafios gerenciais relevantes, especialmente no que se refere ao controle de custos e à manutenção do desempenho ao longo do tempo. Todavia, existe a definição na NBR 15575 (ABNT, 2024a) de que o usuário – ou seu preposto – deve realizar a manutenção da edificação em consonância com a NBR 5674 (ABNT, 2024b), e de modo que não sejam efetuadas modificações que prejudiquem o desempenho original, ou seja, aquele que foi entregue pela construtora, que, por sua vez, não é responsabilizada por modificações feitas por aqueles que utilizam e operam o produto.

Considerando a participação direta dos usuários na preservação das condições de desempenho originais e vida útil projetada dos sistemas e subsistemas da edificação, e tomando como base a relevância econômica da fase de uso e operação, a gestão da manutenção predial torna-se uma ferramenta essencial para assegurar que determinada edificação possa operar com segurança e conforto para os ocupantes, satisfazendo suas exigências.

Segundo Burgardt (2002), a manutenção passou a assumir papel estratégico nas organizações, deixando de ser apenas uma função de suporte operacional para integrar a gestão de desempenho dos ativos.

As construções e equipamentos devem sofrer procedimentos rotineiros de manutenção para maximizar a vida útil. Entretanto, muitos setores da sociedade consideram a manutenção como um encargo financeiro desnecessário e, por vezes, acabam negligenciando sua importância. Dados de 2022 da Associação Brasileira de Manutenção – ABRAMAN (ABRAMAN, 2022) indicam que, de forma geral, as empresas destinam uma parcela relativamente pequena do faturamento anual bruto para manutenção (Figura 1), concentrando-se majoritariamente na faixa de até 4%, sendo comum valores inferiores a 2%. Em alguns casos, especialmente em setores mais intensivos em ativos, esse percentual pode chegar a 5% ou 7%, enquanto valores acima de 10% são pouco frequentes. Essa relação evidencia que, embora os custos de manutenção representem uma fração do faturamento, sua gestão eficiente é estratégica para garantir competitividade, produtividade e lucratividade empresarial.

Figura 1 - Relação entre custo total anual de manutenção e faturamento bruto das empresas



Fonte: ABRAMAN (2022).

A manutenção das edificações requer a implantação de um sistema estruturado, fundamentado em procedimentos organizados, capaz de controlar as intervenções necessárias, reduzir custos operacionais e manter níveis adequados de desempenho e satisfação dos usuários. Para o gerenciamento dessas atividades, propõe-se a organização de um sistema de manutenção capaz de responder ao grande e diversificado conjunto de demandas técnicas.

No Brasil, a gestão da manutenção predial encontra respaldo em normas como a NBR 5674 (ABNT, 2024) e a NBR ISO 41001 (ABNT, 2020), as quais estabelecem requisitos para sistemas de gestão e diretrizes para a manutenção de edificações. Entretanto, a operacionalização prática desses sistemas, especialmente no que se refere à definição de indicadores de desempenho e parâmetros quantitativos de controle, ainda demanda aprofundamento metodológico nas organizações. Nesse contexto, torna-se necessário refletir sobre os conceitos que permeiam a manutenção predial e estruturar metodologias apoiadas em requisitos, critérios e indicadores de desempenho, capazes de fornecer informações consistentes sobre a situação atual e os padrões desejados para o edifício, considerando o contexto específico em que a edificação está inserida.

Entretanto, não basta apenas definir requisitos e critérios de desempenho para as diversas partes que compõem o edifício. Conforme estabelece a NBR 5674 (ABNT, 2024), esses requisitos devem ser acompanhados por meio de procedimentos

sistemáticos de inspeção e controle ao longo da vida útil da edificação, garantindo a manutenção das condições de desempenho previstas.

Visando a orientação dos gestores para a tomada de decisão e o bom andamento dos serviços de manutenção, o presente trabalho busca gerar indicadores de desempenho e estabelecer os seus valores críticos, a fim de auxiliar na gestão da manutenção predial de edifícios corporativos.

1.2 OBJETIVO GERAL

Propor e aplicar uma metodologia para a seleção, análise e estabelecimento de valores críticos para indicadores-chave de desempenho (KPIs), visando a otimização da gestão da manutenção em um edifício corporativo.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre os conceitos de manutenção predial, métodos de avaliação e os principais indicadores de desempenho utilizados no setor.
- Diagnosticar os sistemas mais críticos do edifício em estudo por meio da análise de dados históricos de Ordens de Serviço, utilizando o Gráfico de Pareto.
- Selecionar e justificar um conjunto de KPIs relevante para o contexto do estudo de caso, abrangendo as dimensões de custo, qualidade e eficiência.
- Estruturar e aplicar um processo para o estabelecimento dos valores críticos de cada KPI de acordo com linha de base histórica interna e critérios técnicos normativos.

1.4 JUSTIFICATIVA

A relevância da gestão da manutenção predial tem sido progressivamente reconhecida devido à sua influência direta na conservação das edificações, na eficiência operacional e na satisfação dos usuários. No contexto de edifícios corporativos, essas atividades ganham ainda mais importância por estarem

associadas à preservação do valor patrimonial, à segurança e ao conforto dos ocupantes, bem como à continuidade das operações empresariais.

Sob a perspectiva econômica, a relevância da manutenção predial pode ser compreendida a partir da dimensão do patrimônio construído no país. O setor da construção civil representa parcela significativa do Produto Interno Bruto brasileiro, situando-se historicamente em torno de 6% a 7% do PIB, segundo dados do IBGE. A manutenção predial, ao atuar diretamente na preservação e prolongamento da vida útil de projeto desses ativos, exerce papel fundamental na proteção desse capital imobilizado.

Entretanto, a implantação de práticas eficazes de gestão da manutenção predial em edifícios corporativos enfrenta desafios significativos. Um dos principais é a ausência de indicadores-chave de desempenho (KPIs) padronizados que possibilitem o monitoramento e o controle eficiente dos sistemas prediais. Embora as indústrias tenham avançado consideravelmente na utilização de KPIs para otimizar processos, essa prática ainda é pouco difundida no setor de manutenção predial, especialmente no Brasil. Tal lacuna resulta na subutilização de recursos, aumento de custos operacionais e redução da vida útil projetada das edificações.

Além disso, a negligência na definição e aplicação de KPIs pode comprometer não apenas a funcionalidade das edificações, mas também a segurança e o bem-estar dos usuários. Edifícios corporativos geralmente abrigam uma grande quantidade de pessoas e processos que dependem de sistemas prediais plenamente funcionais. Problemas como falhas em sistemas elétricos, hidráulicos ou de climatização podem levar a interrupções significativas e prejuízos financeiros, além de potenciais riscos à segurança.

Nesse contexto, a definição de KPIs para a gestão da manutenção predial permite estruturar o monitoramento do desempenho e apoiar o processo decisório com base em dados operacionais. Os KPIs permitem não apenas o acompanhamento do desempenho atual dos sistemas, mas também a identificação de oportunidades de melhoria e a prevenção de falhas. Eles também possibilitam que gestores tomem decisões baseadas em dados, garantindo maior precisão na alocação de recursos e maior eficácia no planejamento de manutenções preventivas e corretivas.

A escolha de edifícios corporativos como objeto de estudo justifica-se por sua relevância no contexto da gestão de ativos organizacionais. Conforme a ISO 55000 (2024), ativos físicos devem ser geridos de modo a gerar valor para a organização ao

longo de seu ciclo de vida. Nesse sentido, edifícios corporativos representam ativos estratégicos, cujo desempenho influencia a continuidade operacional, os custos organizacionais e a qualidade do ambiente de trabalho. Assim, a eficácia da gestão da manutenção nesses contextos impacta diretamente os resultados operacionais e a percepção dos usuários.

Assim, este trabalho contribui para o aprimoramento da gestão da manutenção predial ao propor e aplicar um método estruturado, composto por critérios normativos, procedimentos de tratamento de dados e técnicas estatísticas, para a seleção de KPIs e definição de seus valores críticos, validada por meio de um estudo de caso prático. A pesquisa não só agrega conhecimento acadêmico, mas também fornece subsídios práticos para gestores que buscam melhorar a eficiência operacional de seus empreendimentos, contribuindo para a melhoria do desempenho operacional e para a tomada de decisão baseada em dados.

1.5 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido em duas etapas complementares: uma teórica e uma prática-analítica (estudo de caso).

A primeira etapa consistiu em uma revisão bibliográfica aprofundada sobre os temas de gestão da manutenção predial, as diferentes modalidades de manutenção e a aplicação de indicadores-chave de desempenho (KPIs) no setor, utilizando referências nacionais e internacionais para construir a fundamentação teórica do trabalho.

A segunda etapa, de caráter prático-analítico, foi estruturada como um estudo de caso em um edifício administrativo central pertencente a uma instituição sociocultural brasileira, preservando-se sua identidade por motivos de confidencialidade. A abordagem metodológica desta etapa envolveu os seguintes passos:

1º) Diagnóstico Operacional: Extração e tratamento de uma base de 11.425 Ordens de Serviço do *software* de manutenção, seguida pela aplicação do Gráfico de Pareto para identificar os sistemas prediais mais críticos.

2º) Seleção dos KPIs: Definição de um conjunto de indicadores de desempenho com base no diagnóstico realizado, em *benchmarks* da literatura e na disponibilidade de dados.

3º) Estabelecimento de Parâmetros: Definição dos valores críticos para cada KPI a partir da linha de base histórica da própria instituição (janeiro de 2022 a dezembro de 2023), utilizando média, desvio padrão e valores extremos (mínimo e máximo) como parâmetros de controle.

4º) Análise de Resultados: Cálculo e análise crítica dos indicadores para o período estudado, comparando os resultados obtidos com os parâmetros de avaliação previamente estabelecidos.

Esta metodologia permitiu, portanto, validar um processo estruturado para a análise de desempenho da gestão da manutenção predial, fornecendo uma ferramenta prática para a tomada de decisões baseada em dados.

2 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo, será apresentada a fundamentação teórica que sustenta esta pesquisa. Serão abordados os conceitos essenciais da manutenção predial, desde sua evolução histórica e terminologias até a caracterização das principais modalidades de manutenção — corretiva, preventiva e preditiva e detectiva — bem como a abordagem da terotecnologia enquanto diretriz integrada de gestão ao longo do ciclo de vida dos ativos. Adicionalmente, será discutida a importância da gestão da manutenção e a aplicação de KPIs como ferramentas estratégicas para o monitoramento e a otimização dos processos, construindo o embasamento conceitual necessário para a metodologia e a análise de resultados que serão desenvolvidas nos capítulos seguintes.

2.1 CONCEITOS RELACIONADOS À MANUTENÇÃO

A concepção sobre a função da manutenção evoluiu ao longo do século XX, deixando de ser compreendida apenas como atividade corretiva associada à falha e ao reparo, para assumir papel mais estruturado na gestão dos ativos. Conforme destacam Monchy (1989) e Baldin et al. (1982), essa transição foi impulsionada pela crescente necessidade de disponibilidade e confiabilidade dos sistemas produtivos, especialmente no contexto industrial do período pós-Segunda Guerra Mundial.

A partir da década de 1980, com a disseminação de filosofias de gestão da qualidade, a manutenção deixou de ser um centro de custo para se tornar um parceiro estratégico da produção (MIRSHAWKA; OLMEDO, 1993). A ênfase deslocou-se da simples reparação de falhas para a prevenção e, mais recentemente, para a predição, buscando antecipar problemas antes que eles ocorram e garantir a máxima vida útil dos ativos com o custo global ótimo, uma visão consolidada por referências como Gomes (1998) e Seeley (1987).

Essa evolução consolidou a necessidade de definições formais para a manutenção. O termo¹, inicialmente utilizado no contexto militar (MONCHY, 1989), foi apropriado pelo setor industrial para designar as atividades de “manter”, “restabelecer”

¹ Segundo Monchy (1986), o termo manutenção começou a ser utilizado pelas indústrias por volta de 1950 nos Estados Unidos da América (EUA).

ou “conservar” os ativos, conforme demonstram as definições apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Definições de manutenção

Autor	Definição de Manutenção
BS 3811 (BSI, 1993)	“A combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as ações de supervisão, com o objetivo de manter ou restaurar o estado no qual ele pode executar a função requerida”.
NF X 60-010 (AFNOR, 1994)	“É o conjunto de ações que permite manter ou restabelecer um bem dentro de um estado específico ou na medida para assegurar um serviço determinado. Estas ações são uma combinação de atividades técnicas, administrativas e gerenciamento”.
Cabral (2021)	“Conjunto de ações que asseguram o funcionamento adequado de máquinas e instalações, por meio de intervenções oportunas e eficazes, conforme boas práticas e exigências legais, prevenindo falhas e restaurando a operacionalidade com rapidez e custo otimizado”.
Gomes (1992)	“Conjunto de operações combinadas e coordenadas entre si, aplicadas às diversas partes desse edifício (elementos, componentes, instalações e equipamentos), com o objetivo de assegurar a sua conservação”.

Fonte: Próprio autor.

Para os fins deste trabalho, adota-se a definição abrangente de Mirshawka e Olmedo (1993, p. 14), que consideram a manutenção como:

[...] um conjunto de atividades e recursos aplicados aos sistemas e equipamentos para mantê-los nas mesmas condições de desempenho de fábrica e de projeto, visando garantir a consecução de sua função dentro dos parâmetros de disponibilidade, de qualidade, de prazos, de custos e de vida útil adequados.

Este conjunto de atividades e recursos pode ser diferenciado em função de qual fator determina a manutenção: a máquina (manutenção corretiva); a produção (manutenção preventiva, preditiva, detectiva); a produtividade (manutenção produtiva total, manutenção centrada na confiabilidade e manutenção de classe mundial)² ou a competitividade (terotecnologia)

2.1.1 Manutenção corretiva

² O presente trabalho não abordará os tipos de manutenção voltados para a produtividade, uma vez que não se aplicam para os edifícios, ou seja, saem do escopo do trabalho.

A história da manutenção acompanha o desenvolvimento técnico-industrial da civilização. Apesar da existência da conservação de instrumentos e ferramentas ser uma prática observada desde os primórdios da humanidade, foi somente com a invenção das primeiras máquinas têxteis, a vapor, no século XVI, que a manutenção surge (WYREBSKI, 1997). Nesta época a manutenção era executada, em sua totalidade, pelo próprio operador da máquina.

Entretanto, com a mecanização das indústrias no fim do século XIX, o advento da Primeira Guerra Mundial e implantação da produção em série, instituída por Ford, as fábricas criaram um departamento responsável pela manutenção dos equipamentos (TAVARES, 1999). Este departamento tinha como única função consertar as falhas que ocorressem nos equipamentos, ou seja, realizar a manutenção corretiva, que, segundo a BS 3811 (BSI, 1993), pode ser considerada como “a manutenção realizada após a identificação da falha e planejada para recuperar as características requeridas de desempenho de um item”.

Portanto, este tipo de manutenção apresenta como principais características o caráter corretivo e aleatório das falhas pelo próprio operário ou por equipes especializadas. Além do custo do equipamento parado e sua reparação, esse tipo de manutenção acarreta custos em relação ao treinamento de mão-de-obra, aquisição de ferramentas e estoque de peças de reposição.

2.1.2 Manutenção preventiva

A Segunda Guerra Mundial trouxe para a indústria a necessidade do aumento da produção e uma forte redução de mão de obra. Consequentemente, ocorreu um elevado aumento da mecanização e da complexidade das instalações industriais, gerando uma necessidade maior na confiabilidade das máquinas. Este fato fez com que os responsáveis pela administração das indústrias exigissem que o departamento de manutenção desenvolvesse um programa de prevenção de falhas (TAVARES, 1999). Com o desenvolvimento deste programa surge a manutenção preventiva que, segundo a BS 3811 (BSI, 1993), pode ser definida como “a manutenção que é realizada em intervalos de tempos pré-determinados ou de acordo com critérios pré-

estabelecidos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de falha ou da degradação de um item³”.

