

A CIÊNCIA DE DADOS APLICADA À ENGENHARIA DE CUSTOS E INSPEÇÃO PREDIAL PARA EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS

Trabalho de Perícia ou Inspeção Predial

RICARDO ALEXANDRE GOIS FERREIRA
ARTHUR LUCINDO DUARTE
EDUARDA ARAÚJO

João Pessoa - PB
2025

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



A CIÊNCIA DE DADOS APLICADA À ENGENHARIA DE CUSTOS E INSPEÇÃO PREDIAL PARA EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS

RESUMO

A adoção de métodos científicos que possibilitem a tomada de decisão embasada em evidências objetivas permite o melhor uso de recursos corporativos, sendo tal proposta trazida no desenvolvimento da Ciência de Dados aplicada à Engenharia de Custos e Inspeção Predial, com abordagem de associação das irregularidades tabuladas na fase de pós-obras e relação dos custos de construção, pós-obras e manutenção em edificações residenciais verticais, cujos resultados demonstram a viabilidade técnica-econômica na integração de processos para gestão de pleitos e resolução de conflitos, em especial no gerenciamento de riscos dos empreendimentos, voltado a indicadores-chave de desempenho dos sistemas críticos, com desenvolvimento de boas práticas e benefícios aos setores da construção civil e administração condominial, a partir da base técnica e análise crítica de prioridades.

Palavras-chave: Dados; Custos; Inspeção; Manutenção; Habitação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. CIÊNCIA DE DADOS EM FAVOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL	4
3. ENGENHARIA DE CUSTOS NA GESTÃO DA INSPEÇÃO PREDIAL, MANUTENÇÃO, DESEMPENHO E GARANTIA DA EDIFICAÇÕES	7
4. APLICAÇÃO DAS CIÊNCIAS INTEGRADAS AO ESTUDO DE CASO	9
5. CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	21

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil apresenta uma diversidade de fatores concorrentes para questões de conflitos, controvérsias e pleitos ao longo do ciclo de vida do empreendimento, tendo mais ênfase no momento da transferência do ativo construído, quando várias exigências técnicas de engenharia, operacionais da gestão do ativo, contratuais do recebimento das obras e de arcabouço legal. Daí surgem as contendas e litígios entre as partes que tanto acumulam-se em processos de resolução judiciais, arbitrais e, por que não, outros meios alternativos de resolução.

Independentemente da solução adotada, a prova técnica é um elemento-chave na melhor tomada de decisão, baseada em dados, informações e conhecimento fundamentado das partes e o decisor, de modo a ajustar as relações contratuais e dispositivos econômicos derivados, fins garantir o exercício do investimento otimizado.

Logo, o hiato entre a entrega de bens imóveis habitacionais e sua efetiva gestão operacional e de manutenção traz incógnitas que impedem o pleno usufruto do patrimônio, cuja resolução será voltada à análise crítica dos dados a partir de variáveis da ciência de engenharia lastreadas em parâmetros de normativos técnicos da Inspeção Predial, Garantia e Desempenho das Edificações, então suportados na aplicação da Engenharia de Custos e Ciência de Dados, com o devido gerenciamento.

Importa observar variáveis de segurança, habitabilidade e sustentabilidade combinadas com os impactos nos custos de construção e manutenção, nos prazos legais e contratuais e pautada na base de dados que traga confiança e rastreabilidade quantitativa e qualitativa, inclusive sob aspectos de riscos dos agentes intervenientes.

Com isso, a proposta deste trabalho é adotar uma prática metodológica para análise técnica de questões de conflitos entre agentes intervenientes do negócio relacionado aos empreendimentos imobiliários no setor da construção civil habitacional, considerando a fase de transição operacional do bem imóvel e sob aspectos da Inspeção Predial, Engenharia de Custos e Ciência de Dados.

2. CIÊNCIA DE DADOS EM FAVOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Ciência de Dados tem aplicações das mais diversas, tendo como insumo a base de dados e os processos de captura, tratamento, análise e resultados, o que gera confiabilidade a partir da conjugação com as ciências matemáticas da Probabilidade Estatística, Regressão Linear, Álgebra Linear, Teoria dos Grafos etc.

Um dado é uma representação simbólica de feitos e entidades, sejam numéricas, alfabéticas, temporais, algoritmos, espacial etc., sendo os tipos de variáveis nominais, binários, ordinal, intervalar e de razão. As distâncias de objetos atendem a mesma classificação, sendo esta definição uma medida que permite estabelecer a semelhança entre objetos do mesmo tipo, ou seja, quanto maior a semelhança entre objetos, menor sua distância. Isso importa para comparação, seja física ou intangível, a partir de métricas como a função distância de objetos.

A possibilidade de armazenar e processar dados estruturados e não estruturados em grande escala nos sistemas computacionais leva à necessidade de classificar os objetos e estabelecer mecanismos de comparação entre eles, o que remete à relevância de definir distâncias entre tipos de objetos.

As tendências orientadas a dados desenvolvem modelos relacionais que explicam padrões de comportamento em amostras significativas, cuja organização conta com ferramentas para análise do volume de dados integrados. Assim, métodos e técnicas implantadas na empresa facilitam a compilação da série histórica, com

riqueza incremental de dados transformados em informações estratégicas ao negócio. O desafio aqui é obter dados estruturados de fontes que apresentam uma variância de objetos não estruturados ou, até mesmo, com falhas no cadastro ou levantamento. Certamente a transformação digital traz benefícios na mudança de sistemas de informática para tomada de decisão orientada a dados, que exige maturidade cultural.

Na base de dados adotada no estudo de caso da construção civil para eventos de irregularidades agrupadas na fase de pós-obras, preponderam as variáveis discretas, com valores que pertencem a um conjunto numerável, com propriedades que são inerentes a qualquer distância, a exemplo do sistema construtivo.

A Teoria dos Grafos permite modelar aplicações no campo da indústria da construção civil pelo relacionamento das redes lógicas de precedência entre suas atividades, com cálculos dos problemas de controle da produção, tanto na perspectiva da ciência quanto da tecnologia. A quantidade de nós na rede de grafos implica na função de complexidade, o que caracteriza os empreendimentos imobiliários como de alta complexidade, ainda mais se a variável inovação é presente, com magnitude de riscos significativa e, por vezes, desconsiderada no VGV – Valor Geral de Vendas.

Dada a importância da base de dados estruturados em mente, parte-se à preparação, tratamento, análise e decisão baseada em dados, com o fluxo de valor:

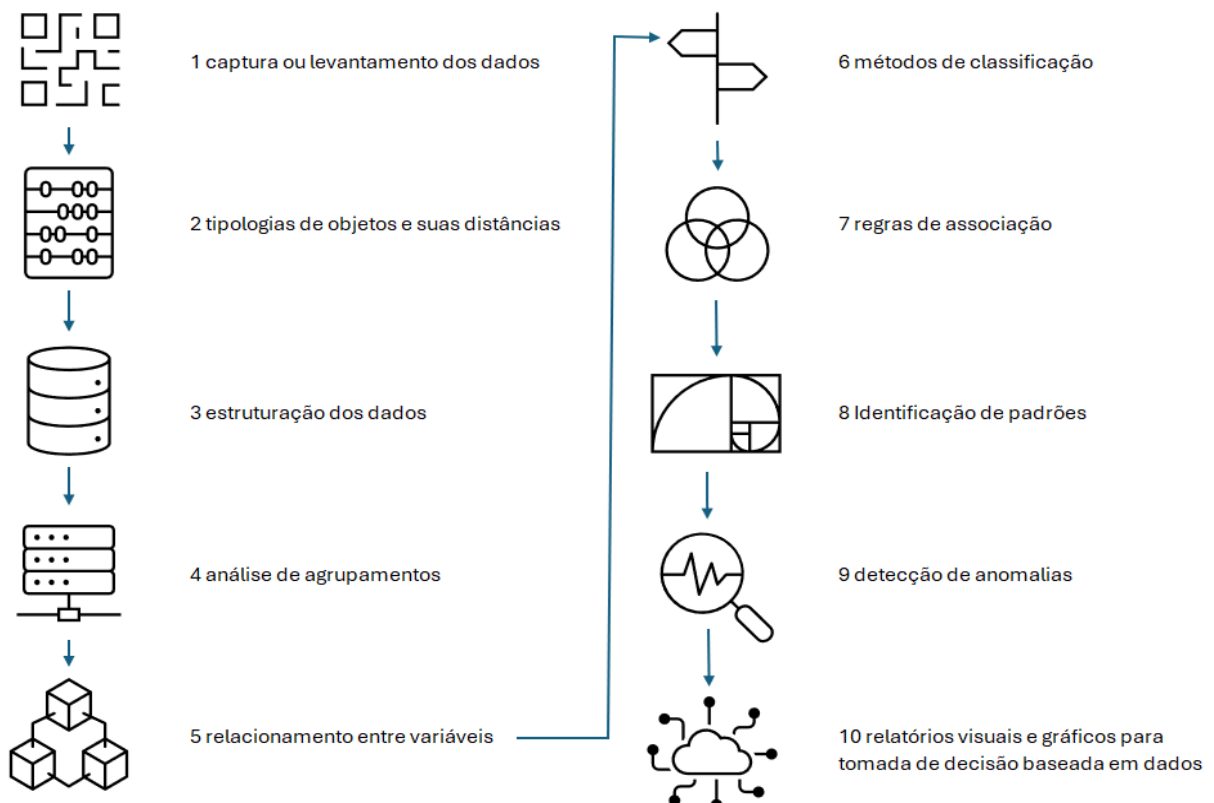


Figura 1: Processo de gestão de dados e informações para tomada de decisão (Autores, 2025)

A tomada de decisão é o processo de escolha ou seleção da melhor alternativa para resolver um problema ou alcançar um objetivo, quando há várias opções disponíveis. Por sua vez, o método racional é a escolha feita de forma lógica e objetiva, com busca dos melhores resultados.

O processo da tomada de decisão pelo método racional é apresentado a seguir:

- i. Identificar o problema: perceber a situação que precisa ser resolvida e aproveitar uma oportunidade;
- ii. Diagnóstico: levantar todas as informações relevantes sobre o problema ou a oportunidade;
- iii. Identificar soluções e alternativas: analisar as oportunidades disponíveis, considerando riscos e benefícios;
- iv. Ponderar as evidências: reunir as informações e alinhar com os objetivos do trabalho;
- v. Escolher a melhor alternativa: após análise, selecionar a que parece ser mais adequada para a situação;
- vi. Transformar a solução em ação: colocar em prática a alternativa escolhida e começar a executá-la;
- vii. Avaliar os resultados: após a execução, monitorar os resultados para verificar se a decisão resolveu o problema ou se o objetivo foi alcançado, fazendo ajustes, se necessário.

No que tange ao uso de BI – *Business Intelligence* (Inteligência do Negócio) aplicado à gestão de dados e informações no setor da construção civil, a tecnologia suporta práticas para coletar, armazenar, analisar e visualizar dados, sendo a preparação de dados uma etapa essencial à qualidade dos resultados para decisão, desafio que favorece à adoção de um ambiente digital com sistemas e ferramentas de informática para gerar relatórios, processamento analítico on-line (OLAP), mineração de dados e análise preditiva.

A preparação de dados pode ser descrita nos subprocessos: a) integração de conteúdo e estruturas – correlação para variáveis nominais e numéricas; b) limpeza dos dados – valores faltantes, inconsistência de dados, ajustar dados com ruídos, análise de valores atípicos e análise de agrupamentos; c) transformação de dados – normalização de dados, variáveis derivadas e agregação; d) redução de dados – número de variáveis, componentes principais, número de ligações e redução do número de valores. Aqui se requer consistência, integridade e aplicação dos dados.

A visualização de dados, por sua vez, ao final do processo de gestão de dados e informações, é um mecanismo com idoneidade para criação, análise, exploração e transmissão dos dados, apresentação de resultados, combinadas as capacidades analíticas e visuais dos humanos com as potencialidades dos computadores.

A análise de agrupamento é uma técnica de mineração de dados que tem o objetivo principal de agrupar um conjunto de dados em subconjuntos de elementos semelhantes, cujo grau de similaridade atenda a critérios de distância entre objetos.

As regras de associação trazem evidências de possíveis relações de causa e efeito, em grandes bases de dados, fator crítico para tomada de decisões estratégicas e de acordo com interesses. O princípio da frequência de objetos nas variáveis dos conjuntos serve para definição da regra de associação, facultado o uso de algoritmos.

De igual importância processual, a classificação em categorias para muitos dados requer técnicas automáticas para organização dos conjuntos, cujo objetivo é identificar variáveis de um dado para atribuição a um valor correspondente, de sorte a desenvolver um modelo preditivo do comportamento do negócio. Os classificadores são algoritmos para definir o modelo de predição, conjunto de treinamento de relações entre variáveis explicativas, e o conjunto de prova, com ajuste e validação do modelo.

