


GERENCIAMENTO E CONTROLE DA QUALIDADE APLICADOS À ENGENHARIA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS: UMA ABORDAGEM BASEADA NO GUIA PMBOK**QUALITY MANAGEMENT AND CONTROL APPLIED TO STORMWATER DRAINAGE ENGINEERING: AN APPROACH BASED ON THE PMBOK GUIDE** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.019-012>**Diego Sebastian Carvalho de Souza**

Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental, PUC-RJ

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

E-mail: dscs.gp@gmail.comOrcid: <https://orcid.org/0009-0007-3440-8302>**Thiago Sebastian Carvalho de Souza**

Graduado em Administração, Universidade Veiga de Almeida

Universidade Federal Fluminense

E-mail: tsebastian@id.uff.brOrcid: <https://orcid.org/0000-0002-4825-227X>**Danielle Marçal Vilameá de Souza**

Graduado em Arquitetura, Universidade Federal Fluminense

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

E-mail: danielle.marcal.souza@uerj.brOrcid: <https://orcid.org/0009-0002-4288-760X>**RESUMO**

A gestão e a garantia da qualidade consolidam-se como requisitos imperativos no cenário competitivo da construção civil e do saneamento, visto que a negligência em produtos e processos acarreta a elevação de custos operacionais e o comprometimento da imagem institucional perante a opinião pública. Nesse contexto, as organizações buscam mitigar riscos de insucesso, visando assegurar que os empreendimentos sejam executados em conformidade com o tripé restritivo de custo, tempo e qualidade estabelecido por stakeholders e clientes. O presente estudo fundamenta-se nas diretrizes do Guia PMBOK para a sistematização e seleção de melhores práticas de gestão. Como resultado, desenvolveu-se uma documentação técnica direcionada à garantia e ao controle de qualidade em uma empresa de saneamento, com foco específico na implantação de redes pluviais no estado do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Patologias de Infraestrutura; Conformidade Normativa; SiAC/PBQP-H.

ABSTRACT

Quality management and assurance have become imperative requirements in the competitive and fast-paced construction and sanitation markets, where failures in products and processes result in cost overruns and negative public perception. Organizations aim to mitigate project failure risks, ensuring execution remains within the triple constraint parameters of cost, time, and quality defined by project sponsors and clients. This study leverages the PMBOK Guide to organize and select best practices for quality management. The research developed technical documentation designed for Quality Assurance (QA) and Quality Control (QC) within a sanitation company, specifically focused on the implementation of stormwater drainage networks in Rio de Janeiro.



Keywords: Infrastructure Pathologies; Normative Compliance; SiAC/PBQP-H.



1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil e do saneamento básico enfrenta um cenário de alta competitividade, onde a eficiência operacional é ditada pelo equilíbrio do triplo restritivo: escopo, tempo e custo. No entanto, a sustentabilidade desse equilíbrio depende intrinsecamente do Gerenciamento da Qualidade. Sem processos de garantia e controle rigorosos, os riscos de execução tornam-se incertezas financeiras e operacionais que comprometem a viabilidade dos empreendimentos.

Neste contexto, a gestão da qualidade deixa de ser uma atividade periférica para se tornar o eixo central da mitigação de riscos. Falhas na execução de sistemas de drenagem pluvial, por exemplo, representam riscos latentes que podem gerar retrabalhos onerosos, penalidades regulatórias e danos irreversíveis à imagem das organizações. A integração entre qualidade e riscos permite identificar vulnerabilidades de forma proativa, assegurando que as entregas atendam aos padrões normativos e às expectativas dos *stakeholders*.

Para estruturar essa integração, o Guia PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) oferece diretrizes fundamentais que permitem sistematizar a Garantia da Qualidade (QA) e o Controle da Qualidade (QC). Esta pesquisa propõe o desenvolvimento de uma documentação técnica para uma empresa de saneamento no Rio de Janeiro, com o intuito de transformar a gestão da qualidade em uma ferramenta estratégica de controle de riscos e conformidade técnica.

1.1 PROBLEMA

A gestão da qualidade é imperativa no setor da construção civil, onde a desconformidade de produtos e processos acarreta elevação de custos operacionais e danos à reputação institucional. Na era da informação instantânea, falhas estruturais — como deficiências em sistemas de drenagem pluvial — comprometem a viabilidade comercial e a conformidade regulatória dos empreendimentos. Diante deste cenário, o problema central desta pesquisa reside na seguinte questão: Como estruturar um plano de gerenciamento da qualidade, fundamentado nas melhores práticas do Guia PMBOK, que viabilize a implementação de processos de garantia e controle, mitigando riscos de execução e atendendo aos rigorosos requisitos de desempenho exigidos pelos clientes e órgãos fiscalizadores?