A determinação correta dos intervalos entre as inspeções ou o preestabelecimento de critérios permite o funcionamento contínuo e adequado das máquinas, reduzindo ao mínimo as paradas temporárias causadas por falhas dos equipamentos. Entretanto, nota-se que a manutenção ainda continua assumindo uma atitude passiva em relação à falha e à evolução da máquina, uma vez que as atividades de manutenção geram substituições prematuras de componentes e paradas desnecessárias de equipamentos e ainda não possibilita a eliminação das falhas acidentais. Desta forma, pode-se perceber que neste estágio a manutenção apesar de ser planejada ainda não é controlada, ou seja, existe um desperdício de material sem um acréscimo na confiabilidade das máquinas (BALDIN *et al*, 1982).

Com a finalidade de aumentar a confiabilidade das máquinas e obter um equilíbrio técnico-econômico mais rigoroso, os gerentes de manutenção, por volta da década de 50 (desenvolvimento da indústria para atender aos esforços pós-guerra, evolução da aviação comercial e da indústria eletrônica) selecionaram equipes de especialistas para planejar, coordenar, controlar técnica e economicamente as atividades de manutenção, bem como analisar as causas e efeitos das falhas (TAVARES, 1999). Estas equipes formaram o Serviço de Manutenção, originando a Engenharia de Manutenção, que tinha como principal característica, segundo Baldin *et al* (1982), um maior tempo de diagnóstico da falha em relação ao tempo despendido no reparo, como pode ser observado na Tabela 1.

Posteriormente, em 1959, cria-se na Itália a AIMAN (*Associazione Italiana Tecnici di Manutenzione*), que realizou seu primeiro congresso – Primeiro Congresso Italiano sobre Manutenção Preventiva – em 1966 na cidade italiana de Trieste (BALDIN *et al*, 1982), de onde surgiu um novo conceito: Manutenção Preditiva.

Tabela 1 - Relação entre tempo de diagnóstico e de reparo em função da atividade

Natureza do Sistema	Tempo de Diagnóstico	Tempo de Reparo
Eletrônico	90%	10%
Elétrico	60%	40%
Hidráulico	20%	80%

³ A BS 3811 (BSI, 1993) deixa implícito nesta definição o conceito de manutenção preditiva (manutenção baseada nas condições). Entretanto, apesar do presente trabalho considerar que a manutenção preditiva é um tipo particular de manutenção preventiva, abordar-se-á separadamente cada um destes tipos de manutenção, com o objetivo de facilitar o entendimento.

Mecânico	10%	90%
----------	-----	-----

Fonte: Adaptada de Baldin (BALDIN ET AL, 1982).

2.1.3 Manutenção preditiva

Alicerçada no fortalecimento das associações nacionais de manutenção e no desenvolvimento tecnológico (disponibilidade e sofisticação dos instrumentos de medição e controle, sistemas de informação computadorizados no gerenciamento dos programas de manutenção), a engenharia de manutenção desenvolveu critérios de predição e previsão de falhas, visando à otimização da atuação das equipes de execução de manutenção (TAVARES, 1999). A adoção destes critérios, que estão associados a métodos de planejamento e controle de manutenção automatizados, originou a manutenção preditiva ou manutenção preventiva baseada em condições, que segundo a BS 3811 (BSI, 1993) pode ser definida como sendo “a manutenção preventiva iniciada como resultado do conhecimento de uma condição de um item a partir do seu monitoramento contínuo de rotina”.

Assim, manutenção preditiva é a manutenção baseada no conhecimento do estado/condição de um item, por meio de medições periódicas ou contínuas de um ou mais parâmetros significativos (MIRSHAWKA; OLMEDO, 1993). Estas medições, que são efetuadas com o equipamento produzindo, privilegia a disponibilidade do equipamento, uma vez que não promovem a intervenção nos equipamentos ou sistemas. Portanto, neste estágio da manutenção ocorre a interação dos fatores técnicos e econômicos, ou seja, o equipamento é utilizado até atingir ou aproximar do limite do grau de degradação previamente estabelecido, diminuindo as substituições prematuras.

2.1.4 Manutenção detectiva

Com o objetivo de evitar a parada do equipamento para a realização das operações de manutenção, algumas indústrias (eletrônica, mecatrônica) desenvolveram sistemas de proteção que permitem aos especialistas fazerem verificações e, conseqüentemente, detectar falhas ocultas no sistema. Assim, a manutenção detectiva, conforme Pinto e Xavier (2001), é “a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção”.

Deste modo, conforme Pinto e Xavier (2001), na manutenção detectiva as verificações são realizadas com o objetivo de identificar falhas ocultas em sistemas de proteção, normalmente sem necessidade de paralisação do sistema principal, permitindo a correção das anomalias identificadas sem comprometer a continuidade operacional.

2.1.5 Terotecnologia

Esses quatro tipos de manutenção, comentados anteriormente, podem coexistir para um mesmo equipamento ou edifício, uma vez que a utilização de um tipo de manutenção depende do grau de confiabilidade requerido e da análise de custo/benefício. Desta forma, torna-se importante à análise do tipo de manutenção mais adequado técnica e economicamente para os diversos itens que compõem um equipamento ou edifício. Para isto torna-se necessário à adoção de uma política de manutenção, mais conhecida por Terotecnologia.

A terotecnologia, que segundo a BS 3843-1 (BSI, 1992), é a “combinação de práticas administrativas, financeiras, de engenharia e outras aplicadas aos bens físicos na busca dos custos de vida econômicos”. A combinação destas práticas consiste na:

- obtenção de informações dos recursos físicos: desempenho, produtividade, custos, disponibilidade, causas de falhas, funcionamento, manutenção etc.;
- análise das informações para determinar a causa dos problemas (projeto, especificação, construção, utilização, manutenção);
- adoção de ações apropriadas para a redução das causas dos problemas.

Para a implantação da terotecnologia é necessário que ocorra uma interação entre os diversos participantes do processo de desenvolvimento, fabricação ou aquisição de um produto (projetistas, contadores, administradores, publicitários, engenheiros, responsáveis pela manutenção). Esta interação deve ser direcionada pela definição das responsabilidades de cada membro da empresa ou do processo (Quadro 2).

Quadro 2 - Principais responsabilidades dos membros de uma organização para a implantação da terotecnologia

Participante	Responsabilidades
Administradores	Aquisição, processamento e transmissão de dados essenciais.
Contadores	Desenvolver efetiva comunicação com os projetistas, engenheiros, publicitários e com os responsáveis pela manutenção contribuindo com o fluxo de informação nos aspectos relativos aos custos, enfatizando o custo inicial e o custo total ao longo da vida útil do produto.
Projetistas	Assegurar a viabilidade de informações de feedback dos usuários em relação aos custos de utilização, à manutenabilidade, ao desempenho e às principais falhas apresentadas por um produto; Tornarem mais conscientes das implicações de suas decisões de projeto no custo total do produto; Facilitar a preparação e apresentação de manuais técnicos do produto.
Engenheiros responsáveis pela produção	Fornecer informações de desempenho, manutenabilidade, segurança e falha do produto; Receber as informações provenientes do feedback dos usuários e agir para a melhoria do processo.
Publicitários	Suprir de informações para possibilitar o desenvolvimento de características competitivas aos produtos; Verificar se fatores relacionados ao produto, como preço, manutenabilidade e desempenho operacional, estão atendendo às exigências dos usuários, bem como se a documentação técnica associada (manuais e especificações) apresenta clareza, completude e compatibilidade com os requisitos de utilização e manutenção.

Responsáveis pela manutenção	Disponibilizar informações referentes aos custos de manutenção, incluindo os custos diretos e indiretos; Avaliar técnicas de manutenção preventiva como parte da terotecnologia para otimizar os custos de manutenção; Enfatizar para os diretores que a inexistência e a manutenção inadequada podem resultar em um baixo desempenho.
------------------------------	---

Fonte: Adaptada de BS 3811 (BSI, 1993).

Dessa forma, conforme a BS 3843-1 (BSI, 1992), a terotecnologia abrange a aplicação integrada de práticas administrativas, financeiras e de engenharia ao longo de todas as fases do ciclo de vida dos ativos físicos, com o objetivo de otimizar o custo total ao longo da vida útil. Para que esse processo seja viável, torna-se necessária a integração entre os diversos agentes envolvidos no desenvolvimento, aquisição, operação e manutenção dos ativos, assegurando a geração e o uso sistemático de informações para a tomada de decisão.

Portanto, a terotecnologia constitui uma abordagem multidisciplinar que integra diferentes áreas organizacionais envolvidas no desenvolvimento, aquisição, operação e manutenção dos ativos físicos, com o objetivo de otimizar o desempenho e o custo total ao longo do ciclo de vida, conforme estabelecido na BS 3843-1 (BSI, 1992).

2.2 A MANUTENÇÃO APLICADA AOS EDIFÍCIOS

Diferenças no ritmo de implantação das técnicas modernas de manutenção podem ser observadas entre os diversos setores produtivos. Conforme discutido por Monchy (1989) e Tavares (1999), muitos dos conceitos estruturados de manutenção foram inicialmente desenvolvidos no contexto de indústrias de produção seriada, como os setores mecânico, aeronáutico e naval, nos quais a confiabilidade e a disponibilidade dos sistemas eram fatores críticos. No setor da construção e da manutenção predial, a incorporação sistemática desses instrumentos gerenciais ocorreu de forma mais gradual, conforme apontam Bonin (1988) e Maurício (2011).

A importância da pesquisa nos vários aspectos da manutenção de edifícios foi estabelecida internacionalmente com a criação na Inglaterra, em 1965, do Comitê de Manutenção de Edifícios - *Committee on Building Maintenance* (SEELEY, 1987).

Anteriormente à criação dessa entidade, segundo Seeley (1987), as pesquisas e o desenvolvimento de tecnologia para os edifícios estavam direcionados estritamente para a área de materiais, cuja maioria dos resultados não era utilizada pela construção de edifícios. A criação deste comitê possibilitou a viabilização de pesquisas que analisassem a interação entre projetistas, construtores, usuários e responsáveis pela manutenção, o desempenho dos materiais e os custos envolvidos na manutenção dos edifícios. O investimento e desenvolvimento destas pesquisas, segundo Lee (1987), ocorre devido, principalmente, à crise mundial de energia, que fez surgir duas questões fundamentais:

- o que fazer para manter de forma econômica o estoque de edifícios já construídos e;
- como construir de forma a reduzir os custos de manutenção.

Em busca de respostas para esses questionamentos a indústria da construção europeia começou a adotar metodologias de manutenção desenvolvidas por outros setores industriais (indústria nuclear, indústria aeroespacial), ou seja, iniciou-se a manutenção de edifícios utilizando, principalmente, técnicas de predição de vida útil e durabilidade dos materiais e dos custos envolvidos durante a vida útil do edifício (PEREZ; 1988).

No Brasil, a manutenção de edifícios começa a ser analisada tecnicamente no início da década de 80 com a publicação da primeira norma brasileira de manutenção de edifícios – Manutenção de Edifícios: Procedimento: NBR 5674 (ABNT, 2024b) - que inicialmente adota um conceito de manutenção restrito as atividades de conservação das características originais de projeto do edifício⁴. Posteriormente, em 1999, em sua primeira revisão, a NBR 5674 (ABNT, 2024b) ampliou a abordagem da manutenção predial, incorporando uma visão mais abrangente voltada à preservação do desempenho da edificação ao longo do tempo, em alinhamento com os requisitos de uso, operação e conservação do empreendimento. Essa evolução reforça a manutenção como instrumento para garantir o desempenho funcional dos sistemas prediais e atender às condições esperadas de uso da edificação.

⁴ Na NBR 5674 (ABNT, 2024b), “manutenção são os procedimentos técnico-administrativos que tem por finalidade levar a efeito as medidas necessárias à conservação de um imóvel e à permanência de suas instalações e equipamentos, de modo a mantê-lo em condições funcionais normais, tal como as que resultaram de sua construção, em observância ao que foi projetado, e durante a sua vida útil”.

Esta mudança de ponto de vista da norma NBR 5674 (ABNT, 2024b) reflete o conteúdo de diversas publicações nacionais relacionadas ao tema, após a publicação da primeira versão desta norma. Entre estas publicações, destaca-se o estudo indireto do tema nas pesquisas de mestrado de Linchenstein (1985), John (1987) e o estudo direto em alguns artigos publicados, em congressos e seminários nacionais, por Perez (1985), por Bonin (1988) e por John; Cremonini (1989).

A publicação de trabalhos específicos sobre manutenção predial no Brasil intensificou-se no final da década de 1980. Conforme relatado por Bonin (1988) e Maurício (2011), o primeiro congresso nacional direcionado exclusivamente ao tema ocorreu no Rio Grande do Sul, em 1988, reunindo estudos majoritariamente voltados à manutenção de escolas e edifícios públicos. Em 1989, realizou-se evento na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, no qual diversos trabalhos passaram a discutir os custos e a importância da manutenção como instrumento de prevenção de manifestações patológicas. A partir desses eventos, o tema foi progressivamente incorporado aos congressos de patologia e durabilidade das edificações.

2.2.1 Os conceitos relacionados à manutenção de edifícios

O conceito de manutenção de edifícios envolve diversos aspectos relacionados com a vida útil, durabilidade dos componentes e elementos dos edifícios, bem como as exigências dos usuários.

Analisando as definições presentes no Quadro 3, pode-se notar que somente o aspecto relacionado ao desempenho obtém um consenso, ou seja, todas as definições explicitam a necessidade de conservá-lo. Entretanto, os aspectos relacionados com a vida útil e consequentemente com as exigências dos usuários não apresentam um consenso entre os diversos autores, uma vez que alguns omitem ou não definem quais as exigências dos usuários devem ser atendidas – as inicialmente consideradas durante a elaboração do projeto ou as atuais⁵. Por exemplo, Gomes (1992) considera que as operações que têm por objetivo o atendimento de exigências ou requisitos de desempenho superiores para os quais ele foi concebido (reabilitação e/ou ampliação) são excluídas da manutenção. Enquanto Flores e Brito (2001)

⁵ O presente trabalho adotará o termo exigências atuais como sinônimo do termo “currently accepted standard” que é utilizado pelo Building Maintenance Committee.

ênfatisam que o conceito de manutenção engloba as atividades de modernização ou de melhorias, ou seja, a satisfação das exigências atuais dos usuários.

Quadro 3 - Definições de manutenção de edifícios

Instituição ou Autor	Definição
NBR 5674 (ABNT, 2024b)	“meios para preservar as características originais da edificação e prevenir a perda de desempenho decorrente da degradação dos seus sistemas, elementos ou componentes”.
BS 8210 (BSI, 2020)	“trabalho, além das rotinas diárias de limpeza, necessário para manter o desempenho do edifício e de seus serviços”.
Gomes (1992)	“conjunto de operações combinadas e coordenadas entre si, aplicadas às diversas partes do edifício com o objetivo de assegurar a sua conservação”.
Flores; Brito (2001)	“trabalhos realizados, durante a utilização dos edifícios, com o objetivo de garantir os níveis mínimos de qualidade e evitar a progressiva deterioração dos elementos, assegurando o valor comercial do bem e a sustentabilidade da sua utilização durante a vida útil”.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tentativa de minimizar estas divergências - seja de interpretação das definições ou de diferentes pontos de vista dos autores – o presente trabalho adotará a definição de manutenção de edifícios do *Building Maintenance Committee* (1972) apud Seeley (1987): “trabalho realizado para manter, restaurar ou aperfeiçoar todas as instalações, isto é, todas as partes do edifício, seus serviços e materiais de proteção e acabamento, para os padrões atuais aceitáveis e para manter a utilidade do edifício⁶”.

Esta definição é adotada no presente trabalho por considerar que a manutenção tem por objetivo a prevenção, a correção das manifestações patológicas, bem como a melhoria dos edifícios através de informações de *feedback*, provenientes

⁶ Originalmente tem-se: “work undertaken in order to keep, restore or improve every facility, i.e. every part of a building, its services and surrounds, to a currently accepted standard and to sustain the utility and value of the facility”.

dos construtores, dos responsáveis pela manutenção e dos usuários⁷. Entretanto, para que isto seja possível é necessário que exista um método capaz de definir e planejar todas as atividades que permitam a otimização da manutenção dos edifícios. Este método é denominado por Gomes (1992) de Gestão da Manutenção.