3. ENGENHARIA DE CUSTOS NA GESTÃO DA INSPEÇÃO PREDIAL, MANUTENÇÃO, DESEMPENHO E GARANTIA DA EDIFICAÇÕES

Os problemas em edificações residenciais tem sido fonte de reclamações entre proprietários e construtoras no Brasil, o que certamente acumula pleitos, conflitos, disputas e controvérsias que exigem provas técnicas para resolução da lide. O fato é que a engenharia bem aplicada pode mitigar esses riscos, principalmente se adotadas as boas práticas da Engenharia de Custos como variável explicativa da Inspeção Predial, desempenho e garantia das edificações.

Em pesquisa publicada no jornal Folha de São Paulo, edição de 17/04/2005, citada no livro Vitorias na Construção Civil – Conceitos e Métodos (PINI, 2009), é apresentada a distribuição de reclamações mais frequentes em edificações, a seguir.

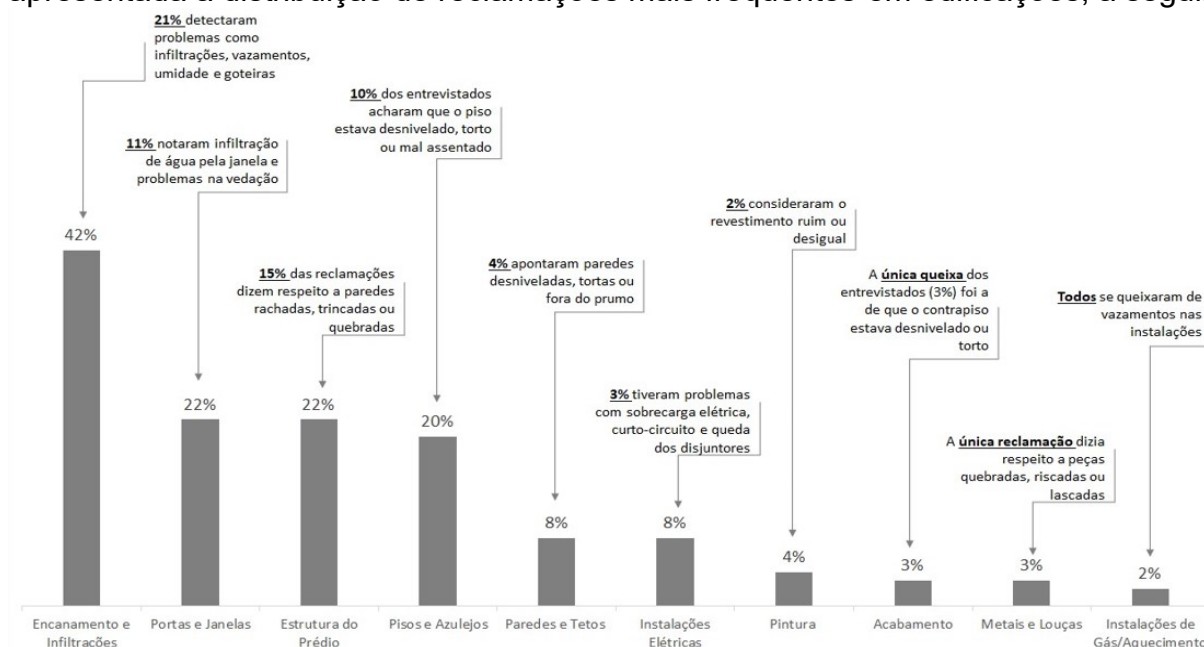


Figura 2: Distribuição das reclamações mais frequentes (PINI, 2009)

Percebe-se a hierarquia dos problemas ordenada em irregularidades associadas à estanqueidade, esquadrias, revestimentos de pisos e paredes, instalações elétricas, pintura e acabamentos, metais e louças e instalações de gás.

Quando se observa a ABNT NBR 15575-1:2024 – Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais, fica notória a importância das exigências do usuário para segurança, habitabilidade e sustentabilidade, mas isso implica em incumbências dos intervenientes quanto à atuação diligente nos sistemas construtivos para obter seu melhor nível de desempenho e extensão da sua vida útil. Por sua vez, na ABNT NBR 17170:2022 – Edificações – Garantias – Prazos recomendados e diretrizes, resta evidente que há responsabilidades atribuídas ao incorporador, construtor e prestador de serviço, fabricante de materiais, componentes, sistemas construtivos e equipamentos, proprietário, usuários e responsável legal da edificação, o que muitas vezes não é bem definido ou interpretado segundo interesses difusos, o que causa pleitos e conflitos indesejados nas idades prematuras do uso e pós-obra.

Um fator decisivo à preservação dos bens, segurança e valorização do imóvel e extensão da vida útil dos ativos construídos nas edificações habitacionais é a gestão de manutenção, cuja ABNT NBR 5674:2024 – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. O gestor predial deve tomar ações no sentido de gerenciar a manutenção da edificação quanto à organização, planejamento, controle e documentação de processos, sendo a hierarquia da execução de atividades de operação e manutenção orientada pelo plano de manutenção, com cronograma estabelecido e procedimentos sistêmicos. Logo, a Engenharia de Custos associada à Ciência de Dados aplicada às irregularidades de maior frequência e impacto no desempenho dos ativos, sistemas, instalações e componente é uma boa prática para garantir a eficiência de recursos. Para tanto, é essencial que haja uma série histórica das intervenções, cadastro de ativos e gestão de dados estruturados, inclusive custos, o que remete à consistência de informações.

Então, um critério objetivo que sirva de balizador na gestão de manutenção da edificação após o período de entrega e recebimento da obra, pós-obra ou assistência técnica, transição para operação do ativo e a própria operação e manutenção da edificação, seus sistemas construtivos, instalações prediais, elementos e componentes visam a melhorar o uso de recursos e desempenho de seus resultados. Portanto, a base de dados ajustada ao plano de manutenção agrega valor ao gestor predial, tanto pelo cronograma das intervenções de manutenção quanto pela aplicação das recomendações conforme especificações técnicas de fabricantes e prestadores de serviços, que devem ser registradas no Manual de Uso, Conservação e Manutenção ou Manual do Proprietário, o que estende a vida útil e desempenho de cada ativo. Por isso que se propõe a Engenharia de Custos como variável decisória da quantificação da Inspeção Predial, indicador de desempenho e diretriz da garantia das edificações e seus sistemas construtivos. Certamente que a disciplina na gestão da informação deve ser seguida à risca para a obtenção dos resultados consistentes.

Com efeito, a ABNT NBR 16747 – Inspeção predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento destaca que a inspeção predial “é um processo que visa auxiliar na gestão da edificação e, (...), contribui com a mitigação de riscos técnicos e econômicos associados à perda de desempenho”. Além disso, sua periodicidade agrega a manutenção das condições de segurança, habitabilidade e sustentabilidade. Uma definição relevante da inspeção predial é a de patamares de prioridades, com organização de atividades segundo sua urgência, necessárias para restaurar ou preservar o desempenho dos sistemas, subsistemas e elementos construtivos da edificação afetados por falhas, anomalias ou manifestações patológicas.

A classificação das irregularidades constatadas no processo de inspeção predial são anomalias e falhas, caracterizadas pela perda de desempenho derivada da construção ou do uso, operação e manutenção de um elemento, subsistema ou sistema, sendo dividida em endógena ou construtiva, exógena e funcional. A organização das prioridades da inspeção predial em patamares de urgência leva em conta a análise qualitativa das irregularidades, classificadas em prioridades 1 a 3.

Na análise de gestão de riscos aplicada à Engenharia de Custos, o método da Curva ABC (*Activity-Based Cost*) classifica os elementos de custos conforme os contribuintes mais significativos ou motivadores ao custo do objetivo, ordenados pela magnitude decrescente e cumulativa, sendo uma importante variável na tomada de decisão pelo impacto associado às irregularidades, mormente na fase pós-obra.

4. APLICAÇÃO DAS CIÊNCIAS INTEGRADAS AO ESTUDO DE CASO

A base de dados obtida para esta análise técnica consiste em edifícios imobiliários residenciais de classificação R-16 padrão alto do Custo Unitário Básico (SINDUSCON) ou prédio com elevador fino da Revista Construção Mercado (PINI).

Esse espaço amostral consta de 46 empreendimentos habitacionais com vida útil de um ano, fase inicial de operação e manutenção, VGV – Valor Geral de Vendas R\$ 1.956.776.124,28, aqui designado custo de construção, com atividades de pós-obras ou operação assistida acumuladas no montante R\$ 5.981.609,00, sendo registradas 34.909 irregularidades no período. A distribuição das irregularidades por grupo de sistemas construtivos é apresentada adiante, base da análise de dados para definição dos resultados e associação com os parâmetros da Inspeção Predial para gestão de manutenção, melhoria de desempenho de ativos e garantia da edificação.

Os sistemas construtivos foram agrupados conforme classificação da amostra de irregularidades, dos custos de construção e pós-obra, ou transição para operação, sendo os parâmetros da análise dos dados a seguir:

- i. Outros: administração e despesas, incorporação imobiliária, regularização de empreendimentos, projetos, serviços preliminares, limpeza, demolições, movimento de terra, terraplenagem e diversos;
- ii. Supra-estrutura: fundações, estrutura, muros, arrimos e alvenaria;
- iii. Revestimentos, acabamentos e pintura: piso, pavimentação, forro, impermeabilização e pintura;
- iv. Instalações complementares: elevadores, instalações de prevenção, proteção e combate a incêndio e sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- v. Instalações hidráulicas: instalações hidrossanitárias e reservatórios;
- vi. Esquadrias e complementos: janelas e portas;
- vii. Instalações elétricas: instalações elétrica, telecomunicação e interfone;
- viii. Coberturas: telhado;
- ix. Infraestrutura: gás liquefeito de petróleo e ligações prediais;
- x. Equipamentos: paisagismo, comunicação visual e lazer.

Diante do processo de gestão de dados e informações para tomada de decisão, o fluxo de trabalho consta de extração, tratamento, estruturação, análise, resultados, relatórios e decisão baseada em dados, de modo iterativo e semi-automatizado por plataformas de tecnologia da informação e comunicação, com painéis responsivos, alimentados pela base de dados que determinam a confiabilidade e consistência dos parâmetros de objetos classificados, agrupados e relacionados conforme a categoria.

A hierarquia dos resultados qualitativos e quantitativos suporta a análise crítica da gestão de dados e informações, sendo relacionadas as irregularidades e custos para os empreendimentos verticais residenciais, que servem para análise de tendências e medidas preditivas, seja na fase de construção, pós-obra e operação e manutenção, com transição das responsabilidades entre as partes intervenientes, o que certamente se aplica como indicadores de patamares de prioridades com impacto nos custos e frequência de irregularidades, a partir do princípio de Pareto ou regra 80/20, com critério de classificação pela hierarquia da curva ABC, método útil na definição de variáveis e grupos relevantes, com otimização de esforços e recursos.

A observação de dados ou objetos com maior impacto nos custos e frequência de irregularidades agrupados por sistemas construtivos direciona ao conhecimento das variáveis relevantes, que são relacionadas por patamares nos empreendimentos.

Importa destacar que a atualização da base de dados pode ser feita de maneira cumulativa, com a atenção de agrupar, relacionar e classificar os objetos similares. Então, a prática da Inspeção Predial, gestão de manutenção, planejamento e controle do desempenho de ativos construídos, melhor eficiência das garantias e prazos da vida útil de sistemas, instalações, elementos e componentes no ciclo de vida da edificação serão otimizados a partir da Ciência de Dados resultante dos critérios de patamares de prioridade com ponderação de custos e frequência de irregularidades.

Assim, o processo de mineração, organização, estruturação, análise de dados, visualização de resultados e relatórios gerenciais de forma sistêmica é apresentado conforme a iteração a seguir.

Column1	Column2	Column3	Column4	Column5	Column6	Column7
Agrupamento	Produto	Problema	Prob. Solicitados	Prob. Resolvidos	Prob. Solicitados	Prob. Resolvido
SUPRA-ESTRUTURA	LAJE (ESTRUTURAL)	FISSURAS/TRICAS/RACHADURA- ESTRUTURAL	1	1	1	
SUPRA-ESTRUTURA	LAJE (ESTRUTURAL)	VAZAMENTO/INFILTRAÇÃO	1	1	1	
SUPRA-ESTRUTURA	LAJE (ESTRUTURAL)	Total	2	1	2	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	AZULEJO	DESPLACANDO	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	AZULEJO	OCO	1		1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	AZULEJO	TRINCADO/FISSURADO/LASCADO	12		12	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	AZULEJO	Total	14	1	14	

Figura 3: Captura ou levantamento dos dados – etapa 1: base de dados brutos (Autores, 2025)

Microsoft Excel

Excluir toda a linha da planilha?

