

LICENÇA

Autores que publicam nesta revista concordam com os seguintes termos:

- a. Autores mantêm os direitos autorais e concedem à revista o direito de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution](#) que permite o compartilhamento do trabalho com reconhecimento da autoria e publicação inicial nesta revista.
- b. Autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não-exclusiva da versão do trabalho publicada nesta revista (ex.: publicar em repositório institucional ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial nesta revista.
- c. Autores têm permissão e são estimulados a publicar e distribuir seu trabalho online (ex.: em repositórios institucionais ou na sua página pessoal) a qualquer ponto antes ou durante o processo editorial, já que isso pode gerar alterações produtivas, bem como aumentar o impacto e a citação do trabalho publicado (Veja [O Efeito do Acesso Livre](#)).

Fonte:

<https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/3137>.

Acesso em: 17 fev. 2025.

Referência

FIGUEIREDO, Chenia Rocha; CAVALCANTI, Mariana Silva Couto; QUINTANILHA, Debora Santos Aires. Gestão da qualidade segundo registros de assistência técnica em edifícios. Caderno Pedagógico, [S. l.], v. 21, n. 3, e3137, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n3-060. Disponível em:

<https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/3137>. Acesso em: 17 fev. 2025.

Gestão da qualidade segundo registros de assistência técnica em edifícios

Quality management from technical assistance records in buildings

Gestión de la calidad según los registros de servicios del edificio

DOI: 10.54033/cadpedv21n3-060

Originals received: 02/16/2024

Acceptance for publication: 03/01/2024

Chenia Rocha Figueiredo

Doutora em Estruturas e Construção Civil

Instituição: Universidade de Brasília (UNB)

Endereço: Campus Darcy Ribeiro, FAU UnB, Brasília – DF, CEP: 70910-900

E-mail: chenia@unb.br

Mariana Silva Couto Cavalcanti

Mestranda em Arquitetura e Urbanismo

Instituição: Universidade de Brasília (UNB)

Endereço: Campus Darcy Ribeiro, FAU UnB, Brasília – DF, CEP: 70910-900

E-mail: maricoutoc@gmail.com

Débora Santos Aires Quintanilha

Mestranda em Arquitetura e Urbanismo

Instituição: Universidade de Brasília (UNB)

Endereço: Campus Darcy Ribeiro, FAU UnB, Brasília – DF, CEP: 70910-900

E-mail: deboraaaires@live.com

RESUMO

O artigo investiga a eficácia dos sistemas de gestão da qualidade na construção civil, focando na detecção e prevenção de falhas comuns pós-obra. A pesquisa analisa detalhadamente oito edificações, utilizando a metodologia FMEA para identificar e analisar vícios construtivos recorrentes. Os dados coletados revelaram que as instalações hidrossanitárias e os revestimentos internos são as áreas com maior incidência de problemas, destacando-se nas solicitações dos clientes por assistência técnica. Através deste estudo, é possível compreender a dinâmica e a frequência das falhas mais comuns em construções, proporcionando uma base sólida para a implementação de melhorias nos processos produtivos. A pesquisa não apenas cataloga os problemas mais frequentes, mas também propõe soluções práticas para mitigá-los, enfatizando a importância de um sistema de gestão da qualidade robusto e adaptativo. Este sistema não apenas responde às necessidades imediatas de

reparo, mas também atua preventivamente, refinando o processo construtivo para evitar a recorrência de falhas. Ao fazer isso, o estudo contribui significativamente para a elevação dos padrões de qualidade na construção civil, visando a satisfação do consumidor, a redução do retrabalho e a sustentabilidade dos projetos a longo prazo.

Palavras-chave: Qualidade da Obra. Assistência Técnica. Aprimoramento Contínuo.

ABSTRACT

The scientific article examines the effectiveness of quality management systems in civil construction, focusing on the detection and prevention of common post-construction faults. It thoroughly analyzes eight buildings, using the FMEA methodology to identify and analyze recurrent construction vices. The data collected highlight sanitary installations and internal coatings as the most problematic areas, evident in the technical support requests from clients. This study allows for an understanding of the dynamics and frequency of common construction faults, providing a solid foundation for implementing improvements in production processes. The research not only catalogs frequent issues but also proposes practical solutions, underlining the importance of a robust and adaptable quality management system. This system not only addresses immediate repair needs but also acts preventively, refining the construction process to prevent the recurrence of faults. By doing so, the study significantly contributes to raising quality standards in civil construction, aiming for customer satisfaction, reducing rework, and ensuring long-term project sustainability.

Keywords: Quality of the Construction. Technical Assistance. Continuous Improvement.

RESUMEN

El artículo investiga la eficacia de los sistemas de gestión de la calidad en el sector de la construcción, centrándose en la detección y prevención de defectos comunes posteriores a la construcción. La investigación analiza en detalle ocho edificios, utilizando la metodología AMFE para identificar y analizar los defectos recurrentes en la construcción. Los datos recogidos revelan que las instalaciones de fontanería y los revestimientos interiores de los suelos son las áreas con mayor incidencia de problemas, y ocupan un lugar destacado en las solicitudes de asistencia técnica de los clientes. Gracias a este estudio, es posible comprender la dinámica y la frecuencia de los fallos más comunes en la construcción, lo que proporciona una base sólida para aplicar mejoras en los procesos de producción. La investigación no sólo cataloga los problemas más frecuentes, sino que también propone soluciones prácticas para mitigarlos, haciendo hincapié en la importancia de un sistema de gestión de la calidad robusto y adaptable. Este sistema no sólo responde a las necesidades inmediatas de reparación, sino que también actúa de forma preventiva, perfeccionando el proceso de construcción para evitar la repetición de fallos. De este modo, el estudio contribuye significativamente a elevar los niveles de calidad en el sector de la construcción, con vistas a la satisfacción de los

consumidores, la reducción de las repeticiones y la sostenibilidad de los proyectos a largo plazo.

Palabras clave: Calidad de la Construcción. Asistencia Técnica. Mejora Continua.

1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) são empregados para garantir a qualidade dos serviços e a satisfação do usuário, redução dos custos, melhoria contínua, aumento na visibilidade da empresa no mercado, além da segurança dos trabalhadores e padronização dos serviços, diminuindo inclusive o impacto ambiental.

A implantação do SGQ passa por diversas dificuldades como a alta rotatividade da mão-de-obra, a cultura da empresa que geralmente se relaciona com resistência à mudança, bem como os elevados custos na etapa de conservação (Santana; Carpinetti, 2006).

O SGQ tem como objetivo aumentar o controle dos processos executivos buscando reduzir custos, aumentar a competitividade e a produtividade da empresa (MENDES *et al.*, 2006). Contudo, isso não tem relação garantida com a manifestação de ocorrências de assistência técnica após a entrega da obra. Assim, a equipe de assistência técnica e pós-obra é essencial para retroalimentar o SGQ, garantir ações corretivas e melhorar a qualidade da obra.