2.2.2 A gestão da manutenção de edifícios

Da análise dos conceitos de manutenção de edifícios abordados anteriormente, nota-se que existem várias questões para a sua implantação: como implantar; qual o tipo de manutenção mais adequado; o responsável pelas atividades de manutenção e a frequência destas atividades. Estas questões seriam de fácil resolução, caso as partes constituintes dos edifícios tivessem ciclos de vida definidos e conhecidos. Entretanto, tal fato não ocorre, uma vez que a durabilidade das partes constituintes dos edifícios está relacionada com a interação entre as diversas partes e entre estas partes e o meio no qual o edifício está inserido (GOMES, 1992).

Segundo Gomes (1992), a gestão da manutenção deve ser compreendida como um processo interativo voltado à obtenção de informações confiáveis sobre as diversas partes do edifício, permitindo avaliar sua condição ao longo do tempo. Em consonância com abordagens mais recentes, como a ISO 55000 (2024) e a NBR 5674 (ABNT, 2024), esse processo envolve o monitoramento sistemático do desempenho dos ativos, a análise de dados operacionais e a retroalimentação das decisões gerenciais, com o objetivo de manter as condições de desempenho previstas e otimizar o ciclo de vida da edificação.

Entretanto, para que estas informações possam ser sistematizadas deve-se estabelecer um sistema de manutenção⁸ capaz de definir estratégias, avaliar e selecionar projetos e de programar a alocação de recursos humanos, físicos e financeiros necessários para a manutenção do edifício. Este sistema deve definir:

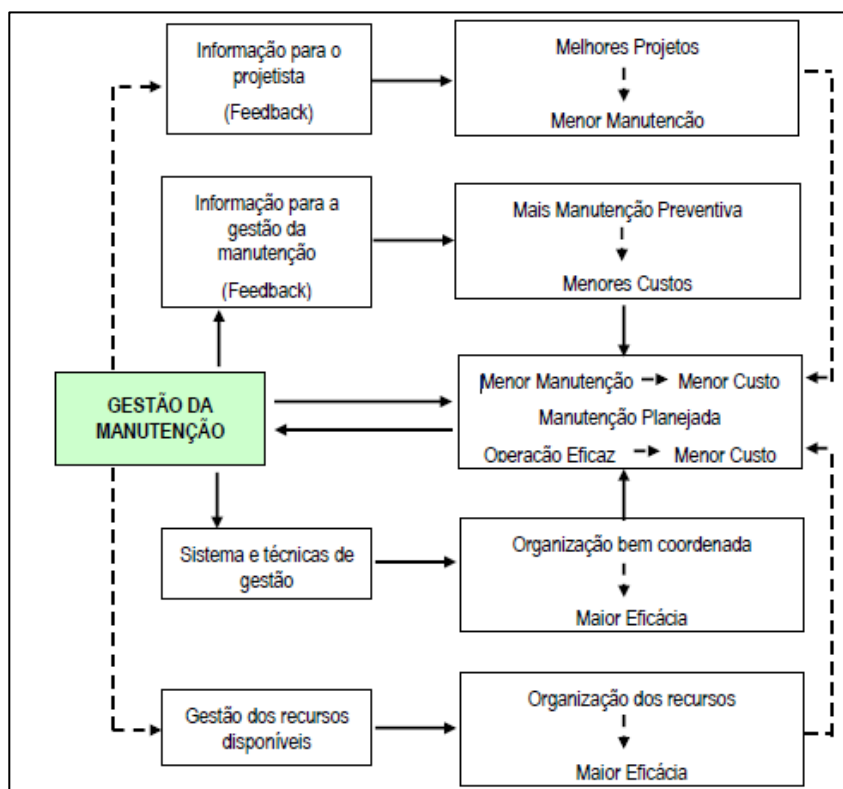
- padrões de operação que assegurem a preservação do desempenho e do valor dos edifícios ao longo do tempo (requisitos e critérios de desempenho);

⁷ O feedback dos usuários pode ser obtido por meio da Avaliação Pós-Ocupação (APO), que possui técnicas apropriadas (questionários, walkthrough, mapas comportamentais) para diferentes tipos de informações desejadas.

⁸ Segundo a NBR 5674 (ABNT, 2024b), sistema de manutenção é “o conjunto de procedimentos organizados para gerenciar os serviços de manutenção”.

- fluxo de informações entre os diversos intervenientes do sistema (Figura 2);
- atribuições, responsabilidades e autonomia de decisão dos intervenientes.

Figura 2 - A circulação de informação no sistema de gestão de manutenção



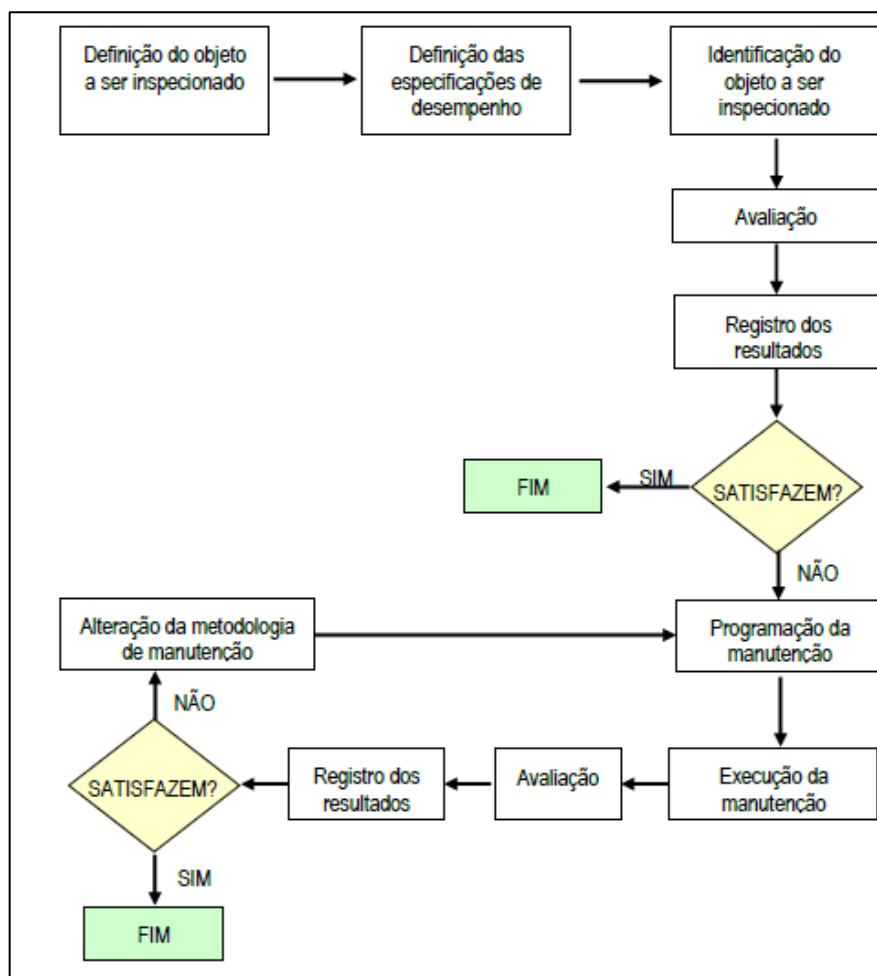
Fonte: (GOMES, 1992).

Após a definição dos requisitos e critérios de desempenho de cada item do edifício, torna-se necessário avaliar e controlá-los durante a vida útil do edifício. Para isto deve-se realizar a inspeção, que ainda tem como objetivos:

- descobrir possíveis falhas e consequentemente determinar as ações corretivas;
- verificar a iminência de falhas controláveis, possibilitando a tomada de precauções e o planejamento da manutenção.

A inspeção, segundo Gomes (1992), pode ser caracterizada pela sequência apresentada na Figura 3, que se inicia com a definição dos requisitos e critérios de desempenho dos itens a serem inspecionados e finaliza somente com a verificação da satisfação dos critérios e requisitos de desempenho nos itens inspecionados.

Figura 3 – Processo de inspeção



Fonte: Adaptado (GOMES, 1992).

Para que a inspeção possa ser realizada mais eficazmente deve-se munir o inspetor de recursos e elementos de apoio. Entre estes elementos, Gomes (1992) destaca:

- projetos dos sistemas e subsistemas do edifício a serem inspecionados;
- checklists para os diversos itens a serem inspecionados, considerando todos os pontos e aspectos que interessa verificar;
- manual de inspeção, contendo critérios e requisitos de desempenho, programas e procedimentos de inspeção;
- formulários para registros das informações.

Além desses elementos de apoio, deve-se estabelecer a periodicidade de inspeção de cada componente e elemento da edificação. Conforme a NBR 5674 (ABNT, 2024), essa periodicidade deve considerar os requisitos normativos aplicáveis, as recomendações dos fabricantes e as condições específicas de uso e exposição do

edifício, podendo ser revisada com base no histórico de desempenho e nas informações obtidas durante a operação.

2.3 CONCEITOS RELACIONADOS A INDICADORES-CHAVE DE DESEMPENHO

Segundo a BS EN 15341 (BSI, 2019), os indicadores-chave de desempenho são ferramentas quantitativas utilizadas para medir o desempenho de processos, sistemas ou organizações em relação a metas previamente estabelecidas. No contexto da manutenção predial, os KPIs desempenham um papel fundamental ao fornecer dados objetivos que orientam decisões estratégicas e técnicas, contribuindo para a eficiência e a sustentabilidade das operações.

Conforme destacado na literatura especializada e nas normas internacionais de gestão de ativos e manutenção (EN 15341:2019; ISO 55000, 2024), os KPIs devem apresentar características que assegurem sua aplicabilidade e utilidade gerencial. Entre essas características, destacam-se:

- **Relevância:** Os indicadores precisam estar alinhados aos objetivos estratégicos da organização.
- **Clareza:** Devem ser de fácil compreensão e interpretação por todos os envolvidos.
- **Mensurabilidade:** Devem permitir a coleta de dados de maneira consistente e precisa.
- **Temporalidade:** Devem ser analisados dentro de um intervalo de tempo adequado para a avaliação do desempenho.
- **Comparabilidade:** Possibilitam comparações ao longo do tempo ou com *benchmarks* do mercado.

A manutenção predial é uma área que envolve múltiplos processos e recursos. Nesse cenário, os KPIs auxiliam na identificação de gargalos, na avaliação do uso eficiente de recursos e na implementação de melhorias contínuas. Além disso, os KPIs permitem o monitoramento do impacto das atividades de manutenção na qualidade de vida dos usuários e na preservação do valor patrimonial da edificação.

Entre os principais KPIs utilizados na gestão da manutenção predial, destacam-se:

- **Tempo médio para reparação (MTTR):** Mede a eficiência no reparo de falhas.

- Tempo médio entre falhas (MTBF): Avalia a confiabilidade dos sistemas prediais.
- Custo de manutenção por metro quadrado: Analisa a relação entre os custos de manutenção e a área total da edificação.
- Taxa de cumprimento de ordens de serviço: Monitora a capacidade da equipe de manutenção em atender às demandas dentro do prazo.

Os KPIs fornecem uma base concreta para a análise de desempenho, permitindo que gestores:

- Identifiquem e corrijam ineficiências operacionais.
- Planejem manutenções preventivas de forma mais eficaz.
- Tomem decisões fundamentadas em dados, promovendo a transparência e a responsabilidade.
- Reduzam custos operacionais por meio da otimização de recursos.

A definição e utilização de KPIs também favorecem o alinhamento das atividades de manutenção com as expectativas dos *stakeholders*, promovendo uma gestão integrada e orientada às melhores práticas do setor.

É importante ressaltar que a gestão da manutenção predial moderna está inserida em um contexto mais amplo de Gestão de Facilidades e Gestão de Ativos (*Facility Management* e *Asset Management*). A norma ABNT NBR ISO 41001 (ABNT, 2020) define *Facility Management* como a função que integra pessoas, locais e processos para melhorar a qualidade de vida e a produtividade do negócio principal. Nesse ecossistema, a manutenção deixa de ser uma atividade isolada e passa a ser “um serviço estratégico” para garantir a performance do ativo (o edifício) ao longo de todo o seu ciclo de vida, dialogando diretamente com os princípios da ISO 55000 (ISO, 2024), que preconiza a otimização de custos, riscos e desempenho dos ativos para atingir os objetivos organizacionais.

2.3.1 KPIs na gestão da manutenção predial

A transição de uma gestão de manutenção reativa para uma abordagem estratégica e proativa depende fundamentalmente da capacidade de medir o desempenho. Nesse contexto, os indicadores-chave de desempenho, ou KPIs (do inglês *Key Performance Indicators*), são ferramentas quantitativas indispensáveis que

traduzem os objetivos da organização em métricas mensuráveis, permitindo o monitoramento e a melhoria contínua dos processos (ROSA, 2006).

Para a gestão da manutenção predial, a utilização de KPIs permite que os gestores transcendam a tomada de decisão baseada na intuição, passando a operar com base em dados concretos. Conforme aponta Maurício (2011), um sistema de indicadores eficaz é aquele que possibilita não apenas o controle das atividades, mas também a avaliação do seu impacto na performance global do edifício e na satisfação dos seus utilizadores. A implementação de um sistema de medição transforma a manutenção de um centro de custos em uma função estratégica, capaz de otimizar recursos, garantir a confiabilidade dos ativos e alinhar as operações com os objetivos do negócio.

A norma europeia BS EN 15341 (BSI, 2019), uma das principais referências técnicas para a gestão da manutenção, estrutura os indicadores em três áreas interdependentes: econômica, técnica e organizacional. Essa categorização oferece um modelo robusto para uma análise completa do desempenho:

- a) **Indicadores Econômicos:** Mensuram a eficiência da manutenção em termos financeiros. O objetivo é controlar os custos e justificar os investimentos, transformando dados de despesas em informações gerenciais. Exemplos clássicos incluem o Custo de Manutenção por Metro Quadrado (R\$/m²), o Custo de Manutenção como Percentual do Valor de Reposição do Ativo e o Custo Total de Manutenção por Tipo (preventiva, corretiva, preditiva).
- b) **Indicadores Técnicos:** Focam na performance, confiabilidade e disponibilidade dos ativos físicos. São essenciais para avaliar a qualidade e a eficácia das intervenções. Nesta categoria, destacam-se o Tempo Médio Entre Falhas (MTBF), que mede a confiabilidade de um equipamento, e o Tempo Médio Para Reparo (MTTR), que mede a eficiência da equipe no restabelecimento da função após uma falha. Outros indicadores importantes são a Disponibilidade dos Sistemas (percentual de tempo em que um sistema está operacional) e o Percentual de Cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva.
- c) **Indicadores Organizacionais:** Avaliam a eficiência dos processos e da estrutura da equipe de manutenção. Eles medem aspectos como o planejamento, a gestão de recursos e a segurança. Exemplos incluem o

Backlog de Manutenção (volume de horas de serviço pendentes), a Relação entre Horas de Manutenção Planejada e Não Planejada e indicadores de segurança, como o Número de Acidentes de Trabalho.

Contudo, é preciso reconhecer as limitações do uso de indicadores. A seleção inadequada de KPIs ou o foco excessivo em métricas de curto prazo podem levar a comportamentos disfuncionais, como o adiamento de manutenções importantes para atingir metas de custo imediatas, comprometendo a confiabilidade dos ativos a longo prazo. Conforme salienta a literatura gerencial, os KPIs devem estar sempre alinhados à estratégia organizacional e serem revisados periodicamente para garantir que continuem a refletir os objetivos do negócio, evitando que a métrica se torne um fim em si mesma.