OK Cancelar

Column1	Column2	Column3	Column4	Column5	Column6	Column7
1	SUPRA-ESTRUTURA	LAJE (ESTRUTURAL)	Total	2	1	2
9	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	AZULEJO	Total	14	1	14
12	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	BANCADA	Total	2	1	2
14	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	CHURRASQUEIRA	Total	1		1
16	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	ESCALADA DE ACESSO AOS APTOS (ARDÓSIA)	Total	3		3
20	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	FACHADA	Total	3	2	3
24	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PAREDE	Total	108	79	108
27	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PAVIMENTAÇÃO	Total	3	3	3
29	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PEDRAS NATURAIS	Total	1	1	1
33	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PINTURA	Total	13	6	13
36	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PISO (CIMENTADO)	Total	4	2	4
40	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PISO CERÂMICO	Total	4		4
43	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PISO LAMINADO	Total	22	11	22
45	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	REJUNTE	Total	4	4	4
48	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	RODAPÉ	Total	3	2	3
50	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	RODAPÉ LAMINADO	Total	11	9	11
54	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	TETO	Total	41	29	41
56	INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	ANTENA	Total	1	1	1
58	INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	GÁS	Total	4		4
60	HIDRÁULICA	BANCADA	Total	3	3	3
63	HIDRÁULICA	CAIXA DE PASSAGEM HIDRÁULICA	Total	2	2	2
67	HIDRÁULICA	CHUVEIRO	Total	5	2	5
70	HIDRÁULICA	CUBA/BOJO/PIA	Total	8	3	8
72	HIDRÁULICA	PISO CERÂMICO	Total	1	1	1
75	HIDRÁULICA	RALO	Total	20	10	20
79	HIDRÁULICA	REGISTRO	Total	14	9	14
82	HIDRÁULICA	TANQUE	Total	2	2	2

Figura 4: Captura dos dados – etapa 2: exclusão de dados sumários (Autores, 2025)

Column2	Column2	Column4	Column5	Column6
Produto	Problema	Prob. Solicitados	Prob. Resolvidos	Prob. Solicitados
3	LAJE (ESTRUTURAL)	FISSURAS/TRICAS/RACHADURA- ESTRUTURAL	2	2
4	LAJE (ESTRUTURAL)	VAZAMENTO/INFILTRAÇÃO	8	4
5	AZULEJO	DESPLACANDO	1	
6	AZULEJO	TONALIDADE DIFERENTE	1	
7	AZULEJO	TRINCADO/FISSURADO/LASCADO	13	1
8	BANCADA	FIXAÇÃO	1	
9	BANCADA	VEDAÇÃO	1	1
10	CHURRASQUEIRA	DANIFICADA (O)	1	
11	FACHADA	DESTACAMENTO/DESCASCAMENTO	1	1
12	FACHADA	FISSURAS	6	5
13	FACHADA	SOLTO/AUSENTE/DESNIVELADO	2	
14	FACHADA	TONALIDADE DIFERENTE	1	
15	FACHADA	UMIDADE/INFILTRAÇÃO	6	4
16	FORRO DE GESSO	FISSURAS	1	1
17	MURO DE DIVISA	FISSURAS	1	1
18	PAREDE	FISSURAS/DESAGREGANDO	43	20
19	PAREDE	INFILTRAÇÃO	57	35
20	PAREDE	ONDULAÇÕES	5	4
21	PAVIMENTAÇÃO	DEMARCAÇÃO/SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	1	
22	PAVIMENTAÇÃO	DESAGREGANDO/SOLTO	1	
23	PAVIMENTAÇÃO	FISSURAS	2	2
24	PEDRAS NATURAIS	DESPLACADO/DANIFICADO	10	3
25	PINTURA	DESTACAMENTO/DESCASCAMENTO	12	11
26	PINTURA	SUIEIRAS/MANCHAS	3	1
27	PISO (CIMENTADO)	FISSURAS/DESAGREGANDO	3	2
28	PISO LAMINADO	DANIFICADA (O)	16	6

Figura 5: Captura dos dados – etapa 3: exclusão de dados duplicados (Autores, 2025)

Column1	Column2	Column3	Column4	Column5	F
109	ELETRICA	FIOS/CABOS/TUBULAÇÃO	AUSENTE/SOLTO	5	5
110	ELETRICA	FIOS/CABOS/TUBULAÇÃO	DANIFICADO (A)	14	9
111	ELETRICA	FIOS/CABOS/TUBULAÇÃO	OBSTRUÍDO	12	9
112	ELETRICA	FIOS/CABOS/TUBULAÇÃO	SEM FUNCIONAMENTO	13	10
113	ELETRICA	ILUMINAÇÃO	DANIFICADA (O)	7	5
114	ELETRICA	ILUMINAÇÃO (ASC)	SEM FUNCIONAMENTO	4	4
115	ELETRICA	INTERFONE	SEM FUNCIONAMENTO	2	
116	ELETRICA	INTERRUPTOR	SEM FUNCIONAMENTO	8	7
117	ELETRICA	PLACAS FOTOVOLTAICAS (ENRGIA SOLAR)	SEM FUNCIONAMENTO	1	1
118	ELETRICA	TELEFONE	OBSTRUÇÃO DO ELETRODUTO	2	2
119	ELETRICA	TOMADA	SEM FUNCIONAMENTO	20	19
120	ELETRICA	TOMADA	SOLTO	2	
121	COBERTURAS	TELHADO	DANIFICADA (O)	1	
122		CAIXA D'ÁGUA FIBRA/POLIETILENO	PERDA DA INTEGRIDADE	1	
123		JANELA	DEFORMAÇÃO/RUPÇÃO	1	1
124		JANELA	PERSIANA DANIFICADA	2	
125		PAVIMENTAÇÃO	DESSOLDAZIZAÇÃO: ACESSO DE AUTOMÓVEIS	1	
126		PONTO AR CONDICIONADO	SEM FUNCIONAMENTO	1	
127		PORTA ALUMÍNIO	DEFORMAÇÃO/RUPÇÃO: MOVIMENTAÇÃO E FECHAMENTO	1	1
128		PORTA MADEIRA	CAVIDADES/DEFORMAÇÃO/FLEXÃO: PERFIS DA ESTRUTURA DA PORTA	4	2
129		PORTA MADEIRA	DESENCAIXE/DESLOCAMENTO: COMPONENTES DE MOVIMENTAÇÃO/FOLHAS MÓVEIS	3	2
130		PORTA MADEIRA	EMPENAMENTO/DESLOCAMENTO: MARCOS E FOLHAS	1	
131		PORTA MADEIRA	FALHA DE FUNCIONAMENTO: COMPONENTES DE MOVIMENTAÇÃO	7	5
132		PORTA MADEIRA	RUPÇÃO/FLEXÃO: MARCOS E FOLHAS	1	
133		PORTA MADEIRA	RUPÇÃO/TRINCAS: PERFIS DA ESTRUTURA DA PORTA	1	
134		SOLEIRA	DANIFICADA (O)	4	
135		SOLEIRA	DESNIVELADO (NIVEL)	1	
136		SOLEIRA	SOLTO	2	

Figura 6: Tipologias de objetos (Autores, 2025)

Consultas [48]							Config. Consulta
Agrupamento	Produto	Problema	Prob. Solicitados	Prob. Resolvidos	Prob. Solicitados_1	Prob. Resolvidos_2	PROPRIEDADES
1	SUPRA-ESTRUTURA	LAJE (ESTRUTURAL)	FISSURAS/TRINCAS/RACHADURA-ESTRUT...	1	1	1	Nome: A Todas as Propriedades ETAPAS APLICADAS: Fonte Navegação Cabeçalhos Promovidos Tipo Alterado Cabeçalhos Promovidos1 Tipo Alterado1
2	SUPRA-ESTRUTURA	LAJE (ESTRUTURAL)	VAZAMENTO/INFILTRAÇÃO	1	1	1	
3	SUPRA-ESTRUTURA	LAJE (ESTRUTURAL)	Total	2	1	1	
4	SUPRA-ESTRUTURA	Total	2	1	1	1	
5	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	AZULEJO	DESPLACANDO	1	1	1	
6	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	AZULEJO	OCO	1	1	1	
7	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	AZULEJO	TRINCADO/FISSURADO/LASCADO	12	1	1	
8	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	AZULEJO	Total	14	1	1	
9	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	BANCADA	FIXAÇÃO	1	1	1	
10	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	BANCADA	VEDAÇÃO	1	1	1	
11	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	BANCADA	Total	2	1	1	
12	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	CHURRASQUEIRA	DANIFICADA (O)	1	1	1	
13	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	CHURRASQUEIRA	Total	1	1	1	
14	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	ESCALADA DE ACESSO AOS APTOS (ARDÓS...	DANIFICADA (O)	3	1	1	
15	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	ESCALADA DE ACESSO AOS APTOS (ARDÓS...	Total	3	1	1	
16	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	FACHADA	FISSURAS	1	1	1	
17	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	FACHADA	TONALIDADE DIFERENTE	1	1	1	
18	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	FACHADA	UMIDADE/INFILTRAÇÃO	1	1	1	
19	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	FACHADA	Total	3	2	2	
20	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	PAREDE	FISSURAS/DESAGREGANDO	44	26	26	
21	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	PAREDE	INFILTRAÇÃO	63	52	52	
22	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	PAREDE	ONDULAÇÕES	1	1	1	
23	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	PAREDE	Total	108	79	79	
24	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	PAVIMENTAÇÃO	DESAGREGANDO/SOLTO	2	2	2	
25	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	PAVIMENTAÇÃO	FISSURAS	1	1	1	
26	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	PAVIMENTAÇÃO	Total	3	3	3	
27	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	PEDRAS NATURAIS	DESPLACADO/DANIFICADO	1	1	1	
28	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINT...	PEDRAS NATURAIS	Total	1	1	1	

Figura 7: Estruturação dos dados (Autores, 2025)

Agrupamento	Produto	Problema	Prob. Solicitados	Prob. Resolvidos	Prob. Solicitados_1	Prob. Resolvidos_2	Campos
SUPRA-ESTRUTURA	LAJE (ESTRUTURAL)	FISSURAS/TRINCAS/RACHADURA-ESTRUTURAL	1	1	1	1	Pesquisar Nome: A Modo de armazenamento: Importar Dados atualizados: 06/07/2025 15:57:18 A, AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ, AK, AL, AM, AN, AO, AP, AQ, AR, AS, AT, AU, AV
SUPRA-ESTRUTURA	LAJE (ESTRUTURAL)	VAZAMENTO/INFILTRAÇÃO	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	AZULEJO	DESPLACANDO	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	AZULEJO	OCO	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	BANCADA	FIXAÇÃO	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	BANCADA	VEDAÇÃO	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	CHURRASQUEIRA	DANIFICADA (O)	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	CHURRASQUEIRA	Total	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	FACHADA	FISSURAS	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	FACHADA	TONALIDADE DIFERENTE	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	FACHADA	UMIDADE/INFILTRAÇÃO	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PAREDE	ONDULAÇÕES	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PAVIMENTAÇÃO	FISSURAS	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PEDRAS NATURAIS	DESPLACADO/DANIFICADO	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PEDRAS NATURAIS	Total	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PINTURA	TONALIDADE DIFERENTE	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PISO CERÂMICO	DESNIVELADO (NIVEL)	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	PISO CERÂMICO	TONALIDADE DIFERENTE	1	1	1	1	
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	RODAPÉ	DESNIVELADO (NIVEL)	1	1	1	1	
INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	ANTENA	SEM FUNCIONAMENTO	1	1	1	1	
INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	ANTENA	Total	1	1	1	1	
HIDRÁULICA	CAIXA DE PASSAGEM HIDRÁULICA	DANIFICADA (O)	1	1	1	1	
HIDRÁULICA	CAIXA DE PASSAGEM HIDRÁULICA	VAZAMENTO/INFILTRAÇÃO	1	1	1	1	
HIDRÁULICA	CHUVEIRO	VAZAMENTO/INFILTRAÇÃO	1	1	1	1	
HIDRÁULICA	PISO CERÂMICO	VAZAMENTO/INFILTRAÇÃO	1	1	1	1	
HIDRÁULICA	PISO CERÂMICO	Total	1	1	1	1	
HIDRÁULICA	REGISTRO	FIXAÇÃO	1	1	1	1	
HIDRÁULICA	REGISTRO	NÃO ABRE/NÃO FECHA/AGARRANDO	1	1	1	1	

Figura 8: Análise de agrupamentos (Autores, 2025)

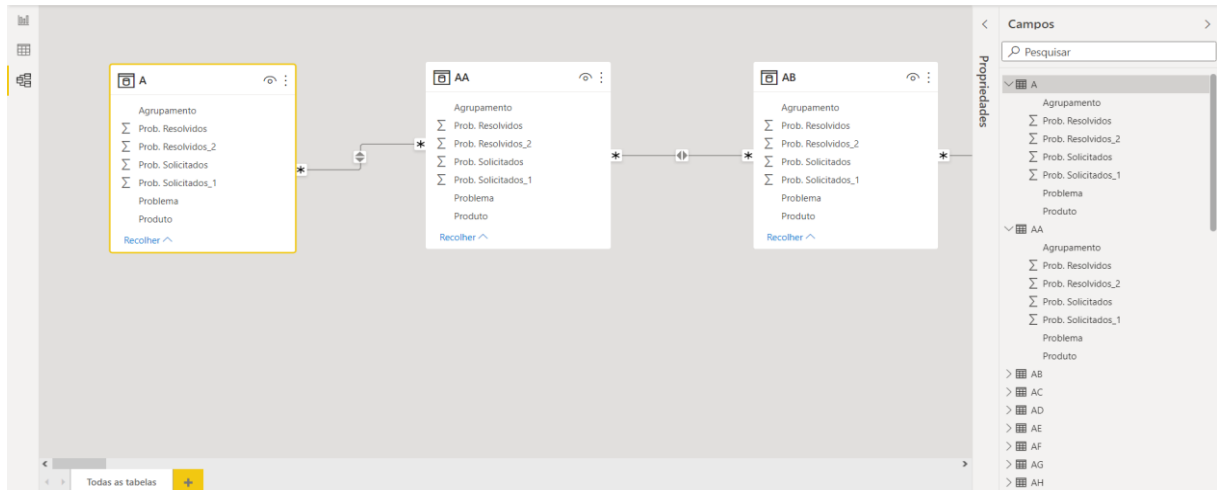


Figura 9: Relacionamento entre variáveis (Autores, 2025)

Superada a etapa de levantamento e organização dos dados, os resultados de classificação, associação, identificação de padrões e detecção de anomalias permite gerar relatórios visuais e gráficos que possibilitam a estatística descritiva a partir da representatividade do espaço amostral, tanto para irregularidades quanto dos custos de construção, pós-obra e manutenção, com critérios objetivos para determinar fatores decisórios que servem de predição em modelos e gestão de empreendimentos residenciais verticais para melhor gestão de manutenção, desempenho de ativos construídos e garantias com prazos otimizados na vida útil da edificação.