Para retroalimentar o SGQ e garantir a melhoria contínua da empresa as informações obtidas pela equipe de pós-obra de empreendimentos devem ser registradas e discutidas com a equipe técnica. Ações devem ser tomadas conforme apontarem os relatórios de assistência técnica, seja pela qualificação da mão de obra ou no aumento da fiscalização dos serviços, por exemplo.

O presente estudo avaliou os registros válidos de assistência técnica de uma empresa construtora como metodologia efetiva de um sistema de gestão da qualidade para a determinação dos serviços de reparo ou correção pós-obra mais frequentes por intermédio de estudos de caso em 8 empreendimentos durante 3 anos.

Buscou-se entender se por meio das solicitações de assistências técnicas a empresa utiliza os dados pós-obra em seu SGQ para retroalimentar a cadeia produtiva, alcançando maior eficiência, reduzindo o retrabalho, redução de custos e melhoria contínua da qualidade do produto final.

Sabendo-se que a edificação é um bem durável são necessárias ações na fase de construção, uso e manutenção para garantir seu desempenho e sua durabilidade. Segundo Del Mar (2007), o desempenho está relacionado com o comportamento da edificação durante sua vida útil, conforme sua capacidade de cumprir a função na qual foi projetada e construída, ao ser colocada em uso.

Um Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) está baseado em medidas que visem padronizar os serviços garantindo a qualidade da produção, permitindo que um serviço possa ser realizado com a mesma qualidade em diferentes locais, por equipes distintas, mantendo o mesmo padrão.

Ciclos de melhorias contínuas podem ser realizados através de uma gestão adequada utilizando um modelo dinâmico onde os processos e etapas são planejados, implementados, monitorados e através dos resultados obtidos possam ser tomadas ações de melhorias contínuas, conforme necessário.

2 ASSISTÊNCIA TÉCNICA

A retroalimentação das falhas construtivas em empreendimentos obtidos através das solicitações de chamados de correções dos usuários permite a constante melhora dos serviços construtivos para os novos empreendimentos.

Através da análise dos dados obtidos nos registros de assistência técnica pode-se acompanhar toda a cadeia produtiva, desde o fornecedor – a qualidade dos materiais adquiridos, a mão de obra – avaliando os treinamentos realizados e a capacidade contratada, até a própria equipe técnica, permitindo rever o processo de produção (MOURTHÉ, 2013).

Essa fase ocorre por um chamado do usuário na empresa, através do registro de uma solicitação de assistência técnica, onde a equipe técnica analisa no local o problema, sua complexidade, os recursos necessários para o reparo e providência a correção, caso necessário. O coordenador de engenharia analisa

a situação descrita, as garantias e agenda com o cliente a data para realizar o serviço, em caso procedente.

3 FUNDAMENTAÇÃO

Foi utilizado o modelo de detecção de falhas e seus efeitos denominado FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*, que permite que os serviços sejam corrigidos e ajustados (PUENTE *et al.*, 2002; RHEE; ISHII, 2003). Esse método gerencial classifica a falha de acordo com a severidade, a ocorrência e a detecção (AGUIAR, 2007; LAURENTI, 2010).

Essa técnica FMEA é muito utilizada em diversas áreas, bem como na construção civil, permitindo a melhoria contínua dos processos (TOZZI, 2004; PEREIRA, 2008; MIGUÉIS, 2010; SILVA; FONSECA; BRITO, 2006). A análise FMEA deve ser feita de forma cíclica em todas as fases da obra, assumindo um papel preventivo na fase de projeto e um papel dinâmico na fase de execução das tarefas (MIGUÉIS, 2010; BAHRAMI; BAZZAZ; SAJJADI, 2012).

Cupertino e Brandstetter (2015) realizaram uma análise sistemática da literatura internacional no que concerne à manutenção de edifícios e à aplicação da técnica FMEA. A análise envolveu mais de cem artigos científicos com destaque para os periódicos *Journal of Management in Engineering*, *Journal of Architectural Engineering*, *Journal of Construction Engineering and Management*, *Facilities* e *Journal of Performance of Constructed Facilities*, com recorte temporal das três últimas décadas. Na extração sistematizada de dados foi encontrado um único estudo exploratório de aplicação do FMEA a partir de dados da assistência técnica, porém sem descrição da construção ou validação da técnica (SOUZA, 2013). Cabe destacar os estudos que combinaram a técnica FMEA com Lógica Fuzzy e AHP (Analytic Hierarchy Process) para análise de riscos de projetos como o trabalho de Abdelgawad e Fayek (2010) e El-Haram e Horner (2003), que discutiram o potencial do FMEA e avaliação de riscos na seleção de melhores estratégias para o ciclo de vida da edificação, e o trabalho de Das e Chew (2011), que aplicou o FMEA para análise de riscos, porém sem utilizar dados de assistência técnica.

Buscou-se realizar uma adaptação dos parâmetros analisados pelo FMEA, os quais usualmente empregam os índices de severidade, ocorrência e detecção. Foram propostas as escalas de valoração identificando a severidade do modo de falhas "S", o custo necessário para corrigir a falha "C" e a complexidade de intervenção da falha "I". Para a análise de criticidade das manifestações patológicas detectadas foi proposto o cálculo dos coeficientes de prioridade de risco " $CPR = S * C * I$ ", conforme a metodologia proposta por Cupertino e Brandstetter (2015).

A valoração da severidade visa avaliar o impacto causado pelo efeito do modo de falha sobre o funcionamento do dispositivo que está sendo analisado. Foi atribuída uma escala de 1 a 4 na atribuição da valoração de severidade, conforme pode ser observado no Quadro 1, adaptado de Pereira (2008), apud Cupertino e Brandstetter (2015).

Quadro 1 – Índices de valoração de severidade conforme o critério de análise do cliente.

Índice de valoração	Grau de Severidade	Critério utilizado
1	Baixo	Pequeno desgaste com certa insatisfação do usuário
2	Moderado	Dano significativo com insatisfação do usuário
3	Alto	Não executa a função com grande insatisfação do usuário
4	Bem alto	Não executa a função com grande insatisfação do usuário e afeta a segurança do sistema

Fonte: Pereira (2008) apud Cupertino e Brandstetter (2015).

Buscou-se respaldar os custos de manutenção predial em edificações baseado na proposta apresentada por Cupertino e Brandstetter (2015). Os pesquisadores levantaram os custos globais e anuais com os serviços de assistência técnica necessários para o tratamento das patologias separando os custos por subsistemas de construção, segundo dados obtidos na literatura. Os critérios utilizados para análise de custos necessários para as correções foram propostos em uma escala composta por 4 faixas de valores. O Quadro 2 apresenta a proposta para os índices de custo proposta por Cupertino e Brandstetter (2015).

Quadro 2 – Análise de custos necessários para as correções.