Segundo Maurício (2011), os KPIs na manutenção predial devem contemplar três dimensões principais: (i) desempenho operacional do sistema de manutenção, (ii) confiabilidade dos ativos e sistemas prediais e (iii) produtividade dos recursos empregados. Essa abordagem evidencia que os indicadores não devem se restringir apenas à eficiência da equipe de manutenção, mas também abranger o desempenho técnico da edificação ao longo do tempo, incluindo a disponibilidade e a confiabilidade de seus sistemas, bem como o impacto econômico das decisões de manutenção.

Nesse sentido, além de métricas operacionais como tempo de resposta e taxa de cumprimento de preventivas, devem ser considerados indicadores associados ao custo da manutenção, à confiabilidade dos componentes e ao desempenho global da edificação enquanto ativo físico. Assunção (2017) destaca que os KPIs mais utilizados em ambientes de manutenção predial incluem taxa de cumprimento das preventivas, periodicidade, tempo de resposta, tempo de reparo e esforço corretivo (HH), os quais, quando analisados em conjunto, permitem avaliar simultaneamente eficiência operacional, confiabilidade técnica e impacto financeiro.

A norma EN 15341:2019, referência internacional para indicadores de manutenção, também lista como KPIs essenciais os indicadores de:

- Manutenção preventiva realizada vs planejada;
- Tempo médio de reparo (MTTR/TTR);
- Custo de manutenção;
- Produtividade da equipe;
- Trabalhos fora do prazo.

Por fim, o relatório anual da ABRAMAN (2022) confirma que os três indicadores mais utilizados no setor de serviços e edifícios administrativos no Brasil são: taxa de preventivas realizadas, tempo de atendimento das corretivas e custo anual de manutenção.

Dessa forma, os sete KPIs selecionados neste trabalho — (i) Tempo Total de Resposta Geral (TTRG), (ii) Tempo de Resposta para Atendimento de Corretivas, (iii) Percentual de Ordens de Serviço Preventivas Concluídas, (iv) Periodicidade das Preventivas Concluídas, (v) Percentual de Ordens de Serviço Concluídas, (vi) Gasto com Terceirização de Preventivas e (vii) Quantidade de Hora-Homem em Manutenções Corretivas — estão diretamente alinhados com a literatura especializada e normas técnicas. Esses indicadores representam um subconjunto consistente da literatura internacional sobre *Facility Management* e manutenção predial, sendo amplamente reportados em estudos empíricos. A operacionalização e aplicação prática desses KPIs são detalhadas no Capítulo 4, no contexto do estudo de caso.

3 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo, é apresentado o estudo de caso que serve como base para a aplicação prática desta monografia. Serão detalhados o edifício-objeto do estudo e, fundamentalmente, a metodologia desenvolvida para a seleção e estruturação dos KPIs. O objetivo é descrever o processo passo a passo, desde o diagnóstico operacional dos dados até o método para o estabelecimento dos parâmetros de avaliação, que serão utilizados para a análise de resultados no capítulo subsequente.

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A instituição analisada neste estudo é uma organização brasileira do terceiro setor, de grande porte e atuante no setor sociocultural e educacional, responsável por administrar uma rede abrangente de unidades destinadas ao bem-estar, ao desenvolvimento social e à promoção de atividades culturais, esportivas e formativas. Sua estrutura inclui unidades operacionais — que são espaços físicos que funcionam como centros destinados a diversas atividades culturais — distribuídas em diferentes regiões, além de uma sede administrativa que é responsável pelo planejamento estratégico, coordenação técnica e suporte às operações locais.

Com um corpo funcional numeroso e multidisciplinar, a instituição desenvolve programas contínuos voltados à educação não formal, à saúde, ao lazer, ao esporte, às artes e à assistência social. Suas atividades atendem diariamente a um público diversificado, o que exige elevado padrão de qualidade, segurança e confiabilidade em suas instalações físicas. Para garantir tais condições, a organização mantém sistemas prediais complexos e uma operação de manutenção estruturada, que integra processos de monitoramento, resposta a falhas, intervenções preventivas e controle de ativos.

Por motivos de confidencialidade institucional, o nome da organização não é identificado neste trabalho, sendo tratada de forma genérica como “instituição sociocultural analisada”. As características apresentadas, entretanto, representam fielmente o ambiente operacional no qual se desenvolve o estudo de caso.

3.2 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A estrutura organizacional da instituição analisada é composta por áreas técnicas e administrativas que atuam de maneira integrada para garantir a execução de suas atividades socioculturais e operacionais. O modelo de gestão envolve unidades operacionais descentralizadas, apoiadas por uma administração central responsável pela coordenação estratégica, acompanhamento de processos e definição de diretrizes institucionais.

A instituição conta com equipes multidisciplinares que atuam em áreas como cultura, esportes, saúde, educação, atendimento social e gestão de edificações. Além disso, mantém comitês, conselhos e grupos técnicos que contribuem para o aprimoramento de suas práticas e para a articulação com outras organizações do setor.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO E DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO

O objeto do estudo de caso foi um edifício administrativo central da instituição sociocultural analisada. Inaugurada em 2001, a edificação centraliza o desenvolvimento das atividades estratégicas e a direção executiva do Departamento Regional, possuindo um caráter administrativo que o diferencia das unidades operacionais voltadas ao público externo.

O edifício possui uma área construída de aproximadamente 15.000 m² distribuída em cinco pavimentos — subsolo, térreo e três pavimentos superiores —, além de uma cobertura que funciona como área técnica, abrigando sistemas prediais como centrais de ar-condicionado, casas de máquinas de elevadores e quadros elétricos principais.

O sistema estrutural é constituído predominantemente por estrutura reticulada de concreto armado (ERCA). As vedações verticais externas são compostas por alvenaria revestida e esquadrias em alumínio com fechamento em vidro, enquanto as vedações internas são formadas por alvenaria e divisórias leves. A cobertura apresenta sistema impermeabilizado com proteção mecânica, destinado tanto à estanqueidade quanto ao suporte das instalações técnicas. Esses sistemas configuram os principais elementos físicos considerados no planejamento e na execução das atividades de manutenção predial.

O Sistema de Manutenção utilizado pela instituição é baseado no software IFS (*Industrial and Financial Systems*), uma solução informatizada amplamente

empregada em diversas organizações. O IFS permite a gestão integrada de processos de manutenção preventiva, corretiva e preditiva, contribuindo para o aumento da eficiência operacional e a redução de custos relacionados à gestão de ativos. A implementação desta ferramenta é a espinha dorsal do sistema de manutenção da instituição, sendo a principal fonte de dados para o presente trabalho.

Por meio do IFS, é possível realizar o cadastro detalhado de equipamentos e instalações, associando-os a históricos de manutenção, planos de ação e ordens de serviço. Este *software* oferece funcionalidades como:

- Planejamento e controle das atividades de manutenção preventiva, garantindo que os equipamentos operem em condições ideais e reduzindo o risco de falhas inesperadas;
- Registro e monitoramento de ordens de serviço, possibilitando o acompanhamento do ciclo completo de uma intervenção, desde a abertura até a conclusão;
- Geração de relatórios analíticos para apoiar a tomada de decisão e o aprimoramento contínuo das práticas de manutenção;
- Integração com outros módulos da plataforma IFS, como gestão de estoques e controle financeiro, otimizando os recursos necessários para a execução das atividades de manutenção.

A utilização do IFS na instituição assegura maior controle e padronização dos processos de manutenção, promovendo a confiabilidade e a longevidade dos ativos. Além disso, o sistema facilita o cumprimento de normas e regulamentações, uma vez que permite o registro preciso de informações e a rastreabilidade das ações realizadas.

3.4 METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DOS KPIS E DOS VALORES CRÍTICOS

A estruturação da gestão de medição de desempenho para o edifício do estudo de caso da instituição foi uma etapa fundamental desta pesquisa, uma vez que não havia um conjunto formalizado de indicadores sendo sistematicamente monitorado. A metodologia para definir os KPIs e seus respectivos valores críticos não se baseou em uma inspeção física pontual, mas sim em um processo analítico estruturado, utilizando os dados operacionais contidos no software de gestão *IFS* como fonte primária de informação.

O processo foi dividido em duas etapas macro:

- a) seleção e justificativa dos indicadores mais relevantes para o contexto do edifício e;
- b) estabelecimento de valores críticos para cada um dos KPIs, servindo como referência para a análise de desempenho.

A base de dados bruta, contendo 11.425 registros, passou por um processo de tratamento e validação, no qual foram removidas as Ordens de Serviço (OS) duplicadas, canceladas ou com dados de preenchimento incompletos que poderiam gerar distorções na análise, resultando em uma amostra final de 3.658 OS válidas para o cálculo dos indicadores.

Ademais, a definição dos indicadores-chave de desempenho utilizados neste estudo foi fundamentada nas diretrizes da NBR 5674 (ABNT, 2024b), que estabelece recomendações para avaliação da eficiência da gestão de manutenção em edificações. De acordo com a referida norma, os indicadores devem contemplar parâmetros como: o atendimento ao desempenho dos sistemas prediais conforme a NBR 15575 (ABNT, 2024); os prazos acordados entre a identificação da não conformidade e a conclusão do serviço; o tempo médio de resposta às solicitações e emergências; a periodicidade das inspeções previstas no manual de operação e manutenção; e os registros formais dessas inspeções. Complementarmente, o item 7.5 da mesma norma reforça que os indicadores gerenciais devem permitir avaliar a relação entre custos planejados e realizados, a taxa de retrabalho, a relação custo-benefício das manutenções e a preservação do valor da edificação ao longo do tempo.

Além das diretrizes nacionais, a seleção dos indicadores deste estudo também se apoia nos princípios estabelecidos pela NBR ISO 41001 (ABNT, 2020), que orienta a implementação de sistemas de gestão de *Facility Management* (FM). A norma enfatiza que o monitoramento de desempenho deve ser construído com base em processos sistemáticos de medição, análise e avaliação, garantindo que os indicadores adotados sejam relevantes para a operação, coerentes com os objetivos organizacionais e sustentados por procedimentos padronizados de coleta e registro de dados.

A ISO 41001 (ABNT, 2020) reforça a necessidade de definir claramente: o que será medido, por que será medido, como os dados serão obtidos, qual será a frequência do monitoramento e como os resultados apoiarão a tomada de decisão. Do ponto de vista dos indicadores, a norma recomenda que sejam priorizados aqueles

que representam fatores críticos para o desempenho — tais como níveis de serviço, tempos de resposta, cumprimento de planos programados, confiabilidade operacional e eficiência dos processos.

Nesse sentido, os KPIs adotados neste trabalho — como o Tempo Total de Resposta, o cumprimento das manutenções preventivas e a análise de carga de trabalho das corretivas — foram selecionados de modo a refletir os elementos centrais recomendados pela ISO 41001 (ABNT, 2020) para gestão de desempenho em FM, preservando o foco naquilo que é essencial para a operação da edificação analisada.

3.4.1 Seleção e justificativa dos indicadores-chave de desempenho

A seleção dos KPIs para este estudo partiu de uma análise diagnóstica dos dados operacionais do edifício, com o objetivo de entender o cenário atual e direcionar a escolha para os indicadores de maior impacto gerencial. Para tanto, o processo iniciou-se com uma extração completa das Ordens de Serviço (OS) registradas no *software* de manutenção no período de janeiro de 2022 a dezembro de 2024, que totalizaram 11.425 registros, conforme ilustrado nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Extração de OSs do software de manutenção

Fonte: Instituição sociocultural.

Figura 5 - Número de registros extraídos do software de manutenção

Fonte: Instituição sociocultural.

Durante a análise inicial, tornou-se necessário realizar uma depuração adicional da base de dados, garantindo que apenas registros efetivamente relacionados à manutenção predial fossem considerados na análise dos indicadores.

Dos 11.425 registros extraídos, 8.057 apresentavam status “concluído” e 3.368 estavam com status “cancelado” (Quadro 4). Estes últimos foram excluídos da amostra utilizada na análise.

Quadro 4 – Classificação por status da amostra bruta

Status	Quantidade
Cancelado	3.368
Concluído	8.057

Fonte: Próprio autor.

A análise qualitativa dos registros classificados como “cancelado” indicou que tais ocorrências estavam associadas, majoritariamente, a solicitações abertas de forma indevida, duplicidade de chamados, inconsistências no lançamento inicial ou resolução da demanda por meios administrativos antes da execução formal da ordem de serviço. Por não representarem intervenções efetivamente realizadas ou mensuráveis do ponto de vista técnico-operacional, esses registros foram excluídos da base analítica, a fim de preservar a consistência dos indicadores de desempenho calculados.

No entanto, mesmo entre as OS concluídas, verificou-se, por meio da classificação por sistema predial apresentada no Quadro 5, que parte significativa desses registros estava vinculada a atividades que não correspondem a intervenções de manutenção corretiva, preventiva, preditiva ou de melhoria. Assim, para preservar a aderência metodológica e evitar distorções nos indicadores-chave de desempenho, foi necessário excluir quatro categorias específicas: CKLT (*checklist*), CONT (contratos), SMOB (equipamentos e mobiliário) e UTIL (utilidades).

Quadro 5 – Classificação da amostra por sistema predial

SIGLA DO SISTEMA	DESCRIÇÃO	PRINCIPAIS COMPONENTES DO SISTEMA	QUANTIDADE DE OS	CONSIDERADO NA ANÁLISE
ACPA	ÁREAS CONSTRUIDAS PAVIMENTADAS	Pisos internos/externos, pavimentações, calçadas, rampas, escadas externas e	5	SIM

		áreas de circulação pavimentadas		
AVAC	AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E AR- CONDICIONADO	Centrais de climatização, fan-coils, dutos, chillers, torres de resfriamento	115	SIM
CESP	CONSTRUÇÕES ESPECÍFICAS	Elementos construtivos não padronizados do edifício (obras de arte, construções temporárias)	1	SIM
CKLT	CHECKLIST	Registros de verificações diárias e inspeções visuais	3418	NÃO
CONT	CONTRATO	Contratos terceirizados de manutenção	60	NÃO
ICPT	INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	Sistemas de apoio e infraestrutura complementar (fixações, suportes, infraestrutura técnica, pequenos dispositivos e acessórios não enquadrados nos sistemas principais)	16	SIM
SAUT	AUTOMAÇÃO INTEGRADA	Automação predial, controladores, gerenciadores, sensores e atuadores	7	SIM
SAVD	ÁREAS VERDES	Paisagismo, árvores, plantas	3	SIM
SCOM	COMUNICAÇÕES	Telefonia, interfones, rádios comunicadores	808	SIM
SDEL	SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA	Alimentadores, barramentos, eletrocalhas/eletrodutos, painéis/quadros de distribuição e circuitos de distribuição até os pontos finais	2	SIM
SELE	SISTEMAS ELÉTRICOS	Quadros elétricos, cabos, iluminação, geradores	1601	SIM

SENV	ENVOLTÓRIA	Fachadas, esquadrias, impermeabilizações	38	SIM
SHID	HIDRÁULICA	Redes de água fria/quente, esgoto, bombas, reservatórios	502	SIM
SINT	INTERIORES	Revestimentos, forros, divisórias, pintura	437	SIM
SMOB	EQUIPAMENTOS E MOBILIÁRIO	Mobiliário fixo, equipamentos administrativos	906	NÃO
SPCF	PROTEÇÃO CONTRA FOGO	Hidrantes, sprinklers, detectores, alarmes	78	SIM
SSEL	SEGURANÇA ELETRÔNICA	CFTV, câmeras, alarmes perimetrais, acesso biométrico	8	SIM
SSUB	SUBESTRUTURA	Elementos abaixo do nível do solo e de fundação (fundações, contenções, paredes de subsolo, pisos de subsolo e áreas técnicas enterradas)	3	SIM
STRA	TRANSPORTE	Elevadores, plataformas de acessibilidade	34	SIM
UTIL	UTILIDADES	Consumo de gás, energia elétrica e água	15	NÃO
TOTAL GERAL			8.057	

Fonte: Próprio autor.