Exemplo de análise dos modelos é a verificação de correlação entre as irregularidades e os custos de construção, pós-obra e manutenção, de sorte a saber se os maiores valores dos agrupamentos seguem a mesma ordem de classificação. Isso importa na definição da gestão da qualidade de recursos, sejam, materiais, pessoal, equipamentos e tecnologias ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos. A prioridade das ações de manutenção é balizadora no processo de inspeção predial e gestão de manutenção, com benefícios e ganhos para as partes interessadas na redução de conflitos e melhoria da operação de sistemas e instalações prediais.

De acordo com a estrutura da base de dados do espaço amostral obtido para as ocorrências de problemas, ou seja, frequência de irregularidades agrupadas, nota-se uma concentração em alguns conjuntos de objetos, o que já indica uma prioridade a partir de critério técnico do impacto nas intervenções da fase pós-obra.

Agrupamento	Problemas
OUTROS	0
SUPRA-ESTRUTURA	482
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	14058
INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	1433
HIDRÁULICA	8358
ESQUADRIAS E COMPLEMENTOS	5987
ELÉTRICA	4348
COBERTURAS	93
INFRA-ESTRUTURA	26
EQUIPAMENTOS-ASC	124

Figura 10: Método de classificação (Autores, 2025)

Organizado em um relatório visual responsivo, ou iterativo e dinâmico, a associação de valores absolutos do espaço amostral apresenta uma preponderância ordenada em sistemas de revestimentos, acabamentos e pintura, instalações hidráulicas e esquadrias, vis-à-vis os demais sistemas construtivos.

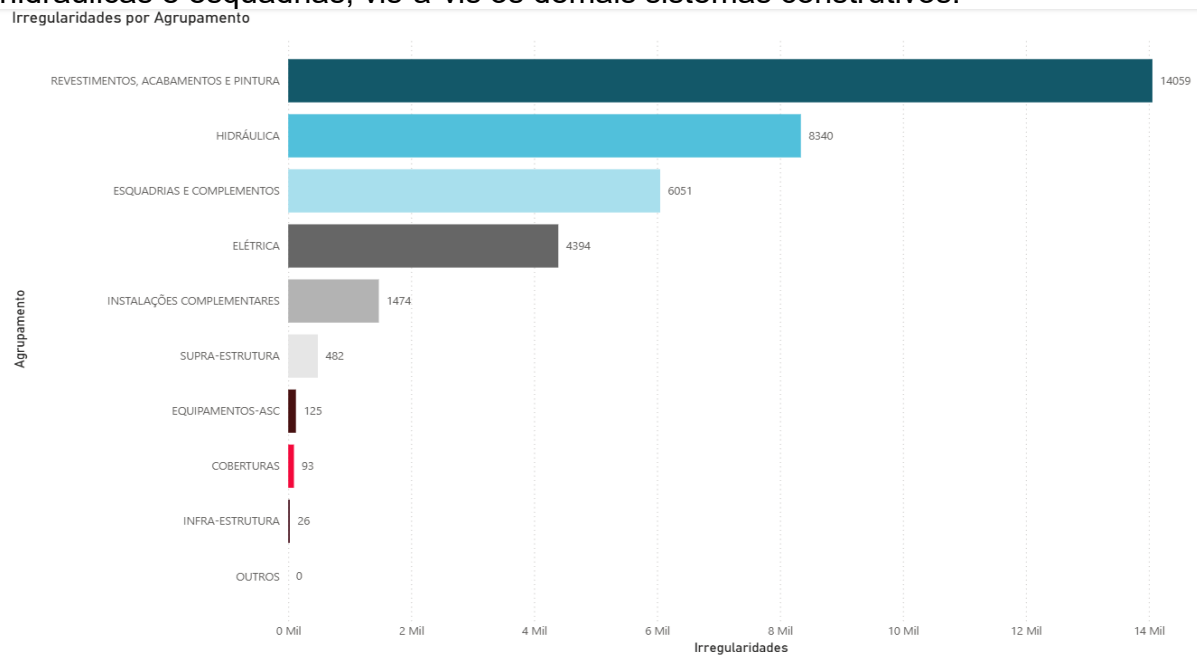


Figura 11: Regra de associação – valores absolutos (Autores, 2025)

Se aplicada a análise relativa entre sistemas, conforme princípio de Pareto, nota-se que 80% dos impactos na frequência de irregularidades concentram-se nos três grupos superiores, o que remete ao tratamento de riscos dedicado às categorias.

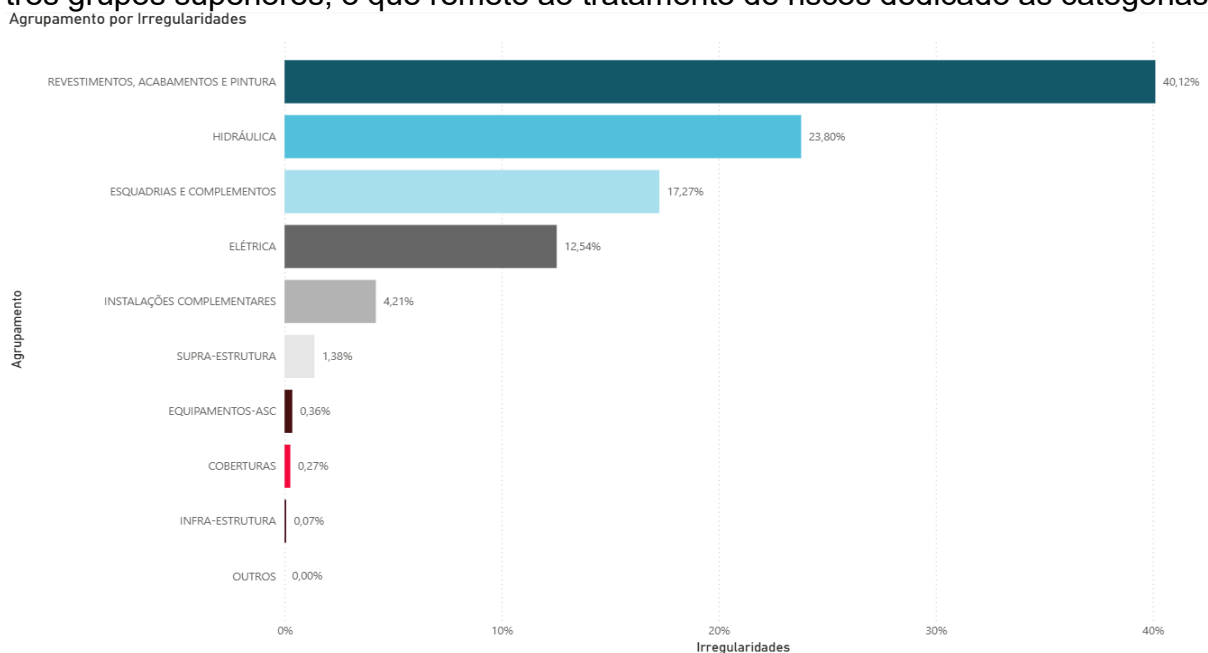
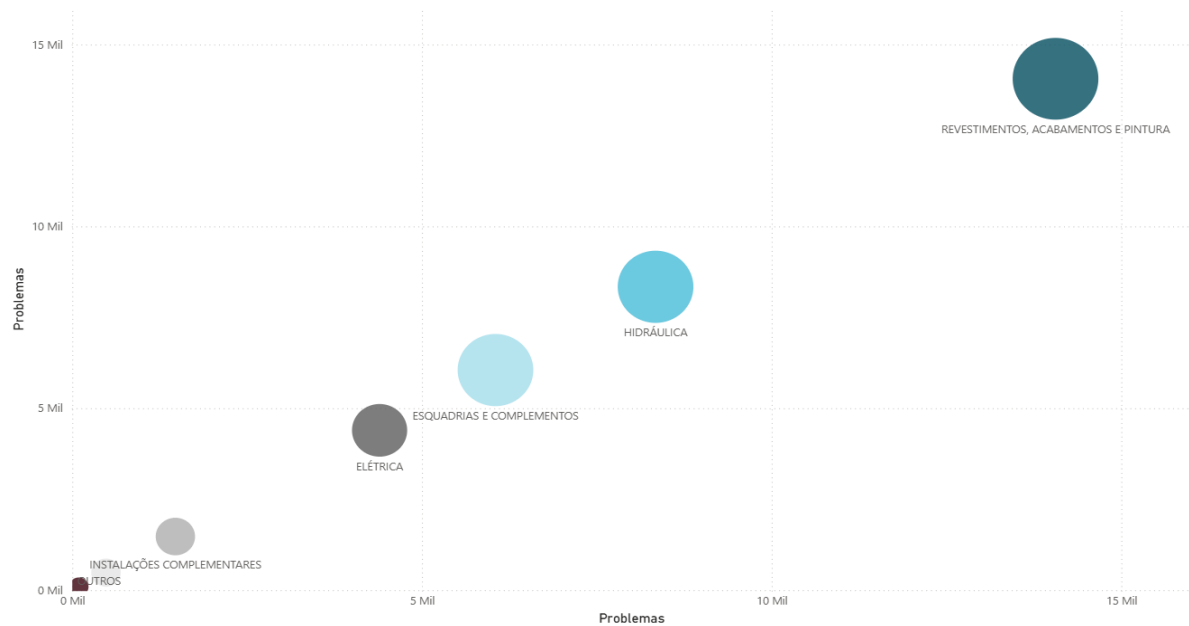


Figura 12: Regra de associação – valores relativos (Autores, 2025)

Sob outra forma de análise de dados, a distribuição de frequência e distância de objetos, nota-se igualmente a preponderância de um tipo de irregularidade relativamente a outros, o que também destaca a importância da atuação dos serviços de inspeção predial, operação e manutenção de ativos construídos para o melhor desempenho da edificação, insumo para a melhoria contínua do processo de gestão da qualidade, com lições aprendidas direcionadas à ciência de Dados e Estatística.