Escala	Custo para correção	Critério utilizado
1	Baixo	Custos entre R\$ 0,01 a R\$ 450,00
2	Médio	Custos entre R\$ 451,00 a R\$ 1300,00
3	Alto	Custos entre R\$ 1301,00 a R\$ 3000,00
4	Bem alto	Custos acima de R\$ 3001,00

Fonte: Cupertino e Brandstetter (2015).

A metodologia utilizada para avaliação da necessidade de reabilitação de edifícios foi baseada na complexidade de intervenção dos problemas detectados, sendo enquadrada em três escalas: simples, média e difícil. Cupertino e Brandstetter (2015) realizaram uma adaptação da metodologia desenvolvida por Pedro *et al.* (2011) visando melhor enquadramento no que se estende às solicitações de assistências técnicas. A complexidade de intervenção “I” também foi criada em uma escala variando de 1 a 4, apresentada no Quadro 3, onde são indicados os atributos para cada índice valorado.

Quadro 3 – Escala de complexidade de intervenção dos problemas detectados.

Escala	Complexidade de intervenção	Critério utilizado
1	Básica	Ação produzida de forma pontual ou simples, sem atingir outros serviços
2	Mediana	Ação mediana que pode ou não ter interferido em outro serviço, porém de forma simples
3	Alta	Ação significativa que alcança outros serviços, necessitando de quebra e correções de outros sistemas
4	Muito alta	Ação muito significativa com reforço e/ou recuperação de sistemas

Fonte: Cupertino e Brandstetter (2015) adaptado de Pedro *et al.* (2011).

O coeficiente de prioridade de risco visualizando o grau de risco da manifestação patológica identificada pode ser valorado por meio da multiplicação dos índices de severidade, custo e complexidade de intervenção, segundo a Equação 1.

$$\text{CPR} = \text{S} \cdot \text{C} \cdot \text{I} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

CPR: coeficiente de prioridade de risco;
S: índice de severidade;

C: índice de custo; e
I: índice de complexidade de intervenção.

Dessa forma é possível atribuir faixas de prioridade de risco, conforme apresentado no Quadro 4, adaptado de Pereira (2008), para realizar um melhor plano de intervenção dos serviços e melhoria contínua para empreendimentos futuros.

Quadro 4 – Faixas de prioridade de risco.

Faixas de prioridade de risco	Faixa de prioridade de risco	Necessidade de realização das ações
Pequena	$CPR \leq 4$	Ações não precisam ser imediatas
Média	$4 < CPR \leq 16$	Ações devem ser realizadas assim que possível para evitar danos maiores
Alta	$16 < CPR \leq 32$	Ações corretivas devem ser realizadas para eliminar a causa de patologia
Muito alta	$32 < CPR \leq 64$	Devem ser tomadas medidas imediatas para eliminar a causa, corrigir os serviços que sofreram danos e eliminar a possibilidade de ocorrerem em novos empreendimentos

Fonte: adaptado de Pereira (2008).

4 ESTUDO DE CASOS

A pesquisa apresenta a estratégia de manutenção, correção e aprimoramento através dos dados de uma empresa construtora de edifícios residenciais e comerciais, atuante no Distrito Federal há mais de 20 anos, que possui certificação e busca pela qualidade e aprimoramento contínuo, propondo uma análise a partir do registro de assistência técnica coletados pela equipe de engenharia.

Os dados foram obtidos de empreendimentos executados pela construtora, localizada na cidade de Brasília, atuante no mercado local na construção e incorporação de empreendimentos habitacionais verticais, em seu banco de dados de chamados de assistência técnica. Para a análise quantitativa foram coletados dados segundo o tipo de serviço executado e a análise de risco do serviço definida por meio da técnica FMEA adapta para a construção civil e os serviços definidos pela construtora, semelhante a metodologia proposta por Cupertino e Brandstetter (2015).

Para a pesquisa em questão foram avaliados oito empreendimentos construídos em Brasília a partir do ano 2010, desde apartamentos residenciais até centros empresariais de uso misto ou não.

As planilhas apresentadas possuem ordens de serviços referentes aos anos de 2015 a 2017, levando em conta somente as solicitações procedentes.

5 ANÁLISE DOS DADOS

A aplicação da análise foi feita considerando 10 serviços de assistência técnica: instalações hidrossanitárias, instalações elétricas, instalações especiais, revestimento externo, revestimento interno, infiltração, fissuras, esquadrias, vidros e outros. A Tabela 1 apresenta o resultado, em percentual, das 8 edificações avaliadas em relação ao número de ocorrências dividido pelo número de unidades que abriram chamado de assistência técnica durante o período de 3 anos.

Tabela 1 – Percentual de serviços de assistência técnica dos empreendimentos avaliados.

Empreendimento	Inst. Hidrossanitárias	Inst. Elétricas	Inst. Especiais	Revestimento interno	Revestimento externo	Infiltração	Fissuras	Esquadrias	Vidros	Outros
A	24,32	21,62	8,11	5,41	5,41	8,11	16,22	5,41	5,41	0,00
B	13,71	1,61	6,45	9,68	4,84	7,26	27,42	16,13	6,45	1,61
C	20,00	0,00	16,00	10,00	2,00	4,00	36,00	8,00	0,00	0,00
D	25,93	40,17	10,26	10,54	2,56	0,57	3,42	2,85	2,28	0,85
E	21,69	19,46	9,09	29,82	1,44	1,28	7,50	1,91	6,06	1,44
F	29,59	10,20	21,43	7,14	0,00	6,12	11,22	4,08	5,10	2,04
G	48,05	6,49	3,90	12,99	3,90	1,30	2,60	6,49	3,90	1,30
H	23,19	4,35	1,45	55,07	0,00	1,45	4,35	4,35	4,35	1,45

Fonte: As autoras.

5.1 ANÁLISE DOS REGISTROS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA POR EMPREENDIMENTO

O empreendimento A é um centro empresarial no bairro Lago Norte, entregue em 2013, com salas comerciais a partir de 24 m². Pode-se observar

que a empresa A possui 54% das solicitações referentes aos itens instalações, sendo eles 24% das instalações hidrossanitárias, 21% das instalações elétricas e 8% das instalações especiais. Observou-se que o item infiltração teve um percentual de 16% dos registros.

As manifestações patológicas detectadas na fase de execução por Cupertino e Brandstetter (2015), em empresas construtoras em Goiás, em um universo de cerca de 3000 assistências técnicas, mostraram que a fase de execução corresponde a 44% das ocorrências. Contudo, algumas falhas detectadas na fase de execução podem ter origem na fase de projeto, porém nem sempre é possível isolar a causa da falha.

O empreendimento B é um edifício residencial localizado em Águas Claras composto por loft ou apartamentos com 1 ou 2 suítes com áreas privativas de 36 a 148 m². A obra foi concluída em 2011. Entre 2015 a 2017 o empreendimento teve 28% das solicitações abertas no item infiltração, seguido por 16% no item fissuras e em terceiro lugar as instalações hidráulicas.