As OS classificadas como CKLT (3.418 registros) referem-se a rotinas operacionais de inspeção, como abertura e fechamento do prédio, rondas de verificação e conferências rápidas de itens elétricos, hidráulicos e elementos de uso comum. Essa classificação segue a estrutura de categorização de sistemas adotada pela própria instituição no *software* IFS, não tendo sido criada especificamente para esta pesquisa. Tais atividades não constituem intervenções técnicas nos sistemas prediais e apresentam tempo de execução reduzido; portanto, sua inclusão acarretaria distorções em indicadores como o Tempo Total de Resposta e a periodicidade de OS concluídas. De maneira semelhante, os registros CONT (60 registros) estão

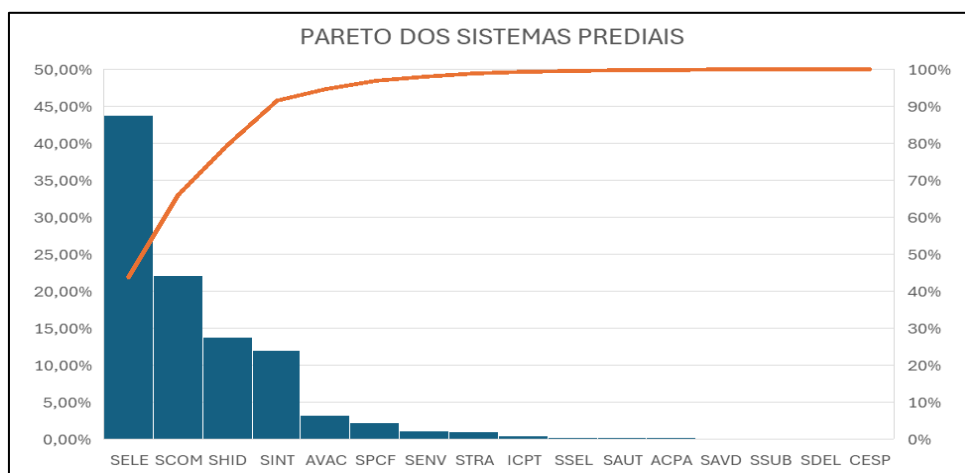
relacionados ao acompanhamento administrativo de contratos, não representando ações executivas da equipe de manutenção.

No caso das OS classificadas como SMOB (906 registros), verificou-se que dizem respeito a mobiliário, ajustes de layout e demandas patrimoniais gerais, atividades que não se enquadram na definição de manutenção predial adotada neste estudo, fundamentada na NBR 5674 (ABNT, 2024b). Por fim, os registros UTIL (15 registros) envolvem atividades de monitoramento do consumo de água, energia elétrica e gás natural, de caráter informativo ou operacional, sem ligação direta com intervenções nos sistemas prediais.

A Figura 6, que apresenta o Gráfico de Pareto utilizado para identificar os sistemas predominantes na carga de manutenção, mostrou-se fundamental para reforçar a necessidade desse processo de depuração. Sem a exclusão das categorias mencionadas, o Pareto seria influenciado por atividades não técnicas, mascarando a real distribuição das demandas entre os sistemas prediais de maior incidência de ordens de serviço, notadamente os sistemas elétricos, de comunicações e hidráulicos, conforme evidenciado no Gráfico de Pareto.

Assim, a remoção das categorias CKLT, CONT, SMOB e UTIL foi indispensável para garantir consistência analítica, comparabilidade histórica e fidelidade ao escopo do estudo. Após essa etapa de filtragem, a amostra final considerada para a seleção e análise dos KPIs foi reduzida para 3.658 Ordens de Serviço efetivamente relacionadas a serviços de manutenção.

Figura 6 – Gráfico de Pareto



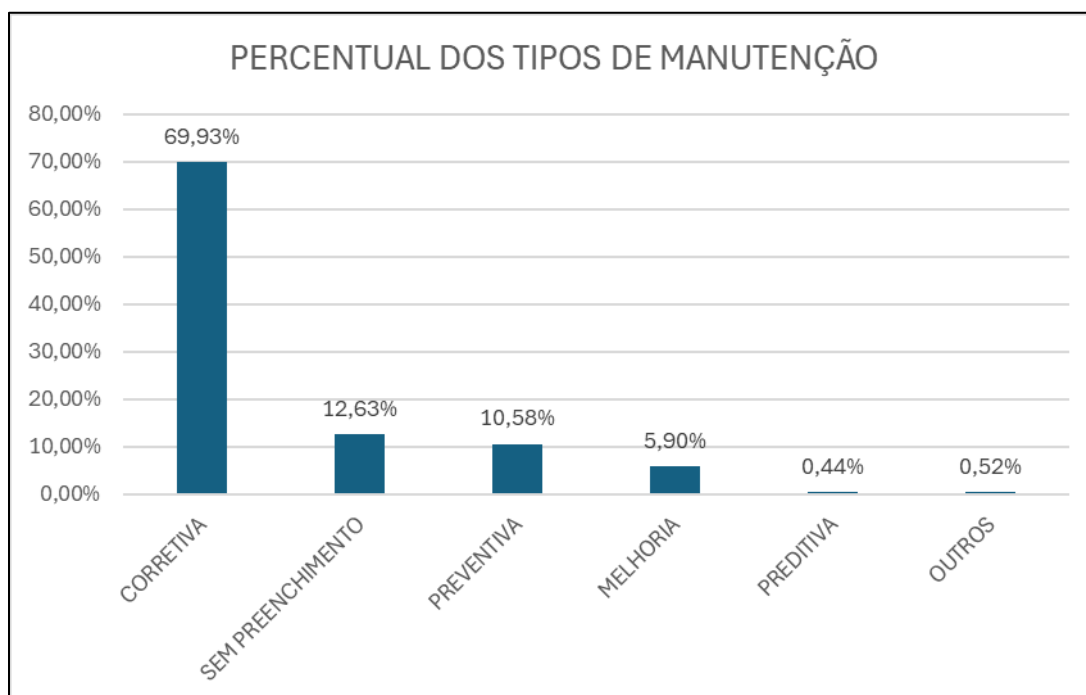
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Dessa amostra, aproximadamente 70% dos registros correspondiam à manutenção corretiva, enquanto 10,58% foram classificadas como manutenção preventiva.

Observou-se, ainda, um número considerável de ordens de serviço (OS) sem classificação do tipo de manutenção, representando cerca de 13% dos registros. Essa constatação reforça a necessidade de padronizar os procedimentos de preenchimento e criação de OS junto à equipe responsável pela gestão da manutenção.

Por fim, a manutenção de melhoria representou 5,90% dos registros, a manutenção preditiva apenas 0,44% e 0,52% foi classificado como outros tipos de manutenção⁹.

Figura 7 – Tipo de manutenção



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Conforme apresentado na Figura 7, a distribuição dos tipos de manutenção revela um perfil operacional fortemente orientado à reatividade. Aproximadamente 70% das Ordens de Serviço analisadas referem-se à manutenção corretiva, o que demonstra que a maior parte do esforço da equipe é consumida na resposta a falhas já ocorridas, e não na prevenção sistemática dessas ocorrências. Esse comportamento está alinhado ao diagnóstico apresentado anteriormente e caracteriza uma operação que ainda depende intensamente de intervenções não planejadas.

Por outro lado, apenas 10,58% das OS foram classificadas como manutenção preventiva, percentual significativamente inferior ao esperado para ambientes que

⁹ O software de manutenção classifica “outros tipos” como: acompanhamento, evento, documentação e SIPLAN — sistema de planejamento e programação da organização estudada. Para este trabalho, foram consideradas apenas as OS classificadas como preventiva, corretiva, preditiva e melhoria.

buscam maior confiabilidade e estabilidade operacional. Essa baixa representatividade indica a necessidade de aprimoramento na execução do plano de manutenção preventiva, reforçando a importância de processos mais estruturados de planejamento, priorização e controle das intervenções programadas.

Outro dado relevante é o volume de registros sem preenchimento do tipo de manutenção, que corresponde a 12,63% da amostra. Esse número expressivo de OS sem classificação compromete a qualidade dos dados e limita a capacidade de análise gerencial. Tal situação reforça a urgência de padronizar procedimentos de abertura e preenchimento das OS no sistema, garantindo que cada atividade seja corretamente categorizada para permitir avaliações confiáveis e comparações históricas consistentes.

As manutenções de melhoria representaram 5,90% dos registros, refletindo intervenções voltadas à adequação, modernização ou otimização de sistemas, mas que não configuram rotinas preventivas nem respostas a falhas. Já a manutenção preditiva permanece praticamente inexistente na operação, representando apenas 0,44% das OS — dado que confirma a maturidade inicial do processo e sinaliza oportunidade relevante para evolução futura. Por fim, 0,52% dos registros foram classificados como “outros”, englobando situações pontuais que não se enquadram nas categorias principais.

Essa distribuição reforça a coerência da depuração metodológica realizada na etapa anterior e evidencia, de forma quantitativa, a predominância do comportamento reativo na manutenção do edifício estudado. A partir dessas constatações, a seleção dos KPIs foi direcionada para medir a eficiência e a qualidade do serviço de manutenção prestado para atender a essas demandas, bem como o desempenho dos próprios sistemas. Conforme recomendado por Maurício (2011), cuja pesquisa identificou os indicadores mais relevantes para o setor, foram definidos os KPIs referenciados no Capítulo 4, que abrangem as dimensões de Custo, Qualidade e Eficiência.

Ao longo da etapa de extração e depuração das Ordens de Serviço (OS), identificou-se que a base histórica do sistema de manutenção apresenta limitações de qualidade de dados associadas tanto a aspectos de processo quanto de uso do *software*. Em primeiro lugar, constatou-se que o plano de manutenção preventiva não estava inserido de forma sistemática no sistema durante o período analisado. Dessa forma, parte das atividades preventivas oriundas do plano — internamente tratadas

como “itens prioritários de manutenção” — foi executada sem geração correspondente de OS no software, resultando em dispersão de registros e sub-representação de preventivas na base digital. Assim, os indicadores relacionados a preventivas devem ser interpretados considerando que o sistema não contém, de forma íntegra, a totalidade das intervenções preventivas realizadas.

Em segundo lugar, foram observadas inconsistências de preenchimento e padronização operacional, com registros classificados de forma incoerente quanto ao tipo de manutenção e com variações no momento de encerramento das OS. Em especial, quando uma OS é fechada muito tempo após a conclusão real da atividade (por falta de padronização do momento correto de encerramento), cria-se distorção em métricas temporais, como o Tempo Total de Resposta Geral (TTRG), além de introduzir ruído em análises comparativas. Para mitigar esses efeitos, adotaram-se critérios de filtragem e validação, além de interpretações gerenciais cautelosas nos resultados, conforme apresentado no Capítulo 4.

Para mitigar os efeitos dessas distorções, além dos critérios de filtragem operacional, foi aplicado um tratamento estatístico da base de dados, com o objetivo de identificar e remover valores atípicos (*outliers*¹⁰) nas métricas temporais. Utilizou-se a padronização por meio da pontuação Z (*Z-score*), permitindo classificar os registros conforme seu grau de afastamento em relação à média histórica. As ordens de serviço foram categorizadas em faixas de normalidade e criticidade (normal, atenção, *outlier* provável e *outlier* extremo), sendo excluídos da amostra os registros classificados como *outliers*, por representarem tempos de encerramento incompatíveis com a execução real das atividades. Esse procedimento contribuiu para reduzir distorções causadas por encerramentos tardios ou inconsistentes, aumentando a confiabilidade dos indicadores analisados no Capítulo 4.

3.4.2 Conceituação dos KPIs selecionados

Com base na revisão de literatura e na coleta de dados, foi definido um conjunto de sete indicadores-chave de desempenho (KPIs). A operacionalização de cada KPI considerou quatro elementos: (i) definição conceitual, (ii) fórmula de cálculo, (iii)

¹⁰ Considerou-se como outlier os registros com $|Z|$ acima de 2, aplicando-se o critério apenas às métricas temporais.

unidade de medida, (iv) fonte de dados no sistema IFS, além do sentido do desempenho desejável (aumento ou redução do valor do indicador).

3.4.2.1 Tempo Total de Resposta Geral (TTR Geral)

Definição conceitual: em consonância com os indicadores temporais de manutenção apresentados na EN 15341 (BSI, 2019), o TTR Geral mede o tempo médio necessário para a execução completa das ordens de serviço (OS) não canceladas, independentemente do tipo de manutenção. Trata-se de um indicador associado à eficiência operacional do processo de atendimento e conclusão das intervenções.

$$TTR_{geral} = \frac{\sum_{j=1}^m (t_{conc,j} - t_{ini,j})}{m} \quad (1)$$

Em que:

$t_{conc,j}$ = data/hora de conclusão real da OS j;

$t_{ini,j}$ = data/hora de início real da OS j;

m = número de OS válidas no período (status $\neq$ cancelado e com datas preenchidas)

Dados do KPI:

- Unidade de medida: horas (h).
- Fonte de dados (IFS): campos Início Real; Conclusão Real, filtro *Status* $\neq$ Cancelado.
- Sentido do melhor desempenho: quanto menor for esse KPI, melhor o resultado para a gestão da manutenção.

3.4.2.2 Tempo Total de Reparo das Corretivas (TTR Corretivas)

Definição conceitual: em alinhamento com os indicadores temporais de manutenção corretiva apresentados na EN 1534 (BSI, 2019), o TTR das corretivas mede o tempo médio necessário para a resolução de falhas associadas a intervenções não planejadas. Trata-se de um indicador de desempenho relacionado à capacidade de resposta e à eficiência operacional da equipe de manutenção diante de eventos corretivos.

$$TTR_{cor} = \frac{\sum_{k=1}^m (t_{conc,k} - t_{ini,k})}{n} \quad (2)$$

Em que:

$t_{conc,k}$ = conclusão real da corretiva k;

$t_{ini,k}$ = início real da corretiva k;

n = número de OS corretivas válidas.

Dados do KPI:

- Unidade de medida: horas (h).
- Fonte de dados (IFS): Tipo Manut = COR, Início Real, Conclusão Real, Status ≠ Cancelado.
- Sentido do melhor desempenho: quanto menor for esse KPI, melhor o resultado para a gestão da manutenção.

3.4.2.3 Percentual de Preventivas Concluídas (% PREV Concluídas)

Definição conceitual: em alinhamento com os indicadores de manutenção planejada apresentados na EN 15341 (BSI, 2019) e com as diretrizes de controle previstas na NBR 5674 (ABNT, 2024), este indicador mede a proporção de manutenções preventivas efetivamente concluídas em relação ao total programado no período. Avalia o grau de aderência ao plano preventivo e a disciplina de execução das atividades planejadas.

$$\%PREV = \frac{N_{prev.conc}}{N_{prev.prev}} \times 100 \quad (3)$$

Em que:

$N_{prev.conc}$ = número de preventivas concluídas no período;

$N_{prev.prev}$ = número total de preventivas previstas no período (não canceladas).

Dados do KPI:

- Unidade de medida: percentual (%)
- Fonte de dados (IFS e plano de manutenção institucional): Tipo Manut = PREV, datas de Início Planejado (para contar previstas), Status = Concluído e Conclusão Real (para contar concluídas)
- Sentido do melhor desempenho: quanto maior for esse KPI, melhor o resultado para a gestão da manutenção.

3.4.2.4 Percentual de Periodicidade Preventiva em Dia (% PREV em Dia)

Definição conceitual: em alinhamento com os indicadores de desempenho da manutenção planejada descritos na EN 15341 (BSI, 2019) e com as diretrizes de controle previstas na NBR 5674 (ABNT, 2024b), este indicador mede a proporção de manutenções preventivas concluídas dentro do prazo estabelecido no planejamento. Diferentemente do KPI anterior, avalia não apenas a execução da atividade, mas sua realização no tempo previsto, refletindo a efetividade do processo de programação e controle.

$$\%PREVdia = \frac{N_{prev.prazo}}{N_{prev.prev}} \times 100 \quad (4)$$

Em que:

$N_{prev.conc}$ = número de preventivas concluídas até a data limite planejada;

$N_{prev.prev}$ = número total de preventivas previstas no período.