Dispersão Total de Problemas



Empreendimentos Consolidados

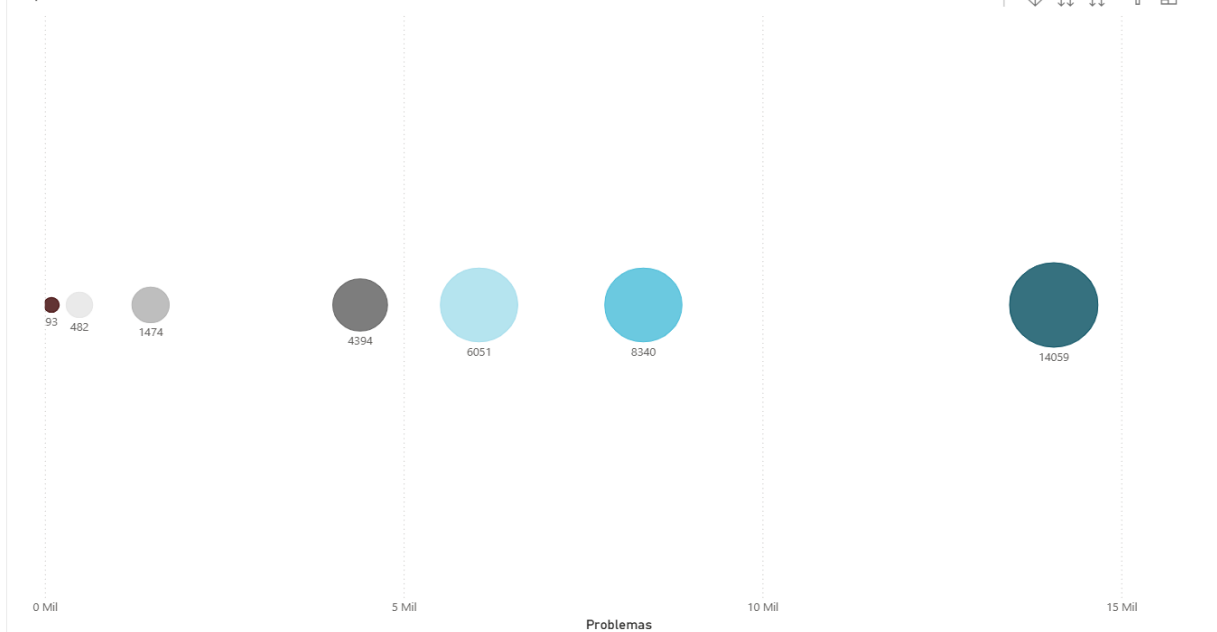


Figura 13: Identificação de padrões – dimensão e distância (Autores, 2025)

No contexto da Estatística Descritiva, o gráfico de dispersão das irregularidades observadas nos empreendimentos imobiliários do espaço amostral em tela apresenta 4/46 obras com desvio significativo da faixa observável na linha de tendência, o que denota um nível de significância aceitável.

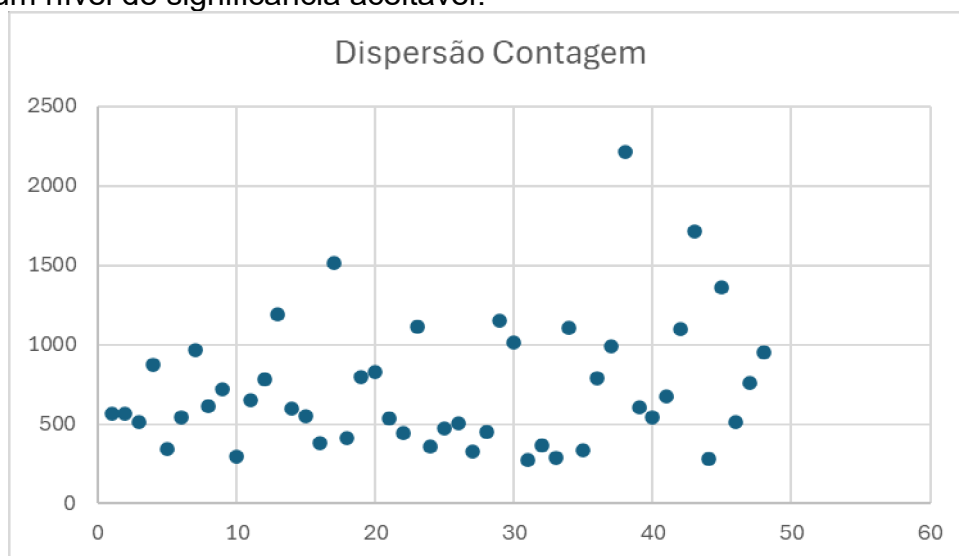


Figura 14: Detecção de anomalias (Autores, 2025)

A Curva ABC de irregularidades observadas na fase de pós-obra também é uma ferramenta significativa para eficiência da tomada de decisão gerencial, direcionada ao impacto da frequência como forma de reduzir desvios com problemas aplicados aos empreendimentos de maior incidência, certamente com benefícios no modelo de predição da inspeção predial, redução de custos de manutenção, avaliação da gerência do projeto e gerenciamento de pleitos e resolução de disputas da construção, como indicadores de desempenho da gestão da edificação ao longo do ciclo de vida do empreendimento. Novamente a adoção das ciências de engenharia e dados estruturados mostra-se uma prática eficaz dos investimentos em edificações.

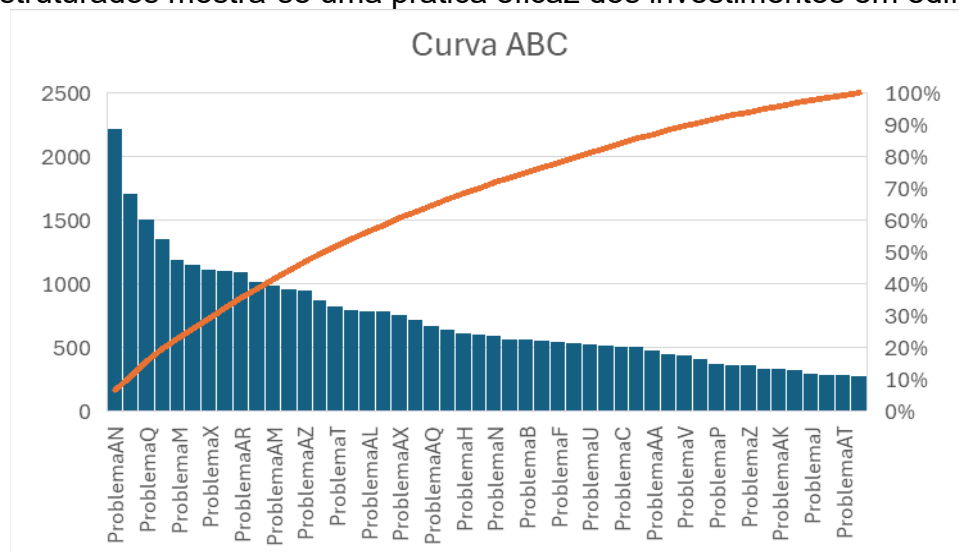


Figura 15: Relatório visual para tomada de decisão baseada em dados – Curva ABC (Autores, 2025)

No que tange a análise qualitativa das variáveis de naturezas ou categorias de irregularidades por especialidade de engenharia distribuídas no espaço amostral, nota-se uma incidência maior no grupo de revestimentos, acabamentos e pintura, seguido de instalações hidráulicas, esquadrias e instalações elétricas, o que denota as atividades críticas para melhoria do processo de engenharia na fase pós-obra.

Tabela 1: Estatística Descritiva de irregularidades por especialidades

Agrupamento	TOTAL	MÁX	MÍN	MÉDIA	DP	VAR	FREQUÊNCIA
OUTROS	0	0	0	0	0	0	0,00%
SUPRA-ESTRUTURA	482	28	1	10,04	6,26	39,15	1,38%
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	14059	1090	75	292,90	199,04	39615,97	40,12%
INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	1474	142	1	30,71	34,81	1211,45	4,21%
HIDRÁULICA	8340	452	52	173,75	103,28	10667,30	23,80%
ESQUADRIAS E COMPLEMENTOS	6051	394	23	126,06	75,39	5684,02	17,27%
ELÉTRICA	4394	249	19	91,54	51,02	2602,76	12,54%
COBERTURAS	93	23	0	1,94	3,91	15,25	0,27%
INFRA-ESTRUTURA	26	10	0	0,54	1,56	2,42	0,07%
EQUIPAMENTOS-ASC	125	27	0	2,60	4,95	24,50	0,36%
Contagem	35044						100,00%

Como ordem hierárquica de prioridade, por critério da Curva ABC de serviços para os custos de construção, nota-se a sequência de supra-estrutura, revestimentos, acabamentos e pintura, instalações complementares e hidráulicas. O grupo de outros refere-se aos custos indiretos e não é considerado a título de análise de causalidade.

Tabela 2: Curva ABC de especialidades acumuladas por custo de construção

OUTROS	R\$ 605.107.453,40	30,20%	30,20%
SUPRA-ESTRUTURA	R\$ 566.461.883,05	28,27%	58,46%
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	R\$ 318.612.168,94	15,90%	74,36%
INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	R\$ 58.847.906,23	2,94%	77,30%
HIDRÁULICA	R\$ 166.192.956,14	8,29%	85,59%
ESQUADRIAS E COMPLEMENTOS	R\$ 83.527.682,91	4,17%	89,76%
ELÉTRICA	R\$ 119.165.212,12	5,95%	95,71%
COBERTURAS	R\$ 21.078.111,22	1,05%	96,76%
INFRA-ESTRUTURA	R\$ 16.488.213,71	0,82%	97,58%
EQUIPAMENTOS-ASC	R\$ 48.414.485,33	2,42%	100,00%

Como forma de validar a parametrização de custos de construção por tipologia, a publicação da Revista Construção Mercado n° 190 (PINI, 2017) mostra as faixas de percentual médio para cada grupo de especialidades ou disciplinas de serviços. Para o espaço amostral em estudo, a tipologia construtiva predominante é Prédio com elevador fino, hierarquia de superestrutura, revestimentos e instalações hidráulicas.

Tabela 3: Custos médios de construção por tipologia e especialidades

ETAPAS	Residencial fino	Residencial médio	Residencial popular	Prédio com elevador fino	Prédio sem elevador médio	Prédio sem elevador popular	Comercial com elevador fino	Comercial sem elevador médio
Serviços preliminares	3,10%	3,35%	1,00%	0,25%	0,60%	1,65%	0,50%	0,65%
Movimento de terra	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
Fundações especiais	0%	0%	0%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
Infraestrutura	7,10%	3,80%	3,30%	2,10%	3,70%	4,25%	3,15%	4,40%
Superestrutura	16,80%	13,85%	11,45%	29,80%	26,30%	21,60%	26,40%	21,55%
Vedação	6,50%	10,75%	11,55%	4,30%	7,35%	12,15%	4,30%	7,00%
Esquadrias	4,15%	11,20%	11,35%	9,05%	5,60%	5,25%	9,05%	10,15%
Cobertura	0,15%	6,20%	12,55%	0%	1,20%	0%	0%	0%
Instalações hidráulicas	11,85%	12,10%	11,65%	11,45%	10,65%	10,10%	10,00%	8,00%
Instalações elétricas	4,30%	4,30%	4,30%	4,95%	4,15%	4,30%	4,15%	4,25%
Impermeabilização e isolamento térmica	11,75%	0,55%	0,60%	1,80%	1,60%	5,30%	2,10%	6,55%
Revestimento - piso, parede, forro	23,50%	24,75%	25,10%	23,80%	27,35%	27,10%	20,50%	19,60%
Vidros	2,65%	0,80%	1,45%	2,20%	0,75%	0,70%	2,65%	2,55%
Pintura	5,20%	7,25%	4,40%	4,25%	6,25%	3,00%	9,55%	7,80%
Serviços complementares	2,65%	0,60%	0,85%	0,60%	0,60%	0,80%	0,55%	4,40%
Elevadores	0%	0%	0%	1,65%	0%	0%	3,25%	0%
Soma Média	100,20%	100,00%	100,05%	100,20%	100,10%	100,20%	100,15%	100,90%

Outro parâmetro aplicável na análise de custos, a partir da base de dados autoral de série histórica de 5 anos de empreendimento imobiliário de mesma tipologia construtiva, nota-se a distribuição dos custos totais de manutenção conforme segue:

Tabela 4: Custos totais de manutenção por especialidades

CUSTO MANUTENÇÃO GERAL DE SISTEMAS					
ITEM	SIGLA	SISTEMA	CUSTO TOTAL	CUSTO PREVENTIVA	CUSTO CORRETIVA
1	IH	Instalações Hidráulicas	R\$ 41.743,83	R\$ 19.782,47	R\$ 21.961,36
2	IR	Instalações de Reúso de Água	R\$ 28,29	R\$ -	R\$ 28,29
3	IS	Instalações Sanitárias	R\$ 3.520,80	R\$ -	R\$ 3.520,80
4	ID	Instalações de Drenagem - Águas Pluviais	R\$ 13.552,50	R\$ 4.410,00	R\$ 9.142,50
5	II	Instalações contra Incêndio e Pânico - Proteção e Combate	R\$ 61.587,89	R\$ 4.151,20	R\$ 57.436,69
6	IE	Instalações Elétricas	R\$ 104.818,32	R\$ 2.477,87	R\$ 102.340,45
7	IT	Instalações Telefônicas	R\$ -	R\$ -	R\$ -
8	GE	Grupo Gerador	R\$ 11.997,24	R\$ 8.842,51	R\$ 3.154,73
9	SE	Subestação Elétrica	R\$ -	R\$ -	R\$ -
10	PG	Painel Geral de Baixa Tensão	R\$ -	R\$ -	R\$ -
11	BB	Bomba Hidráulica	R\$ 24.394,54	R\$ -	R\$ 24.394,54
12	EM	Eletromecânico	R\$ 24.470,21	R\$ -	R\$ 24.470,21
13	AR	Arquitetura	R\$ 1.239.651,73	R\$ 94.962,36	R\$ 1.144.689,37
14	UP	Urbanização e Paisagismo	R\$ 31.556,49	R\$ 13.880,85	R\$ 17.675,64
15	GL	Gás Liquefeito de Petróleo	R\$ -	R\$ -	R\$ -
16	CF	Circuito Fechado de Televisão	R\$ 89,10	R\$ 89,10	R\$ -
17	SP	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas	R\$ 2.805,00	R\$ 2.805,00	R\$ -
		TOTAL GERAL	R\$ 1.560.215,94	R\$ 151.401,36	R\$ 1.408.814,58