O empreendimento C foi concluído em 2012, é um empreendimento institucional com 75 unidades de 30 a 60 m². Entre os anos de 2015 a 2017 dentre as solicitações de assistência técnica solicitadas, 36% foram relacionadas às infiltrações e 20% referente às instalações hidrossanitárias.

O empreendimento D foi concluído em 2013 e é composto por torre residencial com apartamentos de um quarto com áreas privativas de 30 a 71 m² e 100 lojas com áreas entre 30 a 80 m² em torno de uma praça central. Entre os anos de 2015 a 2017 dentre as solicitações de assistência técnica solicitadas 40% foram relacionadas às instalações elétricas seguido por 26% referente às instalações hidrossanitárias.

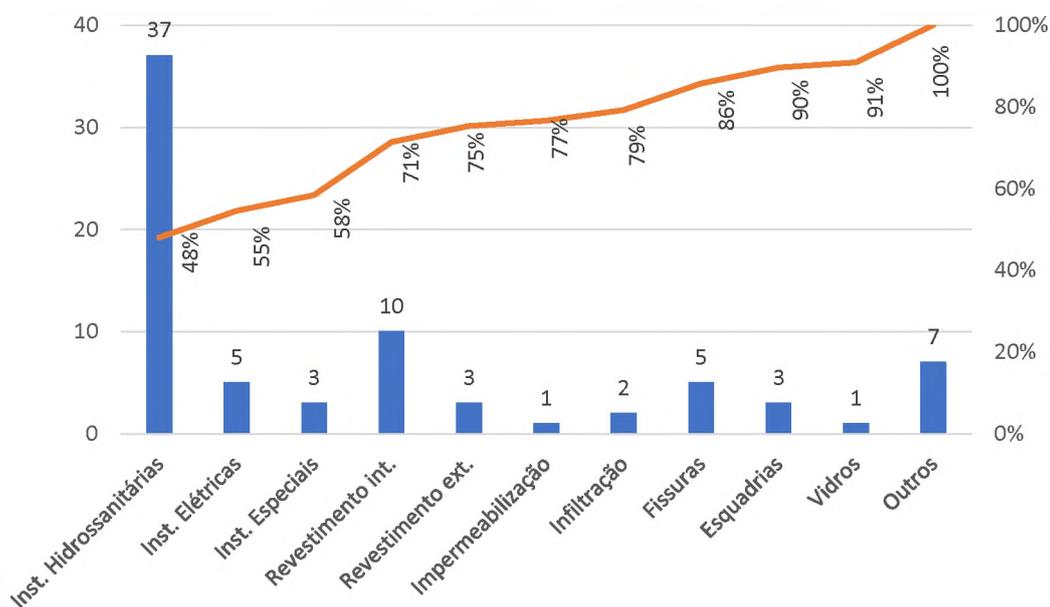
O empreendimento E foi concluído em 2013 e é composto por duas torres residenciais de 24 andares cada com apartamentos de um ou dois quartos com áreas privativas de 38 a 75 m². Entre os anos de 2015 a 2017 dentre as solicitações de assistência técnica solicitadas 30% foram relacionadas ao revestimento interno e 21% referente às instalações hidrossanitárias.

O empreendimento F foi concluído em 2013 e é composto por lojas e salas comerciais com áreas privativas de 21 a 346 m². Entre os anos de 2015 a 2017

dentre as solicitações de assistência técnica solicitadas 29% são referentes às instalações hidrossanitárias, correspondente a cerca de 12% do total das unidades e 21% referente às instalações especiais. Cabe salientar que as lojas e salas comerciais foram entregues sem acabamento interno o que ocasiona poucas unidades com solicitação de assistência técnica pois precisam realizar obras de interiores para a ocupação da unidade.

O empreendimento G foi concluído em 2015 e é composto por lojas e apartamentos de 1 quarto com áreas privativas de 24 a 85 m². Entre os anos de 2015 a 2017 dentre as solicitações de assistência técnica solicitadas 48% são referentes às instalações hidrossanitárias, correspondente a 31% do total de unidades construídas, seguido por 12% no serviço de revestimento interno, correspondente a cerca de 8% do total de unidades entregues, conforme apresentado no gráfico de Pareto (Figura 1).

Figura 1 – Gráfico de Pareto das assistências técnicas do empreendimento G.



Fonte: As autoras.

O empreendimento H são apartamentos de 1 quarto com áreas privativas de 36 a 43 m² entregue em 2015. Das solicitações de assistência técnica abertas 55% correspondem a assistências técnicas no revestimento interno, seguido por 23% no item instalações hidrossanitárias. Entre os resultados do

empreendimento H foi possível verificar que 55% dos problemas dos chamados recebidos referiam-se ao serviço de revestimento interno.

5.2 ANÁLISE DOS REGISTROS EXISTENTES DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA POR FMEA

A aplicação do FMEA foi elaborada considerando 10 categorias de serviços de assistência técnica baseado na metodologia proposta por Miguéis (2010) e por Cupertino e Brandstetter (2015), com adaptações, permitindo a análise das falhas detectadas pelo usuário, cadastradas pela equipe pós-obra da empresa avaliada. Considerou-se a severidade do dano, seu custo de reparo e a complexidade em solucionar o dano.

Pode-se observar que os serviços de instalações hidrossanitárias, elétricas e esquadrias, segundo Cupertino e Brandstetter (2015), são classificados como prioridade de risco baixo e médio. Moderado pelo fato de atingir, às vezes, mais de um sistema construtivo o que dificulta a solução da falha.

A severidade avalia o dano causado pelo efeito da falha sobre o funcionamento da unidade, sendo atribuída uma escala de 1 a 4, onde 1 é uma severidade menor e 4 maior. Os custos das correções necessárias foram também definidos em 4 grupos, sendo 1 valores abaixo de R\$ 450,00 e 4 valores acima de R\$ 3001,00. Para avaliação da necessidade de reparo de edifícios considerou-se a complexidade de intervenção, sendo novamente enquadrada em quatro escalas, de simples até muito difícil. A Tabela 2 apresenta a aplicação do FMEA empregada nas solicitações de assistência técnica avaliada no presente estudo.

Tabela 2 – Aplicação da FMEA em solicitações de assistência técnica.