1.2 OBJETIVOS

- Objetivo Geral: Analisar e aplicar práticas de gestão da qualidade na empresa [Nome da Empresa], visando a otimização da satisfação do cliente e a mitigação de custos derivados de retrabalho.
- Estabelecer diretrizes para o gerenciamento de produtos e processos corporativos no setor de saneamento.

1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA

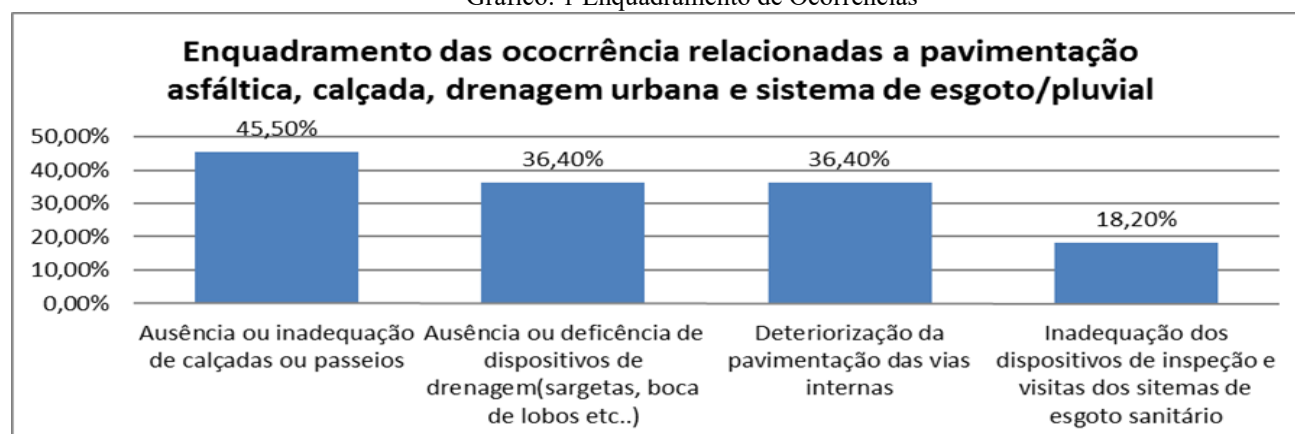
O estudo delimita-se à estruturação de um sistema de gerenciamento da qualidade baseado no referencial teórico do Guia PMBOK, nas premissas de Qualidade e SiAC/PBQP-H, focado especificamente na implementação de controle de qualidade para obras de infraestrutura pluvial na organização em estudo.

1.4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Os sistemas de drenagem de águas pluviais cumprem a função crítica de captar e conduzir o fluxo pluvial da área edificada até a rede pública coletora. A adequação dessas instalações exige a convergência de fatores técnicos, normativos e ambientais para assegurar a eficiência operacional e econômica do sistema integrado.

A relevância deste estudo justifica-se pelo fato de tais obras serem caracterizadas como infraestruturas enterradas (de baixa visibilidade pós-execução), o que eleva o risco latente. A ausência de processos rigorosos de garantia e controle da qualidade potencializa riscos de falhas catastróficas e custos de manutenção corretiva. Conforme evidenciado pelo Gráfico 1, as patologias relacionadas à drenagem pluvial e sistemas correlatos representam 36% das ocorrências técnicas, o que demonstra que a gestão de riscos e a qualidade não são apenas diferenciais, mas requisitos de segurança e viabilidade financeira para o empreendimento.

Gráfico: 1 Enquadramento de Ocorrências



Fonte: BRASIL, TCU. Sumário: Auditoria Operacional. Programa Minha Casa, Minha Vida. Determinação. Recomendações. Arquivamento. TC 033.568/2012-02012. São Paulo, 2012

Em empreendimentos de edificações de grande porte ou loteamentos, o planejamento dos sistemas de drenagem pluvial exige um estudo analítico minucioso, cuja viabilidade técnica e econômica deve preceder o processo de licenciamento ambiental e urbanístico. A definição precoce dos critérios normativos de projeto e a tomada de decisões estratégicas nesta fase são determinantes para a saúde financeira do empreendimento, impactando diretamente o custo global do ciclo de vida do sistema de manejo de águas.