Dados do KPI:

- Unidade de medida: percentual (%)
- Fonte de dados (IFS): Tipo Manut = PREV, datas de Início Planejado (para contar previstas), Status = Concluído e Conclusão Real (para contar concluídas)
- Critério de prazo: considera-se no prazo quando:

$$t_{conc} \leq t_{final.pan} \quad (5)$$

- Na ausência de Final Planejado, utiliza-se Início Planejado como data limite.
- Unidade de medida: percentual (%).
- Fonte de dados (IFS): Tipo Manut = PREV, Início Planejado, Final Planejado, Conclusão Real, Status ≠ Cancelado.
- Sentido do melhor desempenho: quanto maior for esse KPI, melhor o resultado para a gestão da manutenção.

3.4.2.5 Percentual de Ordens de Serviço Concluídas (% OS Concluídas)

Definição conceitual: em alinhamento com os indicadores de desempenho da manutenção estabelecidos na EN 15341 (BSI, 2019) e com as diretrizes de monitoramento da NBR 5674 (ABNT, 2024b), este indicador mede a proporção de ordens de serviço concluídas em relação ao total de ordens abertas no período, excluindo-se as canceladas. Trata-se de um indicador associado à eficiência operacional no atendimento e encerramento das demandas de manutenção.

$$\%OSconc = \frac{N_{OS.conc}}{N_{OS.aberta}} \times 100 \quad (6)$$

Em que:

$N_{OS.conc}$ = OS concluídas no período;

$N_{OS.aberta}$ = OS abertas no período, excluindo canceladas.

Dados do KPI:

- Unidade de medida: percentual (%)
- Fonte de dados (IFS): Status, Data do Relatório (abertura), filtro Status $\neq$ Cancelado.
- Sentido do melhor desempenho: quanto maior for esse KPI, melhor o resultado para a gestão da manutenção.

3.4.2.6 Horas-Homem em Manutenções Corretivas (HH Corretivas)

Definição conceitual: mede o esforço total da equipe dedicado a manutenções corretivas. Indica o grau de reatividade operacional. Como a base histórica não possui apontamento direto de horas-homem em todos os registros, o esforço foi estimado a partir da duração real da OS e do número de recursos alocados, quando disponíveis no IFS. Assim, a quantidade de horas-homem corretivas é calculada pelo somatório, para cada OS corretiva válida, do produto entre a duração real registrada e a alocação de recursos (operacionais) associada à ordem. Quando não houver registro de alocação, a OS é desconsiderada no cálculo específico deste indicador, de modo a preservar a confiabilidade da estimativa.

$$HHcor = \sum_{k=1}^n (t_{conc,k} - t_{ini,k}) \quad (7)$$

Onde o somatório considera apenas OS corretivas válidas.

Dados do KPI:

- Unidade de medida: horas-homem (HH).

- Fonte de dados (IFS): Tipo Manut = Corretiva, Início Real, Conclusão Real.
- Sentido do melhor desempenho: quanto menor for esse KPI, melhor o resultado para a gestão da manutenção.

3.4.2.7 Valor Despendido em Preventivas Terceirizadas (Custo PREV Terceiros)

Definição conceitual: em alinhamento com os indicadores econômicos de desempenho da manutenção apresentados na EN 15341 (BSI, 2019) e com os princípios de gestão de ativos estabelecidos na ISO 55000 (ABNT, 2024), este indicador mede o custo anual associado às manutenções preventivas executadas por fornecedores externos. Permite avaliar a aderência ao orçamento planejado e a eficiência econômica do plano preventivo no contexto da gestão de ativos prediais.

$$Custo_{prev} = \sum_{p=1}^q C_p \quad (8)$$

Em que C_p representa o valor planejado para contratos continuados de manutenção (contratos com empresas terceirizadas).

Dados do KPI:

- Unidade de medida: reais (R\$)
- Fonte de dados (IFS/ Financeiro): Módulo de contratos, registros de pagamentos ou medições vinculadas aos contratos de manutenção (base orçamentária institucional).
- Sentido do melhor desempenho: o custo previsto para os contratos de manutenção deve, idealmente, se aproximar do custo realizado. Isso porque contratos em que o valor realizado foi inferior ao previsto podem indicar baixa qualidade técnica da empresa contratada (penalizada por SLA) e/ou à não execução de manutenções preventivas.

3.4.3 Processo de estabelecimento dos valores críticos

Com os KPIs selecionados, a etapa seguinte consistiu em estabelecer valores críticos — metas e limites de controle — para cada um. Este processo é fundamental para transformar a simples coleta de dados em uma ferramenta de gestão de

desempenho, permitindo a identificação objetiva de desvios e a avaliação da performance ao longo do tempo.

A definição dos valores críticos dos KPIs baseou-se exclusivamente na análise histórica interna da operação, em atendimento às diretrizes metodológicas do trabalho e à disponibilidade de dados. A literatura recomenda o uso de *benchmarking* quando há bases comparáveis entre organizações (EN 15341; ABRAMAN, 2022). Entretanto, diante da inexistência de dados padronizados de instituições externas com similaridade operacional comprovada, optou-se pela adoção do *benchmarking* interno, por meio do estabelecimento de uma linha de base histórica (baseline) da própria instituição. Essa abordagem permitiu a comparação do desempenho ao longo de períodos pré-determinados, evidenciando a evolução das atividades de manutenção no decorrer do tempo:

- mediana da série histórica, como medida de tendência central menos sensível a valores extremos;
- análise da frequência das ocorrências (moda), quando aplicável, para identificar o comportamento mais recorrente do processo;
- desvio padrão, para avaliação da dispersão dos dados;
- valores máximo e mínimo observados, como limites empíricos da série histórica.

Esse procedimento garante rigor metodológico e reprodutibilidade, pois utiliza dados totalmente disponíveis e validados no ambiente operacional.

A lógica adotada foi:

- Meta = média histórica ajustada por fator de melhoria (entre 5% e 10%, dependendo do KPI).
- Valor crítico (alerta) = desempenho abaixo de média – 1 desvio padrão (para indicadores desejáveis) ou acima de média + 1 desvio padrão (para tempos e esforços).

Com isso, as metas refletem o comportamento real da operação, evitando arbitrariedade e preservando comparabilidade interna.

Resumidamente, foi adotada uma abordagem multifatorial que combinou duas fontes de informação, conforme a disponibilidade e a natureza de cada indicador:

- i. Análise de Dados Históricos (Linha de Base): Extração de dados do *software* IFS desde o início da série histórica até o fim do ano

imediatamente anterior ao ano de análise para calcular a média de desempenho e estabelecer uma linha de base (*baseline*) da performance atual da operação.

- ii. Referências Técnicas: Comparação com valores de referência da literatura técnica, normas, manuais de fabricantes e melhores práticas do setor.

A aplicação desta metodologia para cada KPI é detalhada a seguir:

- **Tempo Total de Resposta Geral e Tempo de Resposta para Corretivas:** a meta anual foi estabelecida com base na média histórica – 5% de melhoria, e valor crítico como média histórica + 1 desvio padrão.
- **Percentual de Ordens de Serviço Preventivas Concluídas:** definiu-se a meta anual como média histórica + 5% de melhoria, e valor crítico (alerta) como média histórica – 1 desvio padrão.
- **Periodicidade das Intervenções Preventivas:** definiu-se a meta anual como média histórica + 5% de melhoria, e valor crítico (alerta) como média histórica – 1 desvio padrão.
- **Número de Ordens de Serviço Concluídas:** definiu-se a meta anual como média histórica + 5% de melhoria, e valor crítico (alerta) como média histórica – 1 desvio padrão.
- **Valor Despendido para Manutenções Preventivas (Terceirização):** O valor de referência foi definido pela gestão orçamentária da instituição, sendo o critério de sucesso a aderência ao planejamento financeiro anual.
- **Quantidade de Horas-Homem em Manutenções Corretivas:** Para este indicador, o objetivo é a sua minimização. O valor da linha de base histórica serve como o primeiro ponto de referência a ser superado, e a meta é a sua redução contínua nos próximos ciclos, portanto, definiu-se meta anual como média histórica – 5% de melhoria, e valor crítico como média histórica + 1 desvio padrão.

Por fim, reitera-se que os valores críticos aqui estabelecidos representam o ponto de partida para a implementação de um ciclo de melhoria contínua. Conforme apontado no Capítulo 4, estes parâmetros devem ser periodicamente revisados e

ajustados para refletir a dinâmica do edifício, as mudanças nas estratégias da gestão e a evolução do próprio sistema de manutenção.

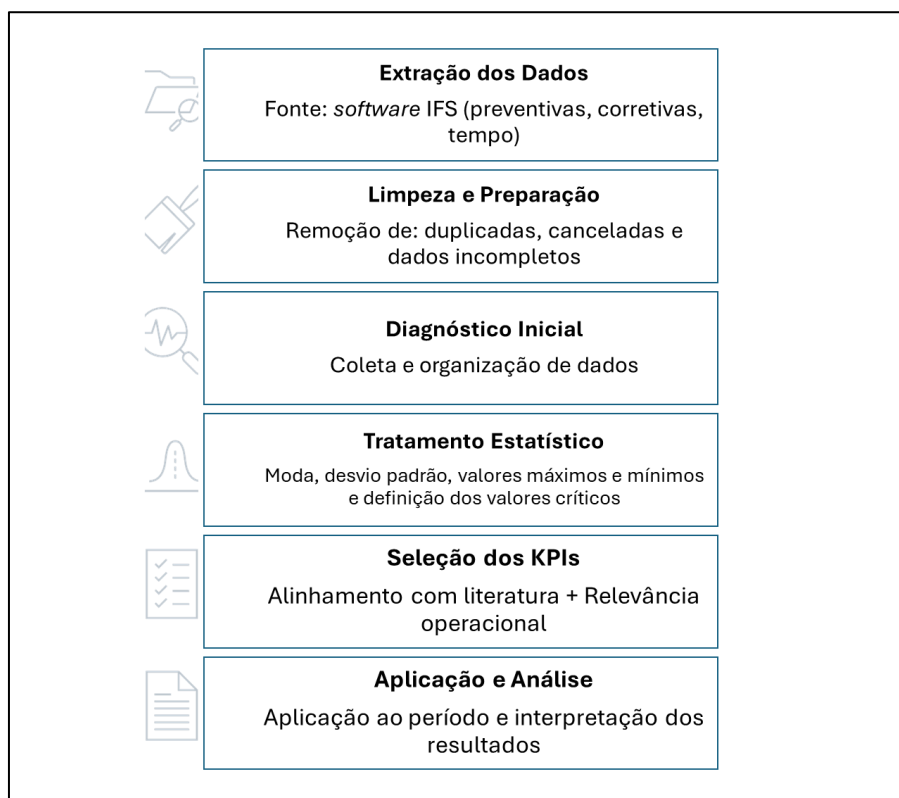
3.4.4 Processo de parametrização dos KPIs

O processo de definição e parametrização dos KPIs seguiu um fluxo estruturado em seis etapas sequenciais, conforme ilustrado no fluxograma a seguir:

- 1º) Extração dos dados de manutenções diretamente do *software* IFS, incluindo preventivas, corretivas e registros de tempo.
- 2º) Limpeza e preparação da base, removendo ordens duplicadas, canceladas e com dados incompletos.
- 3º) Diagnóstico inicial, com uso de Pareto para identificar os sistemas mais críticos.
- 4º) Seleção dos KPIs, alinhada à literatura e à relevância operacional identificada no diagnóstico.
- 5º) Cálculo das estatísticas históricas (média, desvio, valores extremos) e definição dos valores críticos.
- 6º) Aplicação dos KPIs ao período analisado, com interpretação e discussão dos resultados.

Esse fluxo permite a replicação do método em qualquer outra unidade ou edifício com estrutura de dados similar.

Figura 8 – Sequência metodológica



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

3.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO

Embora consistente, a metodologia aqui aplicada possui limitações inerentes. A análise quantitativa baseou-se nos dados registrados no *software* de gestão da manutenção, estando, portanto, sujeita à qualidade e à precisão do preenchimento das informações pelos operadores. Eventuais inconsistências no registro de horários ou na classificação das OS podem influenciar os resultados.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Neste capítulo, são apresentados e discutidos os resultados de cada um dos sete KPIs definidos na metodologia. A análise busca não apenas reportar os valores calculados, mas também contextualizá-los frente aos parâmetros de avaliação estabelecidos, gerando *insights* sobre o desempenho da gestão de manutenção do edifício. Todos os valores de linha de base apresentados neste capítulo referem-se ao período histórico de janeiro de 2022 a dezembro de 2023. Os resultados do estudo de caso correspondem ao intervalo de janeiro de 2024 a dezembro de 2024.

Embora a base depurada do estudo tenha resultado em uma amostra final para análise exploratória, os indicadores apresentados neste capítulo não utilizam necessariamente o mesmo número de OS. Isso ocorre porque cada KPI exige campos específicos (por exemplo, datas de aceite e encerramento para indicadores temporais; classificação de tipo de manutenção para preventivas; apontamentos consistentes de esforço para horas-homem; registros orçamentários para custos). Assim, para cada indicador foi considerada apenas a subamostra de OS com dados completos, consistentes e válidos para o cálculo correspondente, após aplicação dos critérios de filtragem operacional e do tratamento estatístico para remoção de valores atípicos (*outliers*). Dessa forma, os resultados devem ser interpretados considerando o denominador específico de cada KPI. Essa limitação reforça a necessidade de padronização do processo de programação e registro do plano preventivo, conforme discutido nas considerações finais.

4.1 TEMPO TOTAL DE RESPOSTA GERAL (TTRG)

Para o estabelecimento da linha de base histórica, foram consideradas as ordens de serviço, independente do tipo de manutenção, registradas entre janeiro de 2022 e dezembro de 2023. A aplicação e avaliação do indicador no contexto comparativo foram realizadas com base nos registros do período de janeiro de 2024 a dezembro de 2024, permitindo verificar a evolução do desempenho em relação ao histórico institucional. O tempo foi medido entre o aceite do chamado pela equipe técnica e o fechamento da ordem de serviço.

Ressalta-se que os indicadores temporais apresentados neste item foram calculados a partir de uma base previamente tratada do ponto de vista estatístico.

Registros com tempos de atendimento significativamente distantes do padrão operacional foram identificados por meio da análise de *outliers* utilizando pontuação padronizada (*Z-score*).

É importante destacar que tais registros não foram simplesmente desconsiderados sob a ótica gerencial. A identificação desses casos críticos permitiu analisar ocorrências excepcionais, como atrasos decorrentes de dependência de terceiros, indisponibilidade de materiais ou falhas de registro no sistema. A exclusão foi realizada exclusivamente para o cálculo do indicador médio, com o objetivo de evitar distorções estatísticas, mantendo-se, contudo, a análise qualitativa desses eventos como insumo para ações de melhoria contínua.

Tal procedimento assegura que o Tempo Total de Resposta Geral (TTRG) reflita o desempenho operacional típico da equipe, sem desconsiderar a importância da investigação e tratamento dos casos atípicos no âmbito da gestão da manutenção.

Os valores críticos e metas dos indicadores foram definidos de acordo com a linha de base histórica da própria operação (janeiro de 2022 a dezembro de 2023), utilizando critérios estatísticos. Para indicadores cuja finalidade é a minimização, estabeleceu-se como meta uma melhoria de 5% em relação à média histórica, enquanto o valor crítico foi definido como a média histórica acrescida de um desvio padrão, representando um limite superior de alerta estatístico. Para indicadores cuja finalidade é a maximização, adotou-se raciocínio inverso, sendo a meta definida como média histórica acrescida de 5% e o valor crítico como média histórica menos um desvio padrão. Tal abordagem visa criar parâmetros realistas, baseados no comportamento histórico do sistema, evitando metas arbitrárias ou desconectadas da capacidade operacional observada.

Foram analisadas 428 OS válidas com os seguintes dados apurados na base do IFS:

- Tempo total acumulado: 6.736 horas
- Número de OS válidas: 428

Cálculo:

$$\text{Tempo Total de Resposta Geral} = \frac{6.736 \text{ horas}}{428 \text{ OS}} = 15,74 \text{ horas/OS}$$

Tabela 2 – Parâmetros de avaliação para o TTRG

Valor crítico	Meta	Linha de base (jan/22 a dez/23)	Resultado
≥ 90 horas/OS	≤ 23,73 horas/OS	24,98 horas/OS	15,74 horas/OS

Fonte: Próprio autor.