Serviço	Manifestações patológicas detectadas no pós-obra	Causa	Resultado	Severidade	Custo	Complexidade de intervenção	Prioridade de risco		Medidas preventivas
							Magnitude do risco	Grau do risco	
Inst. Hidrosanitárias	Ponto tanque invertido com máquina; vazamento registro gaveta; bomba aquecimento solar	Falta de testes em geral no sistema hidráulico; válvula da pia não pega aperto; vazamento; falta de queda das tubulações	Mau cheiro; manchas no piso; infiltrações; alagamentos	2	1	2	4	BAIXO	Conferência dos serviços, solicitar maior detalhamento dos projetos
Inst. Elétricas	Equipamentos não ligam; fios retorno invertidos; disjuntor desarmando ou não liga	Conferencia nos fechamentos de quadros elétricos; colocação de exaustores; falha na execução; ligação não conferida; chuveiro irregular	Usuário insatisfeito; sobrecarga das instalações; chance de sobrecarga	3	1	2	6	MODERADO	Verificar dimensionamento dos circuitos; controle execução; testar pontos elétricos
Inst. Especiais	Fechadura eletrônica; vazamento gás, acionamento portão garagem; módulo de automação; exaustor não funciona; tubulação TV entupida	Violação do sistema TV, falta de passagem para concessionárias; tubulação obstruída	Não funcionamento da exaustão; não consegue passar a fiação	3	1	3	9	MODERADO	Controlar a execução dos serviços; checagem dos serviços executados
Revestimento interno	Piso com cerâmica com cores diferentes; porcelanato solto	Porcelanato mono queima com problema de fabricação; lote revestimento com falhas; movimentação estrutura	Destacamento do revestimento; problemas estéticos	2	1	3	6	MODERADO	Controle na fase de execução; controle no recebimento dos materiais

Revestimento externo	Trocar pedra peitoril, revestimento cor diferente	Lotes de materiais adquiridos com falhas; manchas infiltração ou umidade	Destacamento do revestimento; problemas estéticos	2	1	3	6	MODERADO	Controle na fase de execução; controle no recebimento dos materiais
Impermeabilização	Vazamento na cobertura da churrasqueira, piso sauna, rampa garagem, reservatório	Infiltração	Manchas; falhas visuais; vazamento	2	1	3	6	MODERADO	Controle na fase de execução; controle no recebimento dos materiais
Fissuras	Trincas	Movimentação da estrutura; dilatação térmica	Problemas estéticos; defeitos na pintura	3	2	3	18	ELEVADO	Controlar a execução dos serviços; checagem dos serviços executados
Esquadrias	Vazamento; ajuste janelas; vedação janelas	Infiltração na pele de vidro sem caxilho; movimentação da estrutura	Má funcionamento; vazamento	2	1	3	6	MODERADO	Controlar o assentamento e armazenamento do material
Vídeos	Vidro trincado	Movimentação da estrutura; execução	Desconforto visual; infiltração	2	1	3	6	MODERADO	Controlar o assentamento e armazenamento do material
Outros	Rebaixo piso entrada garagem; dreno entupido; acústica	Ruído não esperado	Desconforto do usuário; falhas visuais	2	1	1	2	BAIXO	Verificar projetos, controlar a execução dos serviços

Fonte: As autoras.

A prioridade de risco, de acordo com a prioridade de risco medida, pode ser visualizada na Tabela 3.

Tabela 3 – Prioridade de risco medida conforme os critérios considerados.

Empreendimento	Quantidade e unidades	1º serviço mais solicitado	Prioridade de risco
A	116	Inst. Hidrossanitárias	BAIXO
B	189	Fissuras	ELEVADO
C	75	Fissuras	ELEVADO
D	364	Inst. Elétricas	MODERADO
E	477	Revestimento interno	MODERADO
F	239	Inst. Hidrossanitárias	BAIXO
G	116	Inst. Hidrossanitárias	BAIXO
H	221	Revestimento interno	MODERADO

Fonte: As autoras.

Os serviços referentes às instalações hidrossanitárias e elétricas referem-se a solicitações de prioridade de risco baixo e moderado. As solicitações com prioridade de risco elevado são provenientes principalmente de solicitações referentes a fissuras. Tais prioridades são relevantes, pois afetam diretamente mais de um sistema construtivo, assim a complexidade de intervenção é maior, e conseqüentemente os custos e a severidade do dano ganham maiores proporções.

Dessa forma, esse tipo de análise consegue identificar possíveis pontos que devem ser corrigidos em etapas anteriores ao pós-obra (planejamento, projeto, concepção, execução), para que haja redução dessas manifestações patológicas em empreendimentos futuros.

Cabe ressaltar que a severidade, o custo e a complexidade da intervenção são parâmetros que poderiam ser analisados distintamente, produzindo indicadores para a gestão futura das assistências técnicas. Por outro lado, sendo esses parâmetros analisados em conjunto, por meio do FMEA, gerando então o indicador do grau de prioridade de risco, possibilitam ter uma visão geral da ocorrência em relação ao risco da manifestação patológica e da prioridade no atendimento da mesma e na retroalimentação de suas informações para o sistema produtivo, visando à não ocorrência futura com as mesmas características.

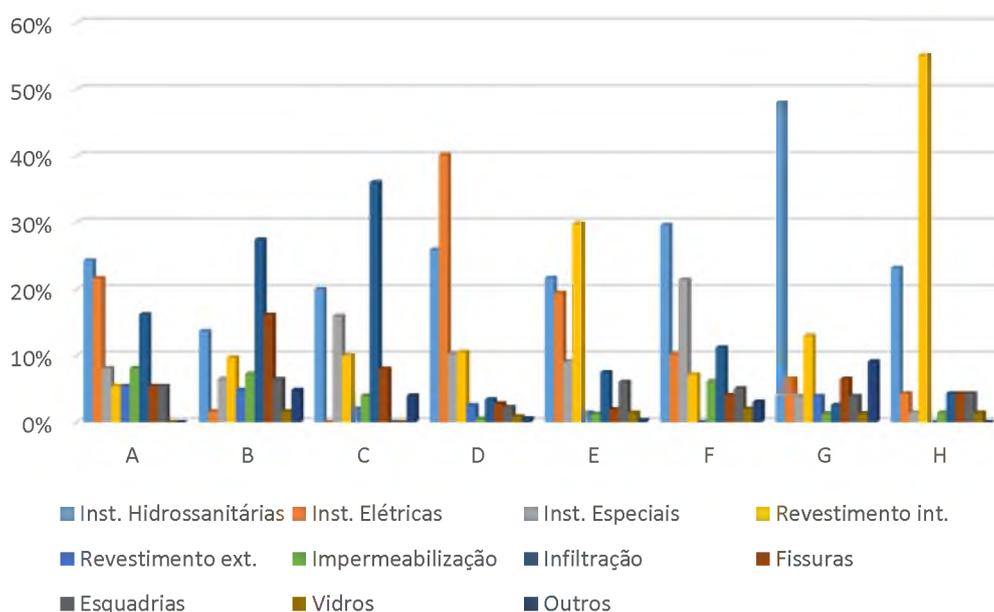
O item que apresentou maiores números de solicitações de assistência técnica foram as instalações hidrossanitárias. A esse grupo de serviço foi atribuída a falha na execução como a causa principal, desde problemas como sifões mal instalados, ralos sem tampa e tubos que desconectaram após o uso.