Sob a ótica da Gestão da Qualidade, essa etapa de planejamento é fundamental para alinhar o escopo técnico às expectativas das partes interessadas (stakeholders), garantindo que a percepção de valor e a segurança operacional não sejam comprometidas por riscos de execução ou falhas projetuais latentes.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada para este trabalho fundamenta-se em um estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e objetivos prescritivos, focado na resolução de problemas práticos no setor de infraestrutura. A pesquisa estrutura-se sob o *framework* de gerenciamento de valor e entrega de projetos, utilizando como ferramenta de planejamento e intervenção a Matriz de Gerenciamento da Qualidade e Controle. Esta escolha metodológica justifica-se pela necessidade de converter o conhecimento tácito da engenharia de saneamento em um instrumento normativo e visual que mitigue falhas executivas.

O percurso metodológico inicia-se com uma revisão sistemática da literatura baseada nas áreas de desempenho do Guia PMBOK (PMI, 2021). A análise foca no domínio de entrega e qualidade, utilizando as perspectivas de Sotille (2021) para embasar a transição dos modelos tradicionais de comando e controle para uma gestão focada em princípios e resultados mensuráveis. Esta fundamentação é essencial para justificar como a qualidade atua na preservação do triplo restritivo (custo, tempo e escopo), transformando requisitos técnicos em valor para os stakeholders.

Na etapa subsequente, a pesquisa avança para a modelagem da ferramenta de planejamento principal: a Matriz de Qualidade e Controle. Esta matriz é concebida sob os preceitos da Lean Construction (Construção Enxuta) aplicada ao saneamento. De acordo com Koskela e Howell (2021), a eficiência produtiva em obras de infraestrutura depende da redução da variabilidade dos processos. Assim, a matriz é estruturada para atuar sobre os pontos críticos identificados no diagnóstico setorial, onde falhas em dispositivos de drenagem e pavimentação representam 36,40% das ocorrências. A ferramenta funciona como um plano de inspeção e ensaios (PIE) dinâmico, estabelecendo critérios de aceitação e métodos de controle preventivos e detectivos.

A presente investigação constitui um exame de caso de cariz aplicado, com abordagem qualitativa e fito descritivo. O itinerário metodológico ancora-se na necessidade de converter diretrizes teóricas em soluções pragmáticas para o setor de saneamento pluvial. Para fundamentar o instrumento central de planejamento, utilizou-se a técnica de modelagem de processos baseada na Matriz de Qualidade e Controle. Esta ferramenta encontra sustentação teórica em Paliari (2020), que preconiza a utilização de protocolos de verificação como mecanismos fundamentais para a mitigação de perdas em canteiros de obras.

O desenvolvimento desta matriz estratégica segue os preceitos de conformidade detalhados na Quadro 1, a qual elucida a estruturação lógica dos protocolos de inspeção e ensaios técnicos.



Quadro 1 - estruturação lógica dos protocolos de inspeção e ensaios técnicos

Processo / Atividade	Critério de Aceitação (PMBOK 7)	Método de Verificação (Paliari)	Frequência de Inspeção	Responsável
Escavação de Valas	Declividade e cotas conforme projeto (± 1 cm).	Nivelamento a laser ou teodolito.	100% da extensão.	Topografia / Eng. Campo
Assentamento de Tubos	Alinhamento e estanqueidade das juntas.	Inspeção visual e teste de fluxo.	Por trecho executado.	Encarregado de Obra
Reaterro e Compactação	Grau de compactação (GC $\geq 95\%$ Proctor).	Ensaio de Frasco de Areia / Speedy.	A cada camada de 20cm.	Lab. de Solos
Caixas de Ralo	Dimensões internas e acabamento de fundo.	Trena metálica e nível de bolha.	Por unidade construída.	Supervisor de Qualidade

Fonte: O Autor (2025), adaptado de Paliari (2020) e PMI (2021)

A fundamentação desta ferramenta de planejamento também bebe na fonte de Sotille (2021), ao transpor os domínios de desempenho do Guia PMBOK (2021) para a realidade executiva das obras. Conforme se observa pela lógica da Figura 2, a metodologia não apenas identifica as falhas, mas prescreve os critérios de aceitação técnica imprescindíveis. Tal abordagem permite que o controle da qualidade deixe de ser um registro passivo para tornar-se um vetor dinâmico de gestão capaz de otimizar processos operacionais. Assim, o percurso científico culmina na validação desta matriz como o nexos causal entre a teoria de Juran e a eficiência operacional planejada para a engenharia moderna.