Colocados em ordem decrescente em uma Curva ABC de custos relativos de manutenção por especialidade, tem-se a hierarquia abaixo:

Tabela 5: Custos relativos de manutenção por especialidades

SISTEMA	PESO	ABC
AR Arquitetura	79,45%	79,45%
IE Instalações Elétricas	6,72%	86,17%
II Instalações contra Incêndio e Pânico - Proteção e Combate	3,95%	90,12%
IH Instalações Hidráulicas	2,68%	92,79%
UP Urbanização e Paisagismo	2,02%	94,82%
EM Eletromecânico	1,57%	96,39%
BB Bomba Hidráulica	1,56%	97,95%
ID Instalações de Drenagem - Águas Pluviais	0,87%	98,82%
GE Grupo Gerador	0,77%	99,59%
IS Instalações Sanitárias	0,23%	99,81%
SP Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas	0,18%	99,99%
CF Circuito Fechado de Televisão	0,01%	100,00%
IR Instalações de Reúso de Água	0,00%	100,00%
IT Instalações Telefônicas	0,00%	100,00%
SE Subestação Elétrica	0,00%	100,00%
PG Painel Geral de Baixa Tensão	0,00%	100,00%
GL Gás Liquefeito de Petróleo	0,00%	100,00%

Agrupados com as mesmas variáveis de objetos do espaço amostral entre custos de construção, pós-obra e manutenção no início do ciclo de vida do ativo construído, de forma a obter uma parametrização da Engenharia de Custos aplicada à Inspeção Predial e configurada pela Ciência de Dados para tomada de decisão gerencial, com benefícios da redução de pleitos e conflitos de construção e manutenção de bens de imóveis urbanos residenciais.

Observa-se que o conhecimento de dados e informações significantes para construção, pós-obra (assistência técnica da fase inicial da vida útil) e manutenção permite o ajuste preditivo dos principais sistemas construtivos e contribui para redução de irregularidades na fase de pós-obra, com orientação do processo de manutenção.

Tabela 6: Curva ABC de especialidades agrupadas por custo relativo de manutenção

AGRUPAMENTO	PESO	ABC
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	79,45%	79,45%
INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	10,85%	90,30%
EQUIPAMENTOS-ASC	3,90%	94,21%
HIDRÁULICA	3,77%	97,98%
INFRA-ESTRUTURA	2,02%	100,00%
OUTROS	0,00%	100,00%
SUPRA-ESTRUTURA	0,00%	100,00%
ESQUADRIAS E COMPLEMENTOS	0,00%	100,00%
ELÉTRICA	0,00%	100,00%
COBERTURAS	0,00%	100,00%

Como disciplina a ABNT NBR 16747:2020 – Inspeção predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento, o processo “baseia-se nas condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade da edificação e seus sistemas e subsistemas construtivos”. Os requisitos dos usuários abrangem segurança (estrutural, contra incêndio, no uso e na operação), habitabilidade (estanqueidade, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade) e sustentabilidade (durabilidade e manutenibilidade). Logo, é interessante combinar os resultados quantitativos e qualitativos para definição da ordem de prioridade em patamares de urgência, com irregularidades de perda de desempenho associada à saúde e/ou segurança, funcionalidade dos sistemas construtivos, durabilidade da edificação, custo de manutenção e riscos ao meio ambiente.

A importância da gestão de manutenção predial é destacada no prolongamento da VU – Vida Útil dos sistemas construtivos e desempenho ao longo do tempo, definida na ABNT NBR 15575-1 – Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais.

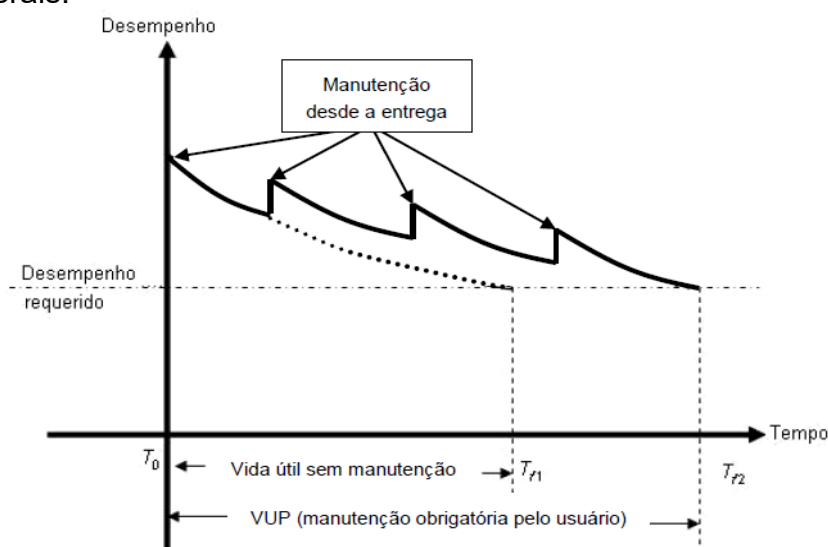


Figura 16: NBR 15575-1 – Desempenho ao longo do tempo (ABNT, 2024)

Nesse aspecto, o desenvolvimento de métrica para Inspeção Predial a partir da Engenharia de Custos das principais variáveis hierárquicas agrupadas e aplicação da Ciência de Dados para otimização da metodologia, o que contribui para melhor tomada de decisão dos agentes intervenientes do ciclo de vida da edificação.

Com isso, propõe-se as métricas de KPI – Indicadores-Chave de Desempenho:

$$IDI = \frac{C_{irregularidades}}{C_{total.construção}} \times 100: \text{Índice de Degradação e Irregularidades} \quad (1)$$

$$IMP = \frac{C_{manut.anual}}{C_{total.empreend}} \times 100: \text{Índice de Manutenção Predial} \quad (2)$$

Logo, com os dados validados da série histórica do banco de dados analisado:

$$IDI = R\$ 5.981.609,00 / R\$ 1.956.776.124,28 = 0,31\%$$

$$IMP = (R\$ 1.560.215,94 / 5) / (R\$ 1.962.757.733,28 / 46) = 0,70 \% \text{ a.a.}$$

A interpretação dos KPIs acima indica quais sistemas tem maior tendência a gerar custos extras devido à falta de manutenção predial (IDI) e a estimativa de custo total da obra a ser investida em manutenção predial anual (IMP), respectivamente.

De maneira integrada dos custos estimados para manutenção predial, tem-se:

$$C_{manut} = \sum_{i=1}^n (C_{total} \times P_{sist} \times \frac{1}{VU_i}) \quad (3)$$

Onde: *Cirregularidades*: custo médio de irregularidades;

Ctotal.construção: custo total de construção;

Cmanut.anual: custo de manutenção por ciclo anual;

Ctotal.empreend: custo total do empreendimento;

Cmanut: custo de manutenção do sistema;

Ctotal: custo total (parcelas de construção, pós-obra e manutenção);

Psist: Percentual do custo do sistema *i* em relação ao custo total;

VUi: Vida útil do sistema *i*.

Assim, da formulação da estimativa de custos de manutenção predial, tem-se:

Tabela 7: Estimativa de custos de manutenção por agrupamento na vida útil da edificação

Agrupamento	C total	P sist	VUP [anos]	C manut total	C manut anual
SUPRA-ESTRUTURA	R\$ 566.461.883,05	28,27%	50	R\$ 3.202.551,96	R\$ 69.620,69
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	R\$ 318.612.168,94	15,90%	8	R\$ 6.332.271,64	R\$ 137.658,08
INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	R\$ 58.847.906,23	2,94%	20	R\$ 86.408,57	R\$ 1.878,45
HIDRÁULICA	R\$ 166.192.956,14	8,29%	13	R\$ 1.060.246,09	R\$ 23.048,83
ESQUADRIAS E COMPLEMENTOS	R\$ 83.527.682,91	4,17%	13	R\$ 267.819,58	R\$ 5.822,16
ELÉTRICA	R\$ 119.165.212,12	5,95%	20	R\$ 354.318,47	R\$ 7.702,58
COBERTURAS	R\$ 21.078.111,22	1,05%	13	R\$ 17.054,73	R\$ 370,75
INFRA-ESTRUTURA	R\$ 16.488.213,71	0,82%	20	R\$ 6.783,32	R\$ 147,46
EQUIPAMENTOS-ASC	R\$ 48.414.485,33	2,42%	20	R\$ 58.485,13	R\$ 1.271,42
	R\$ 1.398.788.619,65		70	R\$ 11.385.939,49	R\$ 247.520,42

5. CONCLUSÃO

A aplicação da Ciência de Dados para otimização do processo de gestão de ativos construídos mostra-se uma ferramenta de tecnologia da informação com desempenho elevado, quando aplicada à Inspeção Predial e Engenharia de Custos a partir de banco de dados estruturados nas variáveis relevantes de irregularidades,

suas tipologias e frequências, associadas aos custos de construção, pós-obras e manutenção, com indicadores-chave de desempenho que representam o benefício da mitigação de riscos de pleitos e conflitos na fase de recebimento das obras e transição para operação de empreendimentos imobiliários residenciais verticais, objetos do espaço amostral e cujos resultados de 46 projetos com VGV de R\$ 1.956.776.124,28 representam a viabilidade de investir em manutenção predial, tanto sobre o aspecto da extensão da vida útil dos sistemas construtivos quanto do melhor aproveitamento das garantias da edificação, sendo computado o IDI – Índice de Degradação e Irregularidades em 0,31% e o IMP – Índice de Manutenção Predial em 0,70% a.a. em relação ao custo da obra e do empreendimento, respectivamente.

Para tanto, é necessária a implantação da metodologia proposta, com base de dados integrada aos processos da Ciência de Dados aplicada à Engenharia de Custos, Inspeção Predial, Desempenho, Garantia e Manutenção Predial, consolidada no processo de gestão de dados e informações para tomada de decisão.

Dessa feita, as observações restam evidentes que os grupos de revestimentos, acabamentos e pintura, seguido de instalações hidráulicas, esquadrias e instalações elétricas, são as atividades críticas para melhoria do desempenho das edificações.

Como recomendações para contribuição em trabalhos futuros tem-se:

- i. A aplicação de Inteligência Artificial e raspagem de dados traz agilidade;
- ii. A base de dados pode ser ajustada na estruturação dos objetos em uma EAP – Estrutura Analítica do Projeto que esteja conforme a lista de VUP – Vida Útil de Projeto dos subsistemas da ABNT NBR 15575-1 – Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais, com associação dos custos de construção e manutenção de igual modo;
- iii. Pode ser criado e compartilhado um banco de dados setorial para KPI – Indicadores-Chave de Desempenho da gestão de obras, assistência técnica e manutenção predial, o que melhora a governança de ativos;
- iv. A análise comparativa dos dados de irregularidades e custos dos empreendimentos pode servir de avaliação de desempenho para gestores, prestadores e fornecedores por especialidades de engenharia;
- v. Fatores locais, tipologias de projeto, logística de suprimentos devem ser considerados na tabulação de irregularidades e custos da edificação;
- vi. Os resultados obtidos podem contribuir na melhoria de processos do Manuais do Proprietário e de Uso, Conservação e Manutenção;
- vii. É possível a parametrização de atividades de manutenção e inspeção predial de acordo com os patamares de prioridade para requisitos de qualidade e critérios de segurança, habitabilidade e sustentabilidade;
- viii. A adoção de gerenciamento de riscos com variáveis de custos e irregularidades pode servir na redução de fatores de riscos em obras;
- ix. A questão dos sistemas críticos pode ser abordada no plano de manutenção predial como decisão do orçamento e seguro condominiais;
- x. A comunicação da integração de processos da Inspeção Predial com Engenharia de Custos e Ciência de Dados pode permitir uma melhor segurança jurídica aos contratos de engenharia e construção, tomada de decisão na manutenção predial e fortalecimento da Engenharia Legal como ferramenta de solução de conflitos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747 – Inspeção predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento**. São Paulo: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1 – Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1 – Requisitos gerais**. São Paulo: ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17170 – Edificações – Garantias – Prazos recomendados e diretrizes**. São Paulo: ABNT, 2002.

ALVARADO. Carlos González. **Ciencia de Datos**. San José Editora Tecnológica de Costa Rica, 2023.

PINI. **Revista Construção Mercado nº 190**. São Paulo: PINI, 2017.