O resultado de 15,74 horas indica desempenho inferior ao valor observado na linha de base histórica e encontra-se abaixo da meta estabelecida para o período analisado. Ressalta-se, entretanto, que a interpretação do indicador deve considerar a existência de casos atípicos previamente identificados, cuja análise qualitativa é fundamental para compreensão integral do processo. Ainda assim, sob a perspectiva do comportamento médio da série tratada estatisticamente, observa-se aderência ao desempenho esperado para o período.

Adicionalmente, é importante destacar que o TTRG calculado é sensível ao momento de encerramento da OS no sistema. Em cenários em que a conclusão do serviço ocorre em campo, mas o encerramento no *software* é realizado posteriormente, a métrica pode superestimar o tempo real de atendimento. Assim, parte da variabilidade observada no TTRG pode refletir não apenas desempenho operacional, mas também padrões de registro e disciplina de fechamento das OS. Por esse motivo, recomenda-se que a instituição estabeleça procedimentos padronizados de encerramento, definindo claramente o marco temporal correto para fechamento e registrando de forma consistente as etapas de aceite, execução e conclusão.

4.2 PERCENTUAL DE ORDENS DE SERVIÇO PREVENTIVAS CONCLUÍDAS

O indicador "percentual de ordens de serviço de manutenções preventivas concluídas" é calculado como o quociente entre o número de tarefas de manutenção preventiva concluídas e o número de tarefas de manutenção preventiva previstas, sendo que o valor desse indicador não deve ser inferior a 93,76%.

Para este indicador, o número de preventivas previstas no período foi obtido a partir do Plano de Manutenção institucional (documento de programação), uma vez que o plano não estava integralmente sistematizado no IFS ao longo do período analisado. Já o número de preventivas concluídas foi apurado com base nos registros

de execução disponíveis (IFS e controles formais¹¹ associados ao plano), buscando representar a aderência ao planejamento preventivo programado para 2024.

No período analisado, foram programadas 245 ordens de serviço preventivas, das quais 240 foram concluídas.

$$\text{Percentual de OS Preventivas Concluídas} = \left(\frac{240}{245} \right) \times 100 = 97,96\%$$

Tabela 3 – Parâmetros de avaliação para o percentual de OS de preventivas concluídas

Valor crítico	Meta	Linha de base (jan/22 a dez/23)	Resultado
≤ 93,76%	100%	94,75%	97,96%

Fonte: Próprio autor.

O resultado de 97,96% é um avanço positivo em relação aos 94,75% da linha de base, mas permanece abaixo da meta de 100%. Essa lacuna de aproximadamente 2 pontos percentuais, embora pareça pequena, representa manutenções preventivas consideradas prioritárias pela instituição que não foram executadas. Na prática, isso significa que componentes e sistemas deixaram de ser inspecionados no ciclo previsto, abrindo uma janela de risco para o surgimento de falhas que poderiam ter sido evitadas.

No período analisado, o plano de manutenção preventiva não esteve integralmente parametrizado no sistema de gestão da manutenção, o que resultou em sub-registro de ordens de serviço preventivas. Dessa forma, o percentual apresentado foi calculado exclusivamente a partir das OS preventivas efetivamente registradas e classificadas no sistema. Assim, este indicador reflete a capacidade da equipe em concluir as preventivas que foram formalmente abertas no *software*, não representando, de forma plena, a aderência global ao plano preventivo executado em campo. Essa limitação deve ser considerada na interpretação dos resultados, sobretudo na comparação com valores de referência e metas teóricas.

4.3 PERIODICIDADE DAS INTERVENÇÕES PREVENTIVAS

¹¹ Os controles formais consistem em procedimentos operacionais institucionais, utilizados apenas para quantificar o total programado e a condição 'no prazo', mantendo o IFS como fonte principal das datas de execução.

Um parâmetro relacionado ao indicador anterior é a "periodicidade das intervenções preventivas", que se caracteriza pelo fato de o intervalo entre as intervenções preventivas ser previamente estabelecido em consonância com o Plano de Manutenção. Caso a equipe não cumpra o período estipulado pela manutenção preventiva, ocasionando atraso, tal falha será imediatamente registrada no indicador previamente descrito.

Das 245 preventivas programadas, 228 foram realizadas dentro da periodicidade prevista no plano de manutenção.

$$\text{Percentual em Conformidade com Periodicidade} = \left(\frac{228}{245} \right) \times 100 = 93,06\%$$

Tabela 4 – Parâmetros de avaliação para a periodicidade das intervenções preventivas

Valor crítico	Meta	Linha de base (jan/22 a dez/23)	Resultado
≤ 88,76%	≥ 95%	90%	93,06%

Fonte: Próprio autor.

O resultado de 93,06%, apesar de superior à linha de base, encontra-se abaixo da meta de 95%. Este é um indicador sutil, mas de grande importância. Ele revela que, mesmo entre as preventivas que são concluídas, uma parcela ($\approx 7\%$) ocorre com atraso. Executar uma lubrificação ou inspeção fora do prazo recomendado pelo fabricante pode comprometer a eficácia do procedimento, reduzir a vida útil do ativo e, em alguns casos, até mesmo invalidar termos de garantia.

A avaliação da periodicidade das manutenções preventivas foi realizada com base apenas nas ordens de serviço preventivas que possuíam registro completo no sistema, incluindo datas planejadas e datas efetivas de execução. Considerando que o plano de manutenção preventiva não foi plenamente integrado ao software durante o período analisado, parte das atividades preventivas executadas pode não ter sido refletida na base digital. Assim, o indicador expressa a regularidade de execução das preventivas formalmente registradas, funcionando como uma medida da disciplina de planejamento e controle no sistema, e não como uma mensuração exaustiva da execução total do plano preventivo.

4.4 TEMPO DE RESPOSTA PARA ATENDIMENTO DE CHAMADOS DE CORRETIVA

Este indicador é fundamental para entender o desempenho da equipe de manutenção em relação à padronização de procedimentos e organização para resolução de chamados de manutenção corretiva no menor tempo possível.

Foram identificadas 341 ordens de serviço corretivas válidas, com tempo total acumulado de 6.460 horas entre abertura e resolução.

$$\text{Tempo Médio de Resposta Corretiva} = \left(\frac{6.460 \text{ horas}}{341 \text{ OS}} \right) = 18,94 \text{ horas/OS}$$

Tabela 5 – Parâmetros de avaliação para o tempo de respostas para chamados corretivos.

Valor crítico	Meta	Linha de base (jan/22 a dez/23)	Resultado
≥ 74,68 horas/OS	≤ 19,38 horas/OS	20,4 horas/OS	18,94 horas/OS

Fonte: Próprio autor.

O resultado obtido de 18,94 horas por ordem de serviço corretiva representa uma melhora significativa em relação à linha de base histórica, fixada em 20,4 horas por OS, além de atender à meta estabelecida de ≤ 19,38 horas por OS. Esse desempenho indica avanços na padronização dos procedimentos de atendimento e na organização da equipe para a resolução de chamados corretivos. Por se tratar de intervenções não planejadas, as manutenções corretivas tendem a demandar maior esforço de diagnóstico, coordenação e mobilização de recursos técnicos, o que reforça a importância do acompanhamento específico desse indicador. Ainda assim, os resultados observados situam-se em patamar controlado e distante do limite crítico definido para o indicador, não configurando, no período analisado, um cenário de risco operacional elevado.

4.5 NÚMERO DE ORDENS DE SERVIÇO CONCLUÍDAS

O número de ordens de serviço concluídas é expresso como uma porcentagem, calculada pela razão entre o número de ordens de serviço concluídas no período analisado e o total de ordens de serviço abertas no mesmo período. Esse indicador permite avaliar a capacidade de vazão da equipe de manutenção e o controle do volume de ordens de serviço ao longo do tempo, sendo desejável que se aproxime de 100%.

No período avaliado, foram abertas 733 ordens de serviço válidas, das quais 689 foram concluídas, resultando em um percentual de conclusão de aproximadamente 94%.

$$\text{Percentual de OS Concluídas} = \left(\frac{689}{733} \right) \times 100 \approx 94\%$$

Tabela 6 – Parâmetros de avaliação para o número de OS concluídas

Valor crítico	Meta	Linha de base (jan/22 a dez/23)	Resultado
≤ 94%	100%	95%	94%

Fonte: Próprio autor.

O resultado de 94% indica uma elevada taxa de conclusão das ordens de serviço abertas no período, evidenciando boa capacidade operacional da equipe de manutenção. No entanto, quando comparado à linha de base histórica de 95% e à meta estabelecida de 100%, observa-se que o indicador permaneceu ligeiramente abaixo do desempenho esperado, situando-se exatamente no limite crítico definido para o período. Esse resultado sugere a necessidade de atenção gerencial quanto ao controle do *backlog*¹², de modo a evitar o acúmulo progressivo de ordens de serviço pendentes e assegurar maior estabilidade operacional nos ciclos subsequentes.

4.6 VALOR DESPENDIDO PARA MANUTENÇÕES PREVENTIVAS

O indicador "valor despendido para manutenções preventivas (terceirização)" refere-se ao montante financeiro investido na execução das atividades de manutenção preventiva realizadas por empresas terceirizadas. Esse valor é calculado com base nos custos associados aos serviços contratados, incluindo mão de obra, materiais e outros recursos necessários para a realização das intervenções programadas. A análise desse indicador permite avaliar a eficiência e a adequação dos gastos em relação às necessidades de manutenção preventiva, contribuindo para o controle orçamentário e a otimização dos recursos alocados para garantir o bom funcionamento dos sistemas e equipamentos.

A soma dos contratos e serviços terceirizados para preventivas totalizou R\$ 822.509,10 no ano de 2024, o que representa 127,85% do valor planejado para o

¹² *Backlog* é o acúmulo de ordens de serviço pendentes que a equipe de manutenção precisa executar.

mesmo período. Essa quantia abrange custos com mão de obra especializada, insumos e materiais aplicados.

Tabela 7 – Parâmetros de avaliação para o valor despendido para manutenções preventivas

Valor crítico	Linha de base (jan/22 a dez/23)	Resultado
Realizado < 90% do planejado	Realizado = 107,78% do planejado	Realizado = 127,85% do planejado

Fonte: Próprio autor.

O aumento observado no valor executado pode estar associado a diferentes fatores típicos de contratos de manutenção predial, como reajustes contratuais anuais, correções inflacionárias previstas em cláusulas de equilíbrio econômico-financeiro, ampliação do escopo das atividades preventivas ou incorporação de novos serviços ao planejamento original. Ainda que tais variações sejam naturais em contratos de longa duração, é fundamental aperfeiçoar o processo de estimativa orçamentária para que o valor realizado se mantenha o mais próximo possível do 100% do planejado, garantindo previsibilidade financeira e maior acurácia na gestão dos contratos. Da mesma forma, valores significativamente inferiores ao planejado também merecem atenção, pois podem indicar aplicação de glosas ou multas decorrentes do não atendimento a Acordos de Nível de Serviço (SLA), situação que, por sua vez, pode refletir baixa qualidade na execução dos serviços por parte da empresa contratada e potencial impacto na confiabilidade dos sistemas prediais.

4.7 QUANTIDADE DE HORAS-HOMEM GASTAS PARA MANUTENÇÕES CORRETIVAS

O indicador de quantidade de hora-homem gasta para manutenções corretivas refere-se ao esforço total de trabalho empregado pela equipe de manutenção na execução de ordens de serviço corretivas ao longo do período analisado. Esse indicador expressa o volume de recursos humanos efetivamente consumidos para a correção de falhas não planejadas e permite avaliar o impacto das manutenções corretivas sobre a capacidade operacional da equipe.

Para o cálculo do indicador, foram consideradas 165 ordens de serviço corretivas que apresentavam informações completas e consistentes de duração e alocação de recursos no sistema de gestão da manutenção. As demais ordens de

serviço corretivas não possuíam dados suficientes para a estimativa confiável de horas-homem, motivo pelo qual não foram incluídas neste cálculo específico.

Observou-se que, para essas ordens de serviço, houve uma alocação média de 1 operacional por OS, com duração média de 5,33 horas por intervenção corretiva. Dessa forma, o valor obtido representa o total de horas-homem apurado para a subamostra de OS corretivas com dados completos, sendo adotado como referência operacional para o período analisado, dadas as limitações de registro identificadas na base histórica.

A Tabela 8 apresenta os parâmetros de avaliação definidos para este indicador, considerando a linha de base histórica, a meta de redução e o valor crítico estabelecido com base na variabilidade observada no período de referência.

$$\text{Homem.Hora Total} = 165 \text{ OS} \times 1 \text{ operacional} \times 5,33 \text{ h} = 879,45 \text{ HH}$$

Tabela 8 – Parâmetros de avaliação para a quantidade total de horas-homem gastas em corretivas

Valor crítico	Meta	Linha de base (jan/22 a dez/23)	Resultado
$\geq 1.095,32 \text{ HH}$	$\leq 561,26 \text{ HH}$	590,80 HH	879,45 HH

Fonte: Próprio autor.

O valor total estimado de 879,45 horas-homem indica que o esforço corretivo observado no período analisado permaneceu acima da linha de base histórica, embora ainda abaixo do valor crítico definido para o indicador. Esse comportamento sugere que, apesar de não configurar um cenário crítico do ponto de vista estatístico, o volume de trabalho não planejado ainda exerce impacto relevante sobre a capacidade operacional da equipe, demandando atenção gerencial.

Esse volume de esforço corretivo é consistente com os resultados observados nos indicadores de manutenção preventiva apresentados anteriormente, especialmente no que se refere à periodicidade das manutenções preventivas concluídas, que permaneceu abaixo do valor de referência definido. Dessa forma, fica evidente que desvios no planejamento e na execução da manutenção preventiva tendem a se converter diretamente em aumento de custos operacionais e de trabalho não planejado associado às manutenções corretivas.

4.8 SÍNTESE E DISCUSSÃO INTEGRADA DOS RESULTADOS

A análise isolada dos indicadores revela um cenário de desempenho positivo em alguns aspectos, como a produtividade geral e o controle de custos. No entanto, a verdadeira força da análise de KPIs reside na sua interpretação integrada, que permite conectar causas e efeitos e contar a "história" da operação. Os dados deste estudo de caso contam uma história muito clara sobre a relação entre a disciplina preventiva e a sobrecarga reativa. O Quadro 6, a seguir, apresenta o resumo consolidado dos resultados que fundamentam a discussão subsequente.

Para indicadores cuja finalidade é a minimização (ex.: tempos de resposta e carga corretiva), adotou-se a seguinte leitura: “OK” quando o resultado atende à meta; “Atenção” quando o resultado não atende à meta, mas permanece melhor do que a linha de base histórica (indicando melhora, porém ainda com oportunidade relevante); e “Crítico” quando o resultado ultrapassa o limite definido como valor crítico. Para indicadores cuja finalidade é a maximização (ex.: taxas de conclusão), o raciocínio é análogo: “OK” quando atende à meta; “Atenção” quando fica abaixo da meta, porém acima (ou próximo) da linha de base; e “Crítico” quando fica abaixo do valor crítico estabelecido.

Quadro 6 – Resumo dos resultados dos KPIs

KPI	Linha de base (jan/22 a dez/23)	Resultado	Meta	Avaliação
1 - TTR geral	24,98 h/OS	15,74 h/OS	≤ 23,73 h/OS	Ok
2 - % Preventivas concluídas	95%	97,96%	100%	Atenção
3 - % Periodicidade preventivas	90%	93,06%	≥ 95%	Atenção
4 - TTR corretivas	20,4 h/OS	18,94 h/OS	≤ 19,38 h/OS	Ok
5 - % OS concluídas	95%	94%	100%	Atenção
6 - Gasto com terceirização	107,78% do planejado	127,85% do planejado	100% do planejado	Atenção
7 - HH em corretivas	590,80 HH	879,45 HH	≤ 561,26 HH	Atenção

Fonte: Próprio autor.