A última fase metodológica consiste na correlação entre a gestão de riscos e os processos de controle de qualidade. Conforme defendido por Heldman (2022), o planejamento da qualidade deve estar intrinsecamente ligado à análise de riscos, uma vez que a não conformidade técnica é o principal vetor de desvios financeiros e atrasos cronológicos. Portanto, a metodologia proposta não se limita à criação de documentação passiva, mas estabelece um fluxo de trabalho onde a verificação contínua serve como barreira aos riscos latentes das obras de drenagem pluvial. Através desta abordagem, o estudo de caso na empresa de saneamento no Rio de Janeiro busca validar a eficácia da matriz como instrumento de governança técnica, garantindo a satisfação de clientes cada vez mais exigentes e a conformidade com as rigorosas normas regulatórias do setor.

3 DESENVOLVIMENTO

O gerenciamento de projetos contemporâneo transcendeu sua gênese técnica na engenharia civil para consolidar-se como uma disciplina de governança estratégica imprescindível. Consoante as diretrizes do PMI (2021), as instituições modernas operam em ecossistemas de elevada volatilidade, onde a transmissão de valor tangível sobrepõe-se à mera execução de incumbências operacionais. Nesse panorama,

Caminhos da Pesquisa Multidisciplinar



a gestão de projetos funciona como o vetor que transmuta a estratégia corporativa em desfechos mensuráveis, asseverando que os aportes em infraestrutura e saneamento se convertam em benefícios socioeconômicos.

De acordo com Heldman (2022), o êxito de um empreendimento não é mensurado estritamente pelo cumprimento de cronogramas, mas pela capacidade organizacional de mitigar incertezas e fornecer entregáveis que satisfaçam aos rigorosos critérios de qualidade exigidos pelo mercado setorial. O gerenciamento de projetos preenche, portanto, a lacuna entre o planejamento abstrato e a aplicabilidade operacional, assegurando que o triplo restritivo (escopo, tempo e custo) seja preservado mediante domínios de desempenho focados na excelência e na administração de riscos inerentes.

A perenidade institucional no segmento de saneamento básico depende da antecipação de cenários e da adaptabilidade a exigências regulatórias progressivamente complexas. Conforme preconizam as orientações do PMBOK 7ª Edição, a regência estratégica de projetos permite que a organização alinhe suas atividades internas às expectativas dos stakeholders e consumidores finais. Destarte, o gerenciamento de projetos constitui o caminho crítico para atingir a maturidade organizacional, transpondo o plano teórico para a realidade executiva com o mínimo de desperdício e máxima conformidade técnica.

A convergência entre a visão corporativa e a operacionalização técnica reside primordialmente na capacidade de controle. Conforme preconiza o PMI (2021), a eficácia de qualquer planejamento estratégico está intrinsecamente subordinada à integridade dos entregáveis produzidos. Portanto, para que o gerenciamento de projetos atinja sua plenitude como motor de valor, torna-se imperativo o aprofundamento nos domínios de desempenho que regem a excelência funcional.

Nesse prisma, a gestão da qualidade não figura apenas como métrica, mas como o nexos causal entre a estratégia e a satisfação final. A compreensão dos preceitos normativos torna-se o alicerce para mitigar as falhas de execução que historicamente negligenciam os sistemas de drenagem pluvial. Para fundamentar tal prática, faz-se necessária a imersão detalhada nas diretrizes da última atualização do referencial técnico global, conforme será pormenorizado no tópico subsequente.

A exegese da excelência técnica contemporânea fundamenta-se, primordialmente, nos axiomas estabelecidos por Joseph Juran (1992), cuja tese central sobre a "adequação ao propósito de uso" moldou o gerenciamento moderno. Para o autor, a qualidade consiste na satisfação plena das necessidades do usuário, sendo operacionalizada mediante sua célebre trilogia: planejamento, controle e aprimoramento. Tal paradigma filosófico atua como o alicerce que precede e sustenta as diretrizes do PMBOK (PMI, 2021), onde a qualidade é transmutada de uma inspeção reativa para um domínio de desempenho proativo.

Para o autor, a qualidade consiste na satisfação plena das necessidades do usuário final, sendo operacionalizada mediante sua célebre tríade conceitual, conforme ilustrado na Figura 1:

Figura 1 – A Trilogia de Juran: Planejamento, Controle e Melhoria.



Fonte: Adaptado de Juran (1992, p. 15).