Moreira e Paula (2014) observaram falhas nas instalações hidrossanitárias ocasionadas por entupimento de ralos e pias, mau cheiro, vazamento em torneiras, defeito na descarga da caixa acoplada, vazamento no sifão e infiltração no teto.

O item revestimento interno foi o principal volume de ocorrências em dois dos empreendimentos avaliados, tendo como possíveis causas a falha no material, conforme relatado pela equipe de engenharia, seguido pela falha na execução, com uso de argamassa de assentamento do tipo recomendado, contudo que não alcançou a qualidade esperada.

A Figura 2 mostra que o serviço que apresentou maior número, em percentual, de ocorrências por empreendimento foi o revestimento interno do empreendimento H, alcançando 55% das causas de chamados. A equipe de engenharia detectou, após essas solicitações de assistência técnica (empreendimento H), que houve falha na queima do porcelanato, ou seja, falha na etapa de fabricação do material. O processo de fabricação do revestimento empregado foi a monoqueima, que consiste em queimar, simultaneamente, a base e o esmalte, em temperaturas que giram em torno de 1000°C a 1200°C. No caso avaliado, a queima do material interferiu na qualidade do assentamento.

Figura 2 – Percentual de serviços com solicitações técnicas por empreendimento avaliado.



Fonte: As autoras.

O item instalações elétricas também foi relatado como principal ocorrência em outros dois empreendimentos avaliados, o que pode ser devido não instalação correta dos fios das tomadas ou dos interruptores, ou ainda, por circuitos desligados. Observa-se a falta de atenção dos operários na fase de execução.

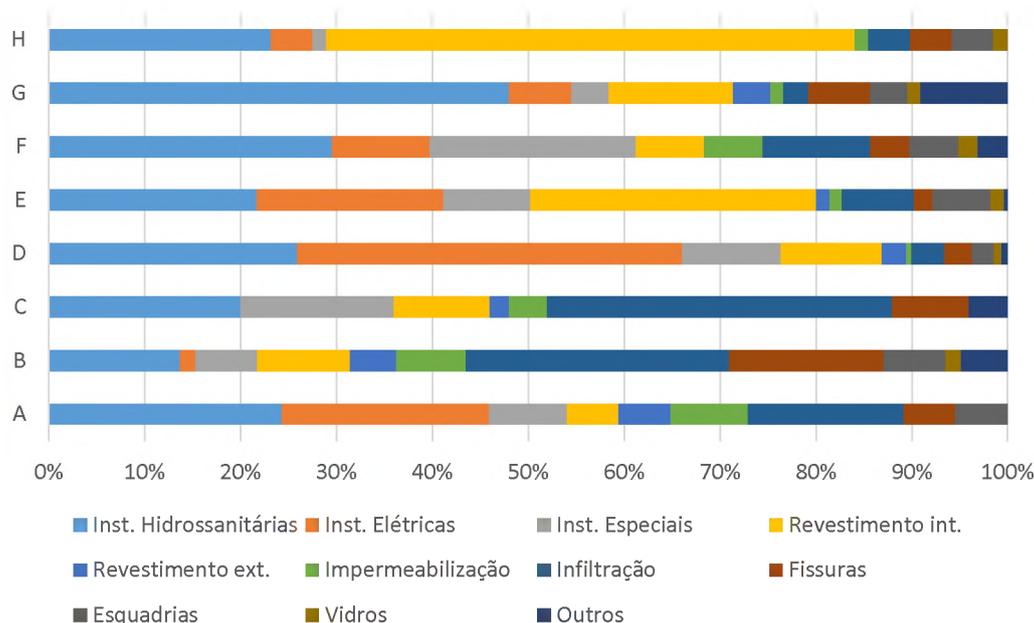
A falha na execução é um importante fator causador das falhas, destacando a importância do aprimoramento contínuo da equipe, bem como a checagem dos procedimentos de execução dos serviços e o controle de qualidade dos materiais. Cupertino e Brandstetter (2015) afirmaram que as manifestações patológicas em 9% são provenientes da etapa de projeto e 44% da etapa de execução.

Os empreendimentos B, C, G e H apresentaram poucas ocorrências oriundas das instalações elétricas, provavelmente por maior controle na execução.

Pode-se observar que os percentuais de falhas encontrados na literatura por tipo de serviços são variados o que se deve, em parte, pela diversidade de mão de obra, dos materiais empregados, das condições climáticas, dentre outros. Henriques (2001) e Ferreira (2009) apud Cupertino e Brandstetter (2015) observaram que as manifestações patológicas são oriundas cerca de 40% a 50% da fase de projeto.

Analisando em quantidade de serviços de assistência técnica solicitados nos empreendimentos avaliadas, é possível identificar que o serviço com maior demanda dentre os empreendimentos avaliados foi o de instalações hidrossanitárias, seguido pelo serviço revestimento interno. A Figura 3 apresenta os serviços acumulados dos empreendimentos avaliados. Nele é possível observar que o item instalações, embora de risco baixo e moderado, conforme apresentado na Tabela 3, foi o mais frágil dentre os empreendimentos avaliados.

Figura 3– Percentual de serviços com solicitações técnicas por empreendimento avaliado.



Fonte: As autoras.

Semelhante resultado pode ser observado por Cupertino (2013) que avaliou as solicitações de assistência técnica em uma construtora durante os anos de 2008 a 2011, tendo observado que 79% das solicitações eram referentes a cinco grupos de serviços, onde 28% estava relacionado com as instalações hidrossanitárias, 17% com o revestimento de paredes, 14% com as esquadrias, 10% com o revestimento de piso e 10% com as instalações elétricas.

5.3 DIRETRIZES PARA AUXÍLIO E CONTROLE DOS SERVIÇOS

Através da incidência de assistências técnicas pós-obra dos edifícios avaliados, bem como os custos de manutenção ou reparo, medidas preventivas foram adotadas visando a melhoria contínua dos serviços.

Ao receber as solicitações dos clientes, planilhas são elaboradas para registrar as solicitações e realizar a etapa inicial segundo a causa da falha classificando por tipo de serviço. A empresa avaliada classifica os serviços pós-obra em: instalações hidrossanitárias, revestimento externo, esquadrias, instalações elétricas, impermeabilização, vidros, instalações especiais, infiltração, revestimento interno, fissuras e outros.

As falhas são registradas de acordo com o serviço, no caso das instalações, por exemplo, alguns serviços mais observados são: entupimento, mau cheiro, defeito na torneira ou na válvula da descarga, falha na válvula, vazamento no tubo flexível da bacia sanitária, sifão com vazamento, infiltração, baixa pressão nos pontos de consumo, falta de algum ponto de consumo, ruído na tubulação. Todos os pontos são registrados buscando melhorias contínuas, evitando retrabalho e gastos.