Observa-se que a gestão apresentou desempenho positivo em alguns aspectos, como eficiência operacional e capacidade de resposta, com destaque para o TTR Geral (15,74 h/OS) e para o TTR de corretivas (18,94 h/OS), ambos melhores que a linha de base e com atingimento das metas estabelecidas. Por outro lado, os indicadores ligados à disciplina do planejamento preventivo, embora acima da linha

de base, permaneceram abaixo das metas: o percentual de preventivas concluídas foi de 97,96% (meta de 100%) e a periodicidade das preventivas em dia foi de 93,06% (meta de 95%). Em paralelo, a quantidade total de horas-homem em corretivas atingiu 879,45 HH, valor acima da linha de base histórica, ainda que abaixo do limite crítico, indicando que o esforço reativo segue relevante e demanda atenção gerencial. Assim, a análise integrada reforça que o principal potencial de melhoria não está apenas em “concluir preventivas”, mas em elevar a aderência ao prazo do plano, reduzindo o deslocamento de capacidade para corretivas ao longo do ciclo anual.

A análise integrada dos resultados evidencia a relação direta entre o desempenho das preventivas e o comportamento das corretivas. Observa-se que meses com menor periodicidade em dia apresentam simultaneamente maior volume de horas-homem em corretivas, demonstrando o impacto da falha no planejamento sobre a carga reativa.

Essa relação foi quantificada por meio de análise de correlação simples entre os dois indicadores, cujo coeficiente ficou em torno de $r \approx -0,65$, indicando correlação negativa moderada. Isso confirma empiricamente o que a literatura descreve: falhas na execução das preventivas tendem a aumentar o esforço corretivo (Assunção, 2017; Maurício, 2011).

A leitura integrada do conjunto de indicadores evidencia um mecanismo causal consistente entre planejamento preventivo e carga corretiva. A linha de base histórica (jan/2022 a dez/2023), utilizada para definição das metas e valores críticos, já indicava que variações negativas na disciplina das rotinas preventivas tendem a se refletir em aumento do esforço corretivo. No estudo de caso (jan/2024 a dez/2024), essa relação tornou-se ainda mais clara: meses com menor periodicidade das preventivas em dia coincidiram com maiores volumes de trabalho corretivo, medidos em horas-homem totais nas OS corretivas.

Para verificar empiricamente a associação entre o percentual de manutenções preventivas realizadas no prazo e a distribuição mensal da quantidade de horas-homem gastas em manutenções corretivas, aplicou-se uma análise de correlação de Pearson entre as séries mensais correspondentes ao ano de 2024. O coeficiente obtido ($r \approx -0,65$) indica uma correlação negativa de magnitude moderada, sugerindo que menores níveis de aderência ao planejamento preventivo tendem a estar associados a maiores cargas mensais de esforço corretivo. Essa associação, contudo,

deve ser interpretada como uma tendência operacional, cuja significância estatística é avaliada a seguir.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (9)$$

Em que:

x_i = percentual de preventivas em dia no mês i (% preventivas em dia);

y_i = carga corretiva do mês i (HH corretivas);

$\bar{x}$ e $\bar{y}$ = médias anuais das séries;

n = número de meses ($n = 12$).

Para cada mês calcula-se:

$$(x_i - \bar{x}), (y_i - \bar{y}), (x_i - \bar{x})^2, (y_i - \bar{y})^2 \text{ e } (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (10)$$

Em seguida calculam-se os somatórios finais:

$$S_{xx} = \sum (x_i - \bar{x})^2; S_{yy} = \sum (y_i - \bar{y})^2 \quad (11); (12)$$

Por fim, é calculado o coeficiente r através de:

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} * S_{yy}}} \quad (13)$$

Assim, os resultados apontam que o edifício opera sob um ciclo típico de retroalimentação: baixa disciplina preventiva → aumento de corretivas → sobrecarga operacional → menor capacidade de executar preventivas no prazo. Essa dinâmica explica por que, mesmo com percentual elevado de preventivas concluídas no ano, a baixa periodicidade compromete a efetividade do plano e desloca esforço para atividades reativas. Portanto, a principal alavanca de melhoria não está apenas em “fazer preventivas”, mas em fazê-las no prazo planejado, pois isso reduz diretamente a exposição a falhas, o TTR corretivo e o esforço total reativo ao longo do ciclo anual.

Ressalta-se que os valores mensais de horas-homem corretivas apresentados no Quadro 7 correspondem à decomposição temporal do indicador de quantidade total de horas-homem gastas em manutenções corretivas analisado na Seção 4.7. A soma das cargas mensais resulta exatamente no valor anual do indicador, permitindo avaliar a relação entre planejamento preventivo e esforço corretivo sob uma perspectiva dinâmica ao longo do ano.

Quadro 7 – Dados para o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson

Mês/2024	% preventiva em dia	HH corretivas
Jan/24	90,91%	71,5 HH
Fev/24	90%	70,5 HH
Mar/24	94,44%	86,2 HH
Abr/24	95,24%	83,3 HH
Mai/24	94,74%	74 HH
Jun/24	95,65%	66,5 HH
Jul/24	79,17%	93,4 HH
Ago/24	77,78%	87,05 HH
Set/24	94,44%	62,5 HH
Out/24	100%	61,5 HH
Nov/24	100%	61 HH
Dez/24	100%	62 HH

Fonte: Próprio autor.

Considerando os dados do Quadro 7 na Equação 13, obtém-se $r \approx -0,65$, indicando correlação negativa de magnitude moderada entre o percentual de preventivas em dia e a carga de horas-homem corretivas.

Para verificar a significância estatística dessa associação, aplicou-se o teste *t* de *Student* para correlação de Pearson, considerando $n = 12$ meses. A estatística do teste é dada por:

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \quad (14)$$

Substituindo os valores, tem-se:

$$t = -0,65 \sqrt{\frac{12-2}{1-(-0,65)^2}} \quad (15)$$

O resultado é:

$$t \approx -2,70$$

Após a obtenção do valor da estatística *t* ($t \approx -2,70$), procedeu-se ao cálculo do *p*-valor associado, utilizando-se a distribuição *t* de *Student* com $n - 2 = 10$ graus de liberdade. A probabilidade bicaudal foi determinada por meio da função estatística T.DIST.2T (DIST.T.BC) do Microsoft Excel, resultando em $p \approx 0,022$.

Esse valor de *p* indica que, ao nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$), há evidências estatísticas suficientes para rejeitar a hipótese nula (H_0) de ausência de

correlação linear entre as variáveis analisadas. Assim, o coeficiente de Pearson sugere uma associação linear negativa entre o percentual de preventivas realizadas no prazo e o volume de horas-homem dedicadas às corretivas, isto é: quanto maior a aderência das preventivas no prazo, menor tende a ser a carga corretiva no período observado. Ainda assim, por se tratar de um estudo observacional e dependente da qualidade dos registros, recomenda-se interpretar o achado como evidência estatística dentro do conjunto analisado, sem inferir causalidade direta.

Dessa forma, os resultados reforçam, do ponto de vista estatístico, a hipótese operacional de que falhas na aderência ao planejamento preventivo tendem a elevar o esforço corretivo ao longo do ano. Ressalta-se, contudo, que a correlação identificada não implica relação de causalidade direta, devendo ser interpretada como evidência de associação consistente, coerente com a literatura técnica sobre manutenção predial. Para fortalecer essa análise, recomenda-se, em trabalhos futuros, o uso de séries históricas mais longas ou a inclusão de variáveis adicionais que possam influenciar o comportamento das manutenções corretivas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como propósito estruturar e aplicar uma metodologia para definição, análise e interpretação de indicadores-chave de desempenho (KPIs) na gestão da manutenção predial de um edifício corporativo. A investigação partiu do reconhecimento de que a tomada de decisão na manutenção de edificações demanda instrumentos objetivos de monitoramento, capazes de traduzir dados operacionais em informações gerenciais consistentes.

A partir da aplicação da metodologia proposta, verificou-se que a utilização sistemática de indicadores permite ampliar a capacidade de controle sobre os processos de manutenção, especialmente no que se refere à disciplina de execução das atividades preventivas, ao tempo de resposta às intervenções corretivas e ao acompanhamento dos custos associados às atividades terceirizadas. A consolidação desses indicadores possibilitou estabelecer parâmetros de desempenho com base na própria realidade operacional da instituição, adotando-se o *benchmarking* interno por meio da linha de base histórica.

Diferentemente de abordagens fundamentadas exclusivamente em médias globais, o tratamento estatístico da base incluiu a identificação de valores atípicos (*outliers*). Importa destacar que tais registros não foram desconsiderados sob a ótica gerencial, mas analisados como eventos críticos representativos de potenciais riscos operacionais. A exclusão dos *outliers* foi aplicada exclusivamente para fins de cálculo de tendência central, evitando distorções estatísticas. Entretanto, a análise qualitativa desses casos constitui elemento essencial para o processo de melhoria contínua, uma vez que são justamente essas ocorrências extremas que evidenciam fragilidades do sistema, como atrasos excepcionais, dependência de fornecedores ou inconsistências no fluxo de encerramento das ordens de serviço.

Os resultados indicaram predominância de manutenção corretiva em relação à preventiva, confirmando um padrão operacional ainda parcialmente orientado à reatividade. Embora a periodicidade média de execução das preventivas tenha se mantido próxima à meta estabelecida, o distanciamento do valor ideal evidencia espaço para aprimoramento do planejamento e da regularidade das intervenções programadas. Tal constatação reforça a importância da consolidação de um Sistema

de Gestão da Manutenção¹³ estruturado, em consonância com a NBR 5674 (ABNT, 2024b), que estabelece diretrizes para planejamento, controle, registro e avaliação das atividades de manutenção em edificações.

No contexto analisado, verificou-se que o *software* (IFS) constitui ferramenta relevante para suporte à gestão, porém sua efetividade depende da qualidade e padronização dos registros inseridos. A ausência de integração plena do plano preventivo ao sistema e a variabilidade no momento de encerramento das ordens de serviço demonstram que a maturidade do sistema de gestão não se limita à adoção de *software*, mas requer procedimentos operacionais formalizados, definição clara de responsabilidades e cultura organizacional orientada ao desempenho.

A metodologia proposta demonstrou ser aplicável, especialmente em organizações que não dispõem de *benchmarking* externo consolidado. A definição de valores críticos a partir da própria série histórica institucional revelou-se abordagem coerente para contextos com baixa disponibilidade de indicadores comparáveis no setor de edificações. Contudo, a consolidação de práticas mais amplas de comparação interinstitucional representa etapa futura desejável para o amadurecimento do campo da manutenção predial no Brasil.

Como limitações, destaca-se o recorte temporal de um ano para avaliação comparativa, o que pode não capturar plenamente variações sazonais ou oscilações de maior amplitude na carga de manutenção. Além disso, o estudo concentrou-se em um único edifício corporativo de caráter administrativo, o que impõe cautela na generalização dos resultados para outras tipologias, como edificações hospitalares ou industriais, cujas demandas operacionais apresentam maior complexidade técnica.

Sob a perspectiva gerencial, conclui-se que a adoção estruturada de KPIs fortalece o processo decisório, amplia a transparência operacional e favorece a consolidação de práticas alinhadas ao Sistema de Gestão da Manutenção previsto na NBR 5674 (ABNT, 2024b). Mais do que mensurar resultados, os KPIs funcionam como instrumentos de diagnóstico contínuo, permitindo identificar tendências, desvios e oportunidades de aprimoramento.

Para trabalhos futuros, recomenda-se o aprofundamento da análise quantitativa dos indicadores com base em séries históricas mais longas, bem como a expansão da aplicação do método para outras edificações da mesma organização ou

¹³ A NBR 5674 (ABNT, 2024) define sistema de manutenção como um “conjunto de procedimentos organizados para gerenciar os serviços de manutenção”.

para outras tipologias de edificações, como hospitais, instituições de ensino ou instalações industriais, desde que precedida de estudos específicos para adaptação dos KPIs às particularidades operacionais de cada contexto. Como desdobramento tecnológico, sugere-se a integração dos KPIs a ferramentas de *Business Intelligence* (BI), viabilizando a criação de painéis de controle dinâmicos para o monitoramento contínuo do desempenho e a automação do processo de análise gerencial proposto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS. **Pesquisa da situação da manutenção e da gestão de ativos nas empresas no Brasil:** Documento Nacional 2022. Rio de Janeiro: Abramam, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:** Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro, 2024.

_____. **NBR ISO 41001:** Facility management – sistemas de gestão – requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2020.

_____. **NBR ISO 55000.** Gestão de ativos — Terminologia, visão geral e princípios. Rio de Janeiro, 2024.

_____. **NBR 5674:** Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2024.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. **NF X 60-010:** Maintenance – Concepts et définitions des activités. Paris, 1994.

ASSUNÇÃO, J. F. P. S. **Avaliação do desempenho de edifícios com base na análise de indicadores de performance (KPI)** – caso de pavilhões industriais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Porto, p. 151. 2017.

BALDIN, A.; FURLANETTO, L.; ROVERSI, A.; TURCO, F. **Manual de mantenimiento de instalaciones industriales.** Barcelona: Gustavo Gili, 1982.

BONIN, L. C. **Manutenção de edifícios:** uma revisão conceitual. *In:* SEMINÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1988, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: UFRGS, 1988. p. 1-31.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 3811:** Glossary of maintenance management terms in terotechnology. Londres, 1993.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 3843-1**: Guide to terotechnology (the economic management of assets) - Introduction to terotechnology. Londres, 1992.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 8210**: Facilities maintenance management. Code of practice. Londres, 2020.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 15341**: Maintenance Key Performance Indicators. Londres, 2019.

BURGARDT, O. A. **Desenvolvimento de um sistema para a gestão da manutenção de equipamentos militares**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

CABRAL, J. P. S. **Gestão da manutenção de equipamentos, instalações e edifícios**. 4. ed. Lisboa: Lidel, 2021.

DONAS, M. L. M. **A gestão da manutenção de equipamentos em uma instituição pública de C&T em saúde**. Dissertação (Mestrado em Gestão de C&T em Saúde) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, p. 132. 2004.

FLORES, I.; BRITO, J. **Manutenção em edifícios correntes**: estado actual do conhecimento. In: CONGRESSO DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 2001, Lisboa. Anais... Lisboa, 2001. p. 737-744.

GOMES, J. A. C. **Metodologia para a manutenção e exploração de edifícios**: aplicação a um caso concreto. Dissertação (Mestrado em Construção) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, p. 150. 1992.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 55000**: Asset management — Overview, principles and terminology. Geneva, 2024.

JOHN, V. M. **Avaliação de durabilidade de materiais, componentes e edificações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 115. 1987.

JOHN, V. M.; CREMONINI, R. A. **Manutenção dos edifícios**: uma visão sistêmica. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 10., 1989, São Paulo. Anais... São Paulo, 1989. p. 115-128.

LEE, R. **Building maintenance management**. 3ª ed. London: Collins, 1987.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta à recuperação de edificações. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 191. 1985.

MAURÍCIO, F. M. M. P. **Aplicação de ferramentas de Facility management à manutenção técnica de edifícios de serviços**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, p. 159. 2011.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. **Manutenção – Combate aos custos da não eficácia – A vez do Brasil**. São Paulo: Makron Books, 1993.

MONCHY, F. **A função manutenção**: formação para a gerência da manutenção industrial. São Paulo: Durban, 1989.

PEREZ, Ary Rodrigo. **Manutenção dos edifícios**. *In*: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Tecnologia das Edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 611-614.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. **Manutenção**: Função Estratégica. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

ROSA, E. B. **Indicadores de desempenho e sistema ABC**: o uso de indicadores para uma gestão eficaz do custeio e das atividades de manutenção. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 530. 2006.

SEELEY, I. H. **Building Maintenance**. 2. ed. London: Palgrave, 1987.

TAVARES, L. A. **Administração moderna da manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Polo, 1999.

WYREBSKI, J. **Manutenção produtiva total**: um modelo adaptado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 135. 1997.