A observação detalhada da Figura 1 permite depreender que a gestão técnica requer uma transição fluida entre o planejamento e o monitoramento. Tal paradigma filosófico atua como o alicerce que precede e sustenta as diretrizes do PMBOK (PMI, 2021), onde a qualidade é transmutada de uma verificação reativa para um domínio de desempenho proativo. No setor de saneamento pluvial, essa confluência teórica é vital, pois a prevenção de anomalias — pilar da pregação de Juran — torna-se viável através das ferramentas de planejamento estratégico aqui propostas.

Sob a perspectiva do PMBOK, a sistematização dos processos qualitativos espelha a doutrina de Juran ao exigir que cada entrega agregue valor real aos stakeholders. No setor de saneamento pluvial, essa confluência teórica é vital, pois a prevenção de anomalias — pilar da pregação de Juran — torna-se viável através das ferramentas de planejamento estratégico da organização. Portanto, a gestão da qualidade deixa de ser um encargo burocrático para consolidar-se como o nexos causal entre a integridade da engenharia e a perenidade funcional da infraestrutura urbana instalada

3.1 PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT (PBQP-H)

O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) constitui uma estratégia de adesão voluntária promovida pelo Governo Federal brasileiro. Sua finalidade primordial é assegurar a sustentabilidade, produtividade e qualidade das edificações. Ao ingressar nesse ecossistema, as corporações conseguem aperfeiçoar sistematicamente seus métodos e bens entregáveis. Esse progresso contínuo permite elevar os patamares normativos, garantindo maior rentabilidade financeira e prestígio institucional perante o mercado.

O programa alcança tais objetivos por meio de sistemas estruturantes, destacando-se o SiAC (Sistema de Avaliação da Conformidade de Serviços e Obras). Este sistema é especificamente voltado para



certificar a gestão de construtoras, funcionando como um requisito mandatório para a execução de projetos habitacionais financiados pela União. Elaborado sobre os pilares fundamentais da norma ISO 9001, o SiAC insere demandas particulares da construção civil, tais como a preservação ambiental nos canteiros de obras.

A implementação do SiAC gera uma metamorfose positiva na rotina operacional das empresas, permitindo-as atingir um elevado padrão de qualidade habitacional. Através das auditorias, são avaliados minuciosamente aspectos da gestão administrativa e da execução técnica das obras em campo. Como resultado direto, as organizações incrementam seu desempenho global e passam a oferecer unidades habitacionais dotadas de segurança à população. A obtenção deste selo governamental abre novas oportunidades de mercado, permitindo que a construtora atue em programas de financiamento habitacional

O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) estabelece uma escalada evolutiva para as corporações de engenharia, estruturada em quatro patamares distintos. O estágio inicial, denominado Nível D, fundamenta-se na declaração de adesão, onde a instituição assume total responsabilidade jurídica pela fidedignidade dos dados apresentados. Nesta fase preliminar, torna-se desnecessária a execução de auditorias externas presenciais para a concessão do certificado, sendo um passo inicial para que a construtora melhore sistematicamente seus processos e produtos internos.

A ascensão aos graus subsequentes impõe uma sofisticação nos requisitos de gestão, exigindo que a organização promova melhorias em seus processos globais. À medida que a empresa transita pelos níveis C e B, a complexidade administrativa e a fiscalização operacional tornam-se progressivamente mais rigorosas e exigentes para atingir elevado padrão. Este percurso visa elevar os patamares de excelência, garantindo que as unidades habitacionais entregues possuam maior segurança e qualidade à população brasileira atendida pelo sistema.

Finalmente, o Nível A representa o ápice da maturidade corporativa no SiAC, possuindo equivalência direta com os rigorosos processos de certificação da norma ISO 9001. Conforme as diretrizes do Ministério do Desenvolvimento Regional, instituições que atingem este patamar demonstram plena competência para executar obras habitacionais financiadas pelo Governo Federal brasileiro. Nestes casos, a obtenção da certificação completa faculta à empresa o reconhecimento automático da ISO, consolidando sua posição de liderança e vantagem competitiva no mercado nacional.

4 ESTUDO DE CASO

A análise minuciosa da planta do condomínio e das documentações correlatas revela que Souza (2015) não logrou identificar parâmetros e fundamentos cruciais da hidráulica de drenagem, explicitando que um planejamento pluvial predial, para ser efetivado, depende de variáveis pluviométricas locais, períodos de recorrência, intensidades máximas, zoneamento de bacias e o método de preparação do leito das valas, conforme preconiza a NBR 12266 (1992). Entretanto, tais elementos técnicos não foram



evidenciados durante a leitura do acervo documental do projeto, o que compromete a integridade do sistema. Em sua inspeção da representação gráfica, Souza (2015) detectou diversas inconsistências projetivas, a exemplo do incorreto dimensionamento das soleiras, visto que as referências de nível do projeto encontram-se submersas em relação à via pública. Para o pesquisador, a NBR 12266 (1992) orienta a elaboração de estudos topográficos rigorosos, contudo, as bacias contribuintes foram negligenciadas, pois embora existam duas vertentes que impactam a área, concluiu-se que apenas uma foi computada no cálculo hidráulico, influenciando diretamente no dimensionamento da malha de drenagem.