Cupertino e Brandstetter (2015) avaliaram cerca de 3000 dados de registros de solicitação de assistência técnica em duas empresas construtoras em Goiânia e constataram que as instalações hidrossanitárias, revestimentos de parede e piso e as instalações elétricas foram os serviços que apresentaram maior número de ocorrências de assistência técnica e correspondem a 80% do total.

O SGQ permite que a empresa retroalimente toda a cadeia construtiva e busque a melhoria contínua traçando metas para o processo de produção, buscando modelos cada vez mais claros e assertivos para a redução do retrabalho, maior monitoramento e eficiência nas inspeções executivas, controle dos materiais e treinamento contínuo.

Dentre as principais medidas adotadas pela empresa construtora no quesito instalações destaca-se o treinamento contínuo e a realização dos serviços de instalações hidrossanitários apenas pela mão de obra fixa, sem serviço tercerizado, garantindo maior controle dos serviços. A baixa qualidade executiva pode influenciar na manutenção futura do empreendimento (Sandanayake *et al.*, 2021).

A Tabela 4 apresenta as medidas gerais adotadas para melhoria contínua da empresa construtora avaliada, nos itens com maior número de solicitações de assistência técnica considerando ainda a prioridade de risco.

Tabela 4 – Medidas gerais adotadas para melhoria continua da empresa construtora.

Medidas adotadas para melhoria continua	
Instalações hidrossanitárias	Treinamento da mão-de-obra
	Não terceirização mão-de-obra instalações hidrossanitárias
	Conferência da tubulação com pressurização da rede de água em toda a edificação
	Controle de qualidade em todas as etapas do serviço, desde o recebimento do material até a execução
Instalações elétricas	Treinamento da mão-de-obra
	Não terceirização mão-de-obra instalações elétricas
	Teste de funcionamento de todos os pontos de consumo (tomadas e interruptores), quadros e barramentos
	Controle de qualidade em todas as etapas do serviço, desde o recebimento do material até a execução
Revestimento interno e externo	Treinamento da mão-de-obra
	Escolha dos materiais com desempenho acima do esperado
	Seleção do melhor fornecedor do mercado na categoria escolhida
	Controle de qualidade com ensaio de arrancamento e testes padronizadas nas fichas de verificação da obra
Fissuras	Treinamento da mão-de-obra
	Controle de qualidade dos materiais
	Uso de telas para alvenaria nas junções entre paredes e estruturas, locais sujeitos a maiores movimentações ou tensões como rasgos para passagem de tubulações
	Uniformidade na mistura dos materiais
Infiltração	Treinamento da mão-de-obra
	Contratação de mão-de-obra terceirizada nas etapas mais complexas como no caso de fachada unitizada
	Escolha criteriosa dos fornecedores
	Controle de qualidade em todas as etapas do serviço, desde o recebimento do material até a execução

Fonte: As autoras.

Como medida de melhoria continua no serviço das instalações hidrossanitárias a empresa construtora passou a realizar o teste de estanqueidade das tubulações. Este consiste na pressurização da tubulação com um fluido, onde o técnico analisa se, durante o período de tempo definido, ocorreu algum vazamento. O manômetro, equipamento utilizado para medir a pressão, também permite verificar se há algum vazamento. Como as tubulações são geralmente ocultas, embutidas nas alvenarias ou forros, esse tipo de inspeção pode ser muito importante para garantir a qualidade do serviço. O teste é realizado em toda a tubulação hidráulica do edifício, da entrada até os sub-ramais das unidades. Figueiredo *et al.* (2023) observaram que em um estudo de caso de um empreendimento em fase de construção pela mesma empresa construtora avaliada no presente estudo, no Distrito Federal, que o teste permitiu a correção

antecipada da falha em 7 das 32 unidades do edifício avaliado. Além disso, pode-se observar que este ensaio, reduziu de forma significativa o número de chamados de assistência das obras entregues nos últimos 3 anos (Figueiredo *et al.*, 2023).

No item Instalações elétricas todos os pontos de tomadas e iluminação também estão sendo testados, desde os fios, os disjuntores e os quadros, garantindo o correto funcionamento e segurança dos circuitos.

O sistema de revestimento cerâmico atualmente ocorre com a compra de material exclusivamente com a empresa líder no segmento no país, criando um sistema rígido, com uso de argamassa AC III e testes ao longo da obra buscando o resultado mais assertivo.

O serviço de infiltração e fissuras também estão sendo controlados com maior rigidez, destacando-se o aumento do treinamento contínuo dos operários, qualidade dos materiais e maiores exigências no recebimento dos serviços.

Pode-se observar que o SGQ na fase de elaboração de projetos e execução de obras permite elaborar um bom estudo de necessidades, melhoria dos detalhamentos de projeto e diretrizes para a manutenção; especificação de materiais adequados considerando o tipo de uso; e a adoção de critérios para contratação de mão de obra segundo as necessidades técnicas e na fase do pós-obra a implantação de planos para a adequada utilização do usuário, eficiência da equipe de atendimento e capacitação contínua da mão-de-obra de supervisão e execução dos reparos.

6 CONCLUSÃO

A pesquisa realizada permitiu a visualização de principais falhas no processo construtivo de oito empreendimentos durante 3 anos. A gestão dos dados através dos registros de assistência técnica da empresa permite a realização de melhorias direcionadas à retroalimentação do sistema.

A aplicação do FMEA se mostrou uma importante ferramenta proativa para identificar e avaliar os riscos associados aos diferentes modos de falhas em um processo construtivo nas obras avaliadas. Ela permite elevar a confiabilidade

dos processos e prevenir novas falhas. Considerou-se a severidade do dano, o custo de reparo e a complexidade em solucionar o dano.

O item instalações hidrossanitárias se mostrou como o ponto principal a ser levado para a equipe da obra, buscando a melhoria contínua desse serviço. A solicitação de assistência técnica que envolve as instalações hidrossanitárias, ainda na fase inicial, geralmente impactam em condições básicas de conforto do usuário pois estão relacionadas com a higiene pessoal. Os resultados apontam que, nos 8 empreendimentos avaliados, a maioria das solicitações estão relacionadas a conexões que apresentaram vazamentos, possivelmente por falta de teste de pressurização nos tubos antes da entrega das unidades aos proprietários. Contudo, vale ressaltar que o teste hidrossanitário depende da ocupação do condomínio e do usuário pois está relacionado diretamente aos reservatórios e ao fluxo de água.

Levando-se em consideração as diretrizes elaboradas, juntamente com as observações realizadas quanto ao processo construtivo, é possível concluir a dimensão da necessidade de se investir no controle desse processo, com maior atenção às normatizações existentes e às recomendações de boas práticas, uma vez que isso evitará transtornos para os consumidores, aumentando assim a sua satisfação, além de possibilitar à empresa a redução de etapas que não agregam valor ao produto final e a uma consequente racionalização de seus processos.