BURIN, Eduardo M. et al. **Vistorias na Construção Civil – Conceitos e Métodos**. São Paulo: PINI, 2009.

APÊNDICE 1 – ESPAÇO AMOSTRAL DE IRREGULARIDADES

Agrupamento	TOTAL	ProblemaA	ProblemaB	ProblemaC	ProblemaD	ProblemaE	ProblemaF	ProblemaG	ProblemaH	ProblemaI	ProblemaJ	ProblemaK	ProblemaL
OUTROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUPRA-ESTRUTURA	482	2	11	10	10	9	18	5	7	28	4	6	9
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	14058	243	218	245	275	156	172	287	216	297	151	200	352
INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	1433	8	66	8	142	8	19	125	88	22	6	12	14
HIDRÁULICA	8358	140	78	99	218	74	122	214	137	191	63	180	230
ESQUADRIAS E COMPLEMENTOS	5987	116	135	76	119	69	127	220	100	78	40	155	81
ELÉTRICA	4348	57	56	67	105	24	85	112	65	100	31	94	85
COBERTURAS	93	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0
INFRA-ESTRUTURA	26	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	10
EQUIPAMENTOS-ASC	124	1	0	8	1	0	1	0	0	2	0	0	2
TOTAL	34909	567	564	513	873	340	546	963	613	718	296	647	783
		1,62%	1,62%	1,47%	2,50%	0,97%	1,56%	2,76%	1,76%	2,06%	0,85%	1,85%	2,24%
Agrupamento	TOTAL	ProblemaM	ProblemaN	ProblemaO	ProblemaP	ProblemaQ	ProblemaR	ProblemaS	ProblemaT	ProblemaU	ProblemaV	ProblemaX	ProblemaZ
OUTROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUPRA-ESTRUTURA	482	16	7	3	9	20	6	9	10	6	6	10	1
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	14058	619	224	146	178	623	153	221	299	191	142	508	163
INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	1433	10	9	85	24	107	12	18	15	5	49	14	5
HIDRÁULICA	8358	250	110	135	90	318	105	242	198	179	72	383	89
ESQUADRIAS E COMPLEMENTOS	5987	171	142	118	41	224	48	146	176	72	96	103	64
ELÉTRICA	4348	109	100	64	33	183	79	154	131	77	75	92	33
COBERTURAS	93	9	1	1	3	23	5	5	0	0	0	0	0
INFRA-ESTRUTURA	26	2	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
EQUIPAMENTOS-ASC	124	4	4	0	0	14	0	1	1	2	2	0	5
TOTAL	34909	1190	598	554	378	1512	409	796	830	532	442	1110	360
		3,41%	1,71%	1,59%	1,08%	4,33%	1,17%	2,28%	2,38%	1,52%	1,27%	3,18%	1,03%
Agrupamento	TOTAL	ProblemaAA	ProblemaAB	ProblemaAC	ProblemaAD	ProblemaAE	ProblemaAF	ProblemaAG	ProblemaAH	ProblemaAI	ProblemaAJ	ProblemaAK	ProblemaAL
OUTROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUPRA-ESTRUTURA	482	3	8	5	18	19	19	4	6	1	12	2	13
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	14058	144	233	121	171	484	483	98	161	118	355	109	279
INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	1433	25	35	2	5	67	26	1	1	8	12	15	7
HIDRÁULICA	8358	114	86	62	153	256	274	93	60	94	395	57	230
ESQUADRIAS E COMPLEMENTOS	5987	61	95	82	67	256	192	62	36	23	232	100	104
ELÉTRICA	4348	125	45	56	36	67	21	19	99	42	96	48	151
COBERTURAS	93	1	2	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0
INFRA-ESTRUTURA	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
EQUIPAMENTOS-ASC	124	2	0	0	0	1	0	0	3	0	0	1	5
TOTAL	34909	475	504	330	451	1150	1015	277	368	286	1103	332	789
		1,36%	1,44%	0,95%	1,29%	3,29%	2,91%	0,79%	1,05%	0,82%	3,16%	0,95%	2,26%
Agrupamento	TOTAL	ProblemaAM	ProblemaAN	ProblemaAO	ProblemaAP	ProblemaAQ	ProblemaAR	ProblemaAS	ProblemaAT	ProblemaAU	ProblemaAV	ProblemaAX	ProblemaAZ
OUTROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUPRA-ESTRUTURA	482	14	16	14	6	15	4	19	4	14	13	8	23
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	14058	358	1090	307	171	254	407	829	75	484	176	292	580
INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	1433	15	14	38	15	52	3	56	5	96	22	32	10
HIDRÁULICA	8358	321	452	93	128	143	265	274	52	428	110	169	132
ESQUADRIAS E COMPLEMENTOS	5987	197	394	75	43	107	215	276	84	191	129	125	124
ELÉTRICA	4348	85	249	72	173	105	196	229	60	114	62	114	73
COBERTURAS	93	1	2	1	3	0	5	8	0	4	0	9	1
INFRA-ESTRUTURA	26	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2	2	0
EQUIPAMENTOS-ASC	124	2	0	1	0	0	2	17	3	27	1	6	5
TOTAL	34909	993	2217	602	539	676	1097	1710	283	1358	515	757	948
		2,84%	6,35%	1,72%	1,54%	1,94%	3,14%	4,90%	0,81%	3,89%	1,48%	2,17%	2,72%

APÊNDICE 2 – CURVA ABC DE CUSTOS DE CONSTRUÇÃO

Etapa	Custo Etapa		
ADMINISTRAÇÃO E DESPESAS	R\$ 392.508.405,73	19,59%	19,59%
ALVENARIA, ESCADA, MURO PRIVATIVO	R\$ 330.135.932,44	16,47%	36,06%
PISO, IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$ 87.433.088,36	4,36%	40,43%
FUNDAÇÕES	R\$ 81.102.961,18	4,05%	44,47%
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 80.654.268,72	4,02%	48,50%
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R\$ 78.448.173,23	3,91%	52,41%
CINTAMENTO, LAJÃO, PISO POBRE	R\$ 73.099.997,04	3,65%	56,06%
PINTURA INTERNA	R\$ 68.122.191,92	3,40%	59,46%
SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 68.011.717,85	3,39%	62,85%
PAVIMENTAÇÃO EXTERNA	R\$ 66.869.982,61	3,34%	66,19%
JANELAS E PORTAS METÁLICAS	R\$ 52.148.420,12	2,60%	68,79%
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS - ASC	R\$ 48.639.974,75	2,43%	71,22%
MÃO DE OBRA RATEIO	R\$ 42.626.929,25	2,13%	73,35%
ELEVADORES	R\$ 39.680.488,02	1,98%	75,33%
LAZER	R\$ 39.273.148,35	1,96%	77,29%
RESERVATÓRIOS	R\$ 35.563.002,38	1,77%	79,06%
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - ASC	R\$ 32.847.286,82	1,64%	80,70%
BLOCO GARAGEM	R\$ 32.624.557,21	1,63%	82,33%
MARCOS E PORTAS DE MADEIRA	R\$ 31.372.911,34	1,57%	83,89%
AZULEJO	R\$ 31.059.668,62	1,55%	85,44%
PINTURA EXTERNA FACHADA, MOLDURA	R\$ 29.220.150,95	1,46%	86,90%
MUROS E GUARITAS	R\$ 26.503.617,93	1,32%	88,23%
REGULARIZAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS	R\$ 25.533.132,07	1,27%	89,50%
LIMPEZA	R\$ 23.683.923,50	1,18%	90,68%
MOVIMENTO TERRA, ENTULHO, FRETE	R\$ 22.060.261,36	1,10%	91,78%
TELHADO	R\$ 21.078.111,22	1,05%	92,83%
MASSA INTERNA	R\$ 18.740.167,86	0,94%	93,77%
ARRIMOS	R\$ 15.981.456,15	0,80%	94,57%
PROJETOS	R\$ 13.866.711,49	0,69%	95,26%
MASSA EXTERNA	R\$ 13.538.177,58	0,68%	95,93%
GÁS INTERNO	R\$ 11.976.879,88	0,60%	96,53%
INSTALAÇÕES ANTI-INCÊNDIO	R\$ 11.617.434,29	0,58%	97,11%
NÃO CADASTRADO	R\$ 10.696.019,91	0,53%	97,65%
PAISAGISMO	R\$ 6.301.678,93	0,31%	97,96%
INSTALAÇÕES ANTI-INCÊNDIO - ASC	R\$ 5.533.260,14	0,28%	98,24%
GÁS EXTERNO	R\$ 4.511.333,83	0,23%	98,46%
FIM DE OBRA	R\$ 4.170.507,84	0,21%	98,67%
LAJE TIPO E FORRO	R\$ 3.902.452,00	0,19%	98,86%
RESERVATÓRIO ÁGUA SUPERIOR	R\$ 3.400.713,50	0,17%	99,03%
CAIXÃO PERDIDO - ASC	R\$ 3.021.263,53	0,15%	99,18%
INSTALAÇÕES TELEFÔNICAS, TV E INTERF	R\$ 3.015.027,10	0,15%	99,34%
PORTÕES ELETRÔNICOS, PLACAS	R\$ 2.839.658,06	0,14%	99,48%
FORRO GESSO, MOLDURA LAJE SOLTA	R\$ 2.717.256,79	0,14%	99,61%
INSTALAÇÕES TELEFÔ, TV E INTERFONE - ASC	R\$ 2.648.629,48	0,13%	99,74%
INSTALAÇÕES SPDA	R\$ 2.016.723,78	0,10%	99,85%
GESSO CORRIDO	R\$ 910.733,28	0,05%	99,89%
SERVIÇOS PRELIMINARES-DEMOL,TERRAP,BARRA	R\$ 636.005,64	0,03%	99,92%
LEGALIZAÇÃO DE PROJETOS	R\$ 455.935,04	0,02%	99,95%
INCORPORAÇÃO IMOBILIÁRIA	R\$ 403.022,48	0,02%	99,97%
PROJETO ESTRUTURAL E COMPLEMENTARES	R\$ 382.554,08	0,02%	99,98%
RESERVATÓRIO ÁGUA INFERIOR, CX RETENÇÃO	R\$ 141.004,66	0,01%	99,99%
CAIXÃO PERDIDO	R\$ 85.241,57	0,00%	100,00%
CUSTOS VARIÁVEIS	R\$ 56.889,29	0,00%	100,00%
CUSTO ALTERAÇÃO SOCIETÁRIA	R\$ 10.844,00	0,00%	100,00%
ASSENT. MARCOS,JANELA C PEITORIL, PT ALUM	R\$ 6.351,45	0,00%	100,00%
BLOCO,CINTAMENTO,ARRIMO BLOCO, PISO POBR	R\$ 4.404,00	0,00%	100,00%
PROJETO EXECUTIVO	R\$ 2.667,50	0,00%	100,00%
MOVIMENTO TERRA,ENTULHO,MATERIAIS, FRETE	R\$ 1.452,88	0,00%	100,00%
PAVIMENTAÇÃO EXTERNA,PASSEIO,ESCADA EXT,	R\$ 750,96	0,00%	100,00%
DIVERSOS	R\$ 473,48	0,00%	100,00%
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS - ASC	R\$ 87,62	0,00%	100,00%

APÊNDICE 3 – CURVA ABC DE CUSTOS PÓS-OBRA

Empreendi	R\$ 5.981.609,00	Curva	ABC
AX	R\$ 310.834,00	5,20%	5,20%
AQ	R\$ 209.069,00	3,50%	8,69%
AU	R\$ 206.318,00	3,45%	12,14%
AJ	R\$ 184.033,00	3,08%	15,22%
L	R\$ 182.284,00	3,05%	18,26%
I	R\$ 181.926,00	3,04%	21,31%
D	R\$ 180.133,00	3,01%	24,32%
C	R\$ 176.728,00	2,95%	27,27%
F	R\$ 175.880,00	2,94%	30,21%
AM	R\$ 173.617,00	2,90%	33,12%
AS	R\$ 169.244,00	2,83%	35,94%
AF	R\$ 163.973,00	2,74%	38,69%
AN	R\$ 163.931,00	2,74%	41,43%
AR	R\$ 162.302,00	2,71%	44,14%
P	R\$ 154.204,00	2,58%	46,72%
AZ	R\$ 149.810,00	2,50%	49,22%
AA	R\$ 149.653,00	2,50%	51,72%
AB	R\$ 147.218,00	2,46%	54,19%
Q	R\$ 147.124,00	2,46%	56,64%
G	R\$ 145.006,00	2,42%	59,07%
K	R\$ 140.092,00	2,34%	61,41%
M	R\$ 138.097,00	2,31%	63,72%
AP	R\$ 135.012,00	2,26%	65,98%
N	R\$ 133.177,00	2,23%	68,20%
X	R\$ 132.817,00	2,22%	70,42%
AG	R\$ 120.270,00	2,01%	72,43%
J	R\$ 119.847,00	2,00%	74,44%
AO	R\$ 115.484,00	1,93%	76,37%
T	R\$ 113.473,00	1,90%	78,27%
B	R\$ 108.190,00	1,81%	80,07%
E	R\$ 106.106,00	1,77%	81,85%
O	R\$ 103.521,00	1,73%	83,58%
Z	R\$ 101.291,00	1,69%	85,27%
S	R\$ 98.767,00	1,65%	86,92%
AE	R\$ 84.992,00	1,42%	88,34%
H	R\$ 79.722,00	1,33%	89,68%
AD	R\$ 75.140,00	1,26%	90,93%
AC	R\$ 74.845,00	1,25%	92,18%
R	R\$ 72.619,00	1,21%	93,40%
A	R\$ 71.531,00	1,20%	94,59%
AT	R\$ 70.538,00	1,18%	95,77%
U	R\$ 60.943,00	1,02%	96,79%
AK	R\$ 60.154,00	1,01%	97,80%
AL	R\$ 58.849,00	0,98%	98,78%
AI	R\$ 54.544,00	0,91%	99,69%
AH	R\$ 18.301,00	0,31%	100,00%