Segundo Souza (2015), este cenário demandava análise criteriosa, pois o logradouro possui rede instalada e a topografia configura um vale natural de escoamento, de modo que este fluxo superficial atingirá diretamente o Condomínio São Rafael, prejudicando seus componentes e a infraestrutura da municipalidade. Nos algoritmos de cálculo, a tubulação de deságue final apresenta diâmetro de apenas 0,40m, equiparando-se aos ramais secundários, ou seja, o sistema não suportará o somatório das vazões a montante, provocando refluxos que degradam a rede e geram transtornos aos condôminos. Com a estrutura física já finalizada, verificaram-se alagamentos internos e na estrada frontal, transtornos que poderiam ser evitados mediante um estudo eficaz. Durante a vistoria técnica, elaborou-se um registro fotográfico que comprova que os requisitos do SiAC (PBQP-H) e da NBR 12266 (1992) foram frontalmente desconsiderados, especialmente quanto ao uso de condutos de concreto que não pertencem à classe CA1, especificação normativa para vias urbanas dotada de armadura de aço para resistir ao tráfego.

Na imagem de não conformidade apresentada abaixo, verifica-se que o emprego de manilhas tipo CA, destituídas do reforço estrutural necessário, compromete a longevidade projetada do ativo. Além disso, Souza (2015) assevera que a carência de um berço em pó de pedra, ou preferencialmente concreto conforme a tipologia edáfica prevista na NBR 12266 (1992), inviabiliza o correto assentamento das tubulações. Tal procedimento jamais deve ocorrer sem o esgotamento prévio do lençol freático local, visando impedir o desalinhamento dos elementos durante a execução. Como demonstra o registro fotográfico, a ausência de controle rigoroso resultou em um sistema vulnerável a recalques e obstruções precoces, falhando em atingir o elevado padrão de qualidade exigido pelo SiAC.

Figura 2 - Execução da rede de Drenagem - Afogada



Durante a inspeção presencial efetuada, Souza (2015) requisitou a avaliação do gabarito e das demarcações geodésicas que fundamentariam as cotas de implantação da malha pluvial do empreendimento. Tal procedimento visa validar se a execução obedece às diretrizes da NBR 12266 (1992), contudo, os registros não foram exibidos para conferência técnica. Conforme assevera Souza (2015), a documentação fotográfica evidencia a carência de governança processual, apresentando fases indefinidas de abertura de valas, instalação de condutos e sub-base de apoio. A referida norma prescreve a sequência metodológica rigorosa e a gestão dos protocolos, fatores indispensáveis para atingir a excelência na construção civil e os benefícios para a sociedade.

A ausência de etapas claras denota uma falha no Sistema de Avaliação da Conformidade (SiAC), impossibilitando que a construtora experimente uma transformação positiva em sua rotina. De acordo com o PBQP-H, o gerenciamento eficaz deve permitir que as empresas melhorem sistematicamente seus métodos, conquistando padrões elevados de produtividade. Como demonstra a imagem de irregularidade abaixo, a negligência no passo a passo normativo impede a oferta de unidades habitacionais com segurança aos usuários. A falta de berço e de esgotamento prévio, somadas à inexistência de marcações topográficas, compromete a durabilidade do ativo habitacional e desrespeita as exigências específicas da rotina técnica da engenharia.

Souza (2015), ao realizar inspeção in loco, constatou que superior a cinquenta por cento do diâmetro da tubulação encontrava-se saturado e com acabamento precário. Conforme assevera o pesquisador, tal fenômeno impacta negativamente o desempenho do sistema, pois a declividade acentuada na lateral direita do conduto altera o fluxo hídrico, fazendo com que o escoamento atinja velocidades excessivas em pontos específicos da seção. Essa anomalia rompe o regime de uniformidade do fluido, exigindo, por conseguinte, maior esforço hidráulico para preencher a área útil da manilha instalada. Para Souza (2015), esta

irregularidade na execução modifica os parâmetros de projeto nesta seção específica, tornando complexa a previsão do comportamento no modelo matemático e degradando os índices de qualidade da rede.