REFERÊNCIAS

ABDELGAWAD, M.; FAYEK, A. R. Risk Management in the Construction Industry Using Combined Fuzzy FMEA and Fuzzy AHP. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 9, p.1028-1036, set. 2010.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: manutenção de edificações: requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.ifcs.ufri.br/~aproximacao/abntnabr5674.pdf>

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: desempenho. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.ifcs.ufri.br/~aproximacao/abntnabr15575.pdf>

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO 9001**: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015. 32p.

AGUIAR, D. C. **Avaliação de sistemas de prevenção de falhas em processos de manufatura na indústria automotiva com metodologia de auxílio à decisão**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2007.

ALVES, A. C. N. **A implantação de sistemas de gestão da qualidade na indústria da construção civil segundo os critérios da ISO 9001:2000: adaptações em relação à ISO 9001:1994**, 2001. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.

BAHRAMI, M.; BAZZAZ, D. H.; SAJJADI, S. M. Innovation and Improvements in Project Implementation and Management; Using FMEA Technique. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 41, p. 418-425, 2012.

BONI, Solange da Silva Nunes; PIRES, Deyvisson Ribeiro; SILVA, Glaucielle de Castro; JESUS, Patrick Luan Oliveira. Análise das patologias levantadas no sistema predial hidrossanitário de edificações da Universidade Federal do Maranhão. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.5, p. 50989-51009. may. 2021.

BRASIL. **Novo Código Civil**: exposição de motivos e texto sancionado. 2. ed. atual. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2005.

CUPERTINO, D. **Análise de solicitações de assistência técnica em empreendimentos residenciais como ferramentas de gestão**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil). Programa de Pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

CUPERTINO, D.; BRANDSTETTER, M. C. G. O. Proposição de ferramenta de gestão pós-obra a partir dos registros de solicitação de assistência. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 243-265, out./dez. 2015.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia nacional para a elaboração do manual de uso, operação e manutenção das edificações**. MARTINS, José Carlos (Coord.). Fortaleza – CE: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2014.

DAS, S.; CHEW, M. Y. L. Generic Method of Grading Building Defects Using FMECA to Improve Maintainability Decisions. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 25, n. 6, p. 522-533, nov./dec. 2011.

DEL MAR, Carlos Pinto. **Falhas, responsabilidades e garantias na construção civil**. São Paulo: Ed. PINI, 2007.

EL-HARAM, M. A.; HORNER, R. L. W. Application of the Principles of ILS to the Development of Cost Effective Maintenance Strategies For Existing Building Stock. **Construction Management and Economics**, v. 21, n. 3, p. 283–296, 2003.

FANTINATTI, P. A. P. **Ações de Gestão do Conhecimento na Construção Civil**: evidências a partir da assistência técnica de uma construtora. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FERNANDES, J. M. R. **Proposição de Abordagem Integrada de Métodos da Qualidade Baseada no FMEA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2005.

FIGUEIREDO, C. R.; CAVALCANTI, M. S. C.; QUINTANILHA, D. S. A. **Mudanças Práticas Para o Recebimento de Instalações Hidráulicas de Edifícios**. XV Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, SISPRE, Boas práticas, inovação, desempenho e sustentabilidades, Joinville, Santa Catarina, 2023.

GARVIN, D. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro, Qualitymark Editora, 1992.

HERNANDES, F. S.; JUNGLES, A. E. **Avaliação da implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras**. III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, São Carlos, UFSCar, 2003.

LAURENTI, R. **Sistematização de Problemas e Práticas da Análise de Falhas Potenciais no Processo de Desenvolvimento de Produtos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MARTINELLI, F. B. **Gestão da Qualidade Total**. Curitiba, Editora IESDE, 2009.

MENDES, A. V. M.; PICCHI, F. A. Avaliação da implantação de sistemas de gestão da qualidade em construtoras do estado do Piauí. In: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. **Anais**. Fortaleza, 2008, 10p.

MENDES, A. V. M.; PICCHI, F. A.; GRANJA, A. D. Custos x benefícios – a implantação de um sistema de gestão da qualidade é rentável para construtoras? In: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. **Anais**. Florianópolis, 2006, 9p.

MIGUÉIS, B. M. C. **Aplicação do FMEA a Sistemas de Construção de Viadutos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2010.

MOURTHÉ, M. M. **Gestão da manutenção pós entrega de edifícios residenciais**. Monografia de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

MOREIRA, L. C.; PAULA, R. F. **Diretrizes para auxílio e controle de instalações hidrossanitárias**. Trabalho de Conclusão do Curso em Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014, 106p.

PEREIRA, N. F. F. B. **Gestão e Metodologia da Construção de Um Edifício: sistema integrado de controle de prazos e qualidade**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

PEDRO, J. B.; VILHENA, A.; PAIVA, J. V.; PINHO, A. Métodos de avaliação do estado de conservação de edifícios desenvolvidos no LNEC. **Researchgate**, Setembro, 2011. https://www.researchgate.net/publication/260600794_Metodos_de_avaliacao_do_estado_de_conservacao_de_edificios_desenvolvidos_no_LNEC/link/0c960531ca791ba3ff000000/download

PUENTE, J. *et al.* A Decision Support System For Applying Failure Mode and Effects Analysis. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Bradford, v. 19, n. 2, p. 137-151, 2002.

RESENDE, M. M. **Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios: limpeza de revestimentos cerâmicos**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

RHEE, S. J.; ISHII, K. **Using Cost Based FMEA to Enhance Reliability and Serviceability**. Department of Mechanical Engineering, Design Division, Stanford University, Stanford, 2003.

SANDANAYAKE, M., YANG W.; CHHIBBA, N.; VRCELJ, Z. Residential building defects investigation and mitigation – a comparative review in Victoria, Australia,

for understanding the way forward. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2021. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2021-0232>.

SANTANA, A. B.; CARPINETTI, L. C. R. Proposta para avaliação dos sistemas de gestão da qualidade nas empresas construtoras. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais**. Florianópolis, 2006, 10p.

SILVA, S. R. C.; FONSECA, M.; BRITO, J. Metodologia FMEA e Sua Aplicação à Construção de Edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE QUALIDADE E INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, Lisboa, 2006. **Anais**. Lisboa, 2006.

SOUZA, D. O. Aplicação de Modelo Adaptado para Análise de Modo de Falhas em uma Construtora Norte-Rio-Grandense. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33, Salvador, 2013. **Anais**. Salvador, 2013.

SUKSTER, R. **A Integração Entre o Sistema de Gestão da Qualidade e o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras**. Dissertação de Mestrado. Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

TOZZI, A. R. **Desenvolvimento de Um Programa de Verificação de Um Processo de Lançamento de Cabos Com o Auxílio do FMEA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 347p.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Tradução de Daniel Grassi. São Paulo: Artmed, 2005.