APÊNDICE 4 – CUSTOS DE CONSTRUÇÃO, PÓS-OBRA E TOTAL

46	R\$ 1.956.776.124,28	99,70%	R\$ 5.981.609,00	0,31%	R\$ 1.962.757.733,28	100,00%
Empreend	Custo Construção	Absoluto	Custo Pós-obra	Relativo	Custo Total	Absoluto
A	R\$ 25.951.718,64	1,33%	R\$ 71.531,00	0,28%	R\$ 26.023.249,64	1,33%
B	R\$ 50.713.416,09	2,59%	R\$ 108.190,00	0,21%	R\$ 50.821.606,09	2,59%
C	R\$ 20.004.868,63	1,02%	R\$ 176.728,00	0,88%	R\$ 20.181.596,63	1,03%
D	R\$ 67.439.807,95	3,45%	R\$ 180.133,00	0,27%	R\$ 67.619.940,95	3,45%
E	R\$ 56.093.433,52	2,87%	R\$ 106.106,00	0,19%	R\$ 56.199.539,52	2,86%
F	R\$ 25.583.406,47	1,31%	R\$ 175.880,00	0,69%	R\$ 25.759.286,47	1,31%
G	R\$ 53.519.821,79	2,74%	R\$ 145.006,00	0,27%	R\$ 53.664.827,79	2,73%
H	R\$ 49.998.200,01	2,56%	R\$ 79.722,00	0,16%	R\$ 50.077.922,01	2,55%
I	R\$ 21.256.362,90	1,09%	R\$ 181.926,00	0,86%	R\$ 21.438.288,90	1,09%
J	R\$ 54.798.135,48	2,80%	R\$ 119.847,00	0,22%	R\$ 54.917.982,48	2,80%
K	R\$ 30.665.214,96	1,57%	R\$ 140.092,00	0,46%	R\$ 30.805.306,96	1,57%
L	R\$ 45.447.920,51	2,32%	R\$ 182.284,00	0,40%	R\$ 45.630.204,51	2,32%
M	R\$ 41.605.221,99	2,13%	R\$ 138.097,00	0,33%	R\$ 41.743.318,99	2,13%
N	R\$ 41.344.938,15	2,11%	R\$ 133.177,00	0,32%	R\$ 41.478.115,15	2,11%
O	R\$ 52.266.171,08	2,67%	R\$ 103.521,00	0,20%	R\$ 52.369.692,08	2,67%
P	R\$ 49.348.672,30	2,52%	R\$ 154.204,00	0,31%	R\$ 49.502.876,30	2,52%
Q	R\$ 74.366.121,63	3,80%	R\$ 147.124,00	0,20%	R\$ 74.513.245,63	3,80%
R	R\$ 20.991.134,11	1,07%	R\$ 72.619,00	0,35%	R\$ 21.063.753,11	1,07%
S	R\$ 34.108.399,31	1,74%	R\$ 98.767,00	0,29%	R\$ 34.207.166,31	1,74%
T	R\$ 47.916.033,74	2,45%	R\$ 113.473,00	0,24%	R\$ 48.029.506,74	2,45%
U	R\$ 15.398.869,83	0,79%	R\$ 60.943,00	0,40%	R\$ 15.459.812,83	0,79%
X	R\$ 34.930.389,55	1,79%	R\$ 132.817,00	0,38%	R\$ 35.063.206,55	1,79%
Z	R\$ 22.282.734,53	1,14%	R\$ 101.291,00	0,45%	R\$ 22.384.025,53	1,14%
AA	R\$ 55.294.336,56	2,83%	R\$ 149.653,00	0,27%	R\$ 55.443.989,56	2,82%
AB	R\$ 65.775.374,26	3,36%	R\$ 147.218,00	0,22%	R\$ 65.922.592,26	3,36%
AC	R\$ 36.746.806,86	1,88%	R\$ 74.845,00	0,20%	R\$ 36.821.651,86	1,88%
AD	R\$ 23.899.585,71	1,22%	R\$ 75.140,00	0,31%	R\$ 23.974.725,71	1,22%
AE	R\$ 25.141.356,29	1,28%	R\$ 84.992,00	0,34%	R\$ 25.226.348,29	1,29%
AF	R\$ 33.488.181,95	1,71%	R\$ 163.973,00	0,49%	R\$ 33.652.154,95	1,71%
AG	R\$ 23.739.686,30	1,21%	R\$ 120.270,00	0,51%	R\$ 23.859.956,30	1,22%
AH	R\$ 16.844.773,76	0,86%	R\$ 18.301,00	0,11%	R\$ 16.863.074,76	0,86%
AI	R\$ 24.985.248,73	1,28%	R\$ 54.544,00	0,22%	R\$ 25.039.792,73	1,28%
AJ	R\$ 54.390.388,21	2,78%	R\$ 184.033,00	0,34%	R\$ 54.574.421,21	2,78%
AK	R\$ 20.439.268,40	1,04%	R\$ 60.154,00	0,29%	R\$ 20.499.422,40	1,04%
AL	R\$ 30.471.597,88	1,56%	R\$ 58.849,00	0,19%	R\$ 30.530.446,88	1,56%
AM	R\$ 62.174.954,26	3,18%	R\$ 173.617,00	0,28%	R\$ 62.348.571,26	3,18%
AN	R\$ 56.974.907,33	2,91%	R\$ 163.931,00	0,29%	R\$ 57.138.838,33	2,91%
AO	R\$ 22.582.051,75	1,15%	R\$ 115.484,00	0,51%	R\$ 22.697.535,75	1,16%
AP	R\$ 48.067.489,41	2,46%	R\$ 135.012,00	0,28%	R\$ 48.202.501,41	2,46%
AQ	R\$ 34.393.025,85	1,76%	R\$ 209.069,00	0,61%	R\$ 34.602.094,85	1,76%
AR	R\$ 57.595.919,96	2,94%	R\$ 162.302,00	0,28%	R\$ 57.758.221,96	2,94%
AS	R\$ 62.111.854,54	3,17%	R\$ 169.244,00	0,27%	R\$ 62.281.098,54	3,17%
AT	R\$ 41.228.806,61	2,11%	R\$ 70.538,00	0,17%	R\$ 41.299.344,61	2,10%
AU	R\$ 62.911.658,96	3,22%	R\$ 206.318,00	0,33%	R\$ 63.117.976,96	3,22%
AX	R\$ 107.396.039,36	5,49%	R\$ 310.834,00	0,29%	R\$ 107.706.873,36	5,49%
AZ	R\$ 54.091.818,15	2,76%	R\$ 149.810,00	0,28%	R\$ 54.241.628,15	2,76%

ANEXO 1 – TABELAS DE VIDA ÚTIL DE PROJETO (NBR 15575-1)

Tabela C.6* — Exemplos de VUP aplicando os conceitos deste Anexo

Parte da edificação	Exemplos	VUP anos	
		Mínimo	Superior
Estrutura principal	Fundações, elementos estruturais (pilares, vigas, lajes e outros), paredes estruturais, estruturas periféricas, contenções e arrimos	≥ 50	≥ 75
Estruturas auxiliares	Muros divisórios, estrutura de escadas externas	≥ 20	≥ 30
Vedação externa	Paredes de vedação externas, painéis de fachada, fachadas-cortina	≥ 40	≥ 60
Vedação interna	Paredes e divisórias leves internas, escadas internas, guarda-corpos	≥ 20	≥ 30
Cobertura	Estrutura da cobertura e coletores de águas pluviais embutidos	≥ 20	≥ 30
	Telhamento	≥ 13	≥ 20
	Calhas de beiral e coletores de águas pluviais aparentes, subcoberturas facilmente substituíveis	≥ 4	≥ 6
	Rufos, calhas internas e demais complementos (de ventilação, iluminação, vedação)	≥ 8	≥ 12
Revestimento interno aderido	Revestimento de piso, parede e teto: de argamassa, de gesso, cerâmicos, pétreos, de tacos e assoalhos e sintéticos	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno não-aderido	Revestimentos de pisos: têxteis, laminados ou elevados; lambris; forros falsos	≥ 8	≥ 12
Revestimento de fachada aderido e não aderido	Revestimento, molduras, componentes decorativos e cobre-muros	≥ 20	≥ 30
Piso externo	Pétreo, cimentados de concreto e cerâmico	≥ 13	≥ 20
Pintura	Pinturas internas e papel de parede	≥ 3	≥ 4
	Pinturas de fachada, pinturas e revestimentos sintéticos texturizados	≥ 8	≥ 12
Impermeabilização manutenível sem quebra de revestimentos	Componentes de juntas e rejuntamentos; mata-juntas, sancas, golas, rodapés e demais componentes de arremate	≥ 4	≥ 6
Impermeabilização manutenível apenas com a quebra dos revestimentos	Impermeabilização de caixa d'água, jardineiras, áreas externas com jardins, coberturas não utilizáveis, calhas e outros	≥ 8	≥ 12
	Impermeabilizações de áreas internas, de piscina, de áreas externas com pisos, de coberturas utilizáveis, de rampas de garagem etc.)	≥ 20	≥ 30
Esquadrias externas (de fachada)	Janelas (componentes fixos e móveis), portas-balcão, gradis, grades de proteção, cobogós, brises. Incluso complementos de acabamento como peitoris, soleiras, pingadeiras e ferragens de manobra e fechamento	≥ 20	≥ 30
Esquadrias internas	Portas e grades internas, janelas para áreas internas, boxes de banho	≥ 8	≥ 12
	Portas externas, portas corta-fogo, portas e gradis de proteção à espaços internos sujeitos a queda > 2 m	≥ 13	≥ 20
	Complementos de esquadrias internas, como ferragens, fechaduras, trilhos, folhas mosquiteiras, alisares e demais complementos de arremate e guarnição	≥ 4	≥ 6

Tabela C.6* (Continuação)

Parte da edificação	Exemplos	VUP anos	
		Mínimo	Superior
Esquadrias internas	Portas e grades internas, janelas para áreas internas, boxes de banho	≥ 8	≥ 12
	Portas externas, portas corta-fogo, portas e grades de proteção à espaços internos sujeitos a queda > 2 m	≥ 13	≥ 20
	Complementos de esquadrias internas, como ferragens, fechaduras, trilhos, folhas mosquiteiras, alisares e demais complementos de arremate e guarnição	≥ 4	≥ 6
Instalações prediais embutidas em vedações e manuteníveis apenas por quebra das vedações ou dos revestimentos (inclusive forros falsos e pisos elevados não-acessíveis)	Tubulações e demais componentes (inclui registros e válvulas) de instalações hidrossanitárias, de gás, de combate a incêndio, de águas pluviais, elétricos	≥ 20	≥ 30
	Reservatórios de água não facilmente substituíveis, redes alimentadoras e coletoras, fossas sépticas e negras, sistemas de drenagem não acessíveis e demais elementos e componentes de difícil manutenção e ou substituição	≥ 13	≥ 20
	Componentes desgastáveis e de substituição periódica, como gaxetas, vedações, guarnições e outros	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Tubulações e demais componentes	≥ 4	≥ 6
	Aparelhos e componentes de instalações facilmente substituíveis como louças, torneiras, sifões, engates flexíveis e demais metais sanitários, <i>sprinklers</i> , mangueiras, interruptores, tomadas, disjuntores, luminárias, tampas de caixas, fiação e outros	≥ 3	≥ 4
	Reservatórios de água	≥ 8	≥ 12
Equipamentos funcionais manuteníveis e substituíveis	Médio custo de manutenção	≥ 8	≥ 12
	Alto custo de manutenção	≥ 13	≥ 20

* Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à norma ABNT NBR 14037.

Tabela 14.1* — Vida Útil de Projeto (VUP)

Sistema	VUP mínima anos
Estrutura	≥ 50 segundo ABNT NBR 8681-2003
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

* Considerando periodicidade e processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à norma NBR 5674.