Essa falha de execução técnica demonstra a fragilidade dos controles internos, ferindo os preceitos do SiAC (PBQP-H) no que tange à conformidade das etapas de assentamento. De acordo com a cartilha do programa, a falta de rigor nos processos de verificação impede que as construtoras alcancem a eficiência esperada nas habitações. A instabilidade do fluxo gerada por esse erro de nivelamento pode ocasionar erosões internas prematuras, reduzindo drasticamente a vida útil da infraestrutura e elevando os custos de manutenção do condomínio. Destarte, a ausência de monitoramento conforme a NBR 12266 (1992) inviabiliza a garantia do desempenho projetado originalmente. Como apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Diâmetro da manilha saturada e mal-acabada.



Esta não conformidade na execução técnica acarreta uma degradação da rede. A intrusão excessiva da tubulação no interior da caixa de drenagem favorece a retenção de sedimentos, ocasionando obstruções constantes, contrariando as prescrições da NBR 12266 (1992). Tal irregularidade impede o fluxo laminar e prejudica a manutenção preventiva do sistema pluvial instalado. De acordo com Souza (2015), a projeção indevida das manilhas cria obstáculos físicos que aprisionam detritos sólidos, reduzindo a seção útil de escoamento do dispositivo. Consequentemente, a ausência de acabamento nas interfaces entre tubo e alvenaria compromete a estanqueidade e a longevidade da infraestrutura urbana.

Como demonstrado na imagem abaixo, o descumprimento destes preceitos normativos resulta em um gargalo operacional que afeta diretamente o SiAC (PBQP-H). Segundo a cartilha ministerial, a falta de rigor técnico nas finalizações dos serviços impossibilita a entrega de ativos habitacionais que ofereçam pleno bem-estar e proteção aos usuários finais atendidos. A retificação desta patologia exige o corte preciso das extremidades e a moldagem de calhas de guia no fundo das caixas, garantindo a conformidade com os padrões de qualidade exigidos.



Para mitigar tais anomalias em empreendimentos futuros, torna-se imperativa a adoção da Matriz de Qualidade e Controle proposta nesta investigação. Esta ferramenta atua como o nexo causal entre as diretrizes de Juran e o rigor operacional do PMBOK 7, permitindo que cada etapa da obra seja validada por critérios de aceitação técnicos inegociáveis. Ao implementar protocolos de verificação sistemáticos, as construtoras conseguem transitar para os níveis superiores de certificação federal, garantindo que a engenharia de saneamento cumpra seu papel social e técnico. Assim, encerra-se este estudo de caso reiterando que a qualidade não é um atributo accidental, mas o resultado de um planejamento estratégico fundado na conformidade normativa e na excelência executiva.

5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A interpretação dos dados coligidos evidência que as patologias executivas identificadas derivam, primordialmente, da carência de mecanismos de verificação técnica rigorosa. Conforme observado no diagnóstico precedente, o descumprimento das diretrizes da NBR 12266 (1992) e das exigências do SiAC (PBQP-H) inviabilizou a conformidade dos ativos de engenharia executivos. Diante desse cenário de vulnerabilidade, torna-se imperativa a introdução da Matriz de Gerenciamento da Qualidade e Controle, instrumento este concebido para atuar como o filtro regulador entre o projeto teórico e a realidade operacional canteirista.

Esta ferramenta de planejamento estratégico ancora-se nos preceitos de Juran (1992), transpondo a trilogia da qualidade para o fluxo de trabalho das redes de drenagem urbana. A matriz não apenas cataloga os processos, mas prescreve métodos de inspeção que mitigam as falhas de gabarito e nivelamento detectadas anteriormente. Ao instituir critérios de aceitação inegociáveis, o modelo proposto alinha a execução física aos padrões de excelência do PMBOK 7, permitindo que a organização alcance os níveis superiores de certificação governamental. Assim, a discussão que segue detalha como cada coluna desta matriz resolve as não conformidades que degradam a infraestrutura habitacional.

A consolidação desta ferramenta de gestão permite mitigar as anomalias críticas identificadas. Esta matriz ampla atua como um roteiro de inspeção, garantindo que cada requisito da NBR 12266 (1992) seja verificado e documentado em campo. Conforme Souza (2015) relatou no estudo, a carência de registros técnicos compromete a durabilidade do sistema de drenagem. Assim, a tabela abaixo estabelece critérios de aceitação inegociáveis, essenciais para atingir o Nível A do SiAC (PBQP-H). A Matriz é apresentada na Tabela 1.



Tabela 1 – Matriz de Qualidade

Categori a	Atividade Crítica	Falha Diagnosticada no Estudo	Critério de Aceitação Técnico (Norma/Fonte)	Verificação Sugerida
Projeto	Estudo de Bacias	Omissão de uma das bacias contribuintes.	Inclusão de 100% da área de contribuição e tempo de recorrência (NBR 10844).	Memória de Cálculo
Projeto	Dimensionamen to	Tubulação de 0,40m (saturação > 50%).	Diâmetro calculado para vazão de pico com margem de segurança (PMBOK 7).	Análise Hidráulica
Execuçã o	Locação / Gabarito	Falta de marcações e níveis afogados.	Cotas de soleira \geq 15cm acima do logradouro público (NBR 12266).	Nivelamento Laser
Execuçã o	Preparo do Fundo	Ausência de berço de pó de pedra/concreto.	Camada de berço conforme solo, espessura mínima de 10cm (NBR 12266).	Inspeção Visual
Execuçã o	Materiais (Tubos)	Uso de manilha CA (sem reforço de aço).	Uso obrigatório de Classe CA1 (armada) para vias de tráfego (NBR 8890).	Selo de Qualidade
Execuçã o	Assentamento	Presença de água na vala e desalinhamento.	Valas esgotadas e tubos alinhados com juntas estanques (NBR 12266).	Teste de Fluxo
Execuçã o	Caixas de Ralo	Tubos projetados para dentro e detritos.	Tubulação faceada à parede e fundo com "meia canha" (NBR 12266).	Conferência Trena

A implementação desta matriz mais detalhada impede que erros de planejamento influenciem negativamente a fase operacional do condomínio. Ao monitorar o rigor no berço e na classe estrutural das manilhas, a organização elimina as não conformidades que geram alagamentos. Esta abordagem técnica eleva a credibilidade da construtora perante as auditorias do PBQP-H, permitindo que a empresa demonstre maturidade nos seus processos de engenharia. Assim, a qualidade deixa de ser subjetiva para tornar-se um registro documental tecnicamente inquestionável e totalmente rastreável no tempo.

A análise comparativa entre as patologias identificadas e a matriz proposta revela que a implementação sistêmica deste instrumento mitigaria os riscos de insucesso do Condomínio estudado. Conforme observado, as falhas de projeto, como o dimensionamento de bacias, seriam detectadas ainda na fase de planejamento, impedindo que diâmetros insuficientes de 0,40m fossem instalados. Segundo Souza (2015), a carência de monitoramento técnico gerou refluxos e alagamentos, situações estas que o rigor da

Caminhos da Pesquisa Multidisciplinar



matriz eliminaria mediante a conferência obrigatória das cotas topográficas e do gabarito de níveis antes da concretagem das estruturas.

Ademais, a negligência na fase executiva, especificamente quanto à classe estrutural das manilhas e ao berço de pó de pedra, configura uma violação direta ao SiAC. De acordo com a cartilha do PBQP-H, o controle rigoroso de insumos e processos é o que permite à empresa evoluir para o Nível A. A matriz aqui detalhada estabelece protocolos de inspeção que bloqueiam o prosseguimento da obra caso os requisitos da NBR 12266 (1992) não sejam plenamente satisfeitos. Destarte, a ferramenta converte-se no dispositivo essencial para transformar o registro passivo de falhas em um vetor ativo de qualidade assegurada.

Em última análise, o estudo demonstra que a qualidade na engenharia de drenagem não é opcional, mas um requisito de segurança. Ao adotar a metodologia fundamentada no PMBOK 7 e em Paliari (2020), a construtora garante a longevidade dos ativos e a satisfação plena dos usuários. Conclui-se, portanto, que a aplicação desta matriz ampla é o nexos causal que faltava para integrar a teoria normativa à prática de campo eficiente, consolidando a excelência operativa no setor de saneamento e habitação de interesse social no Brasil.

6 CONCLUSÃO

A presente investigação logrou êxito ao analisar as vulnerabilidades técnicas presentes na execução de sistemas pluviais. Os resultados obtidos no estudo de caso revelam que falhas de projeto, como o subdimensionamento de bacias, e erros executivos, como a ausência de berços de assentamento, são os principais catalisadores de insucesso em condomínios. Conclui-se que a conformidade normativa, regida pela NBR 12266 (1992), foi negligenciada, comprometendo a durabilidade do ativo e gerando transtornos sociais. A identificação dessas patologias permitiu validar a hipótese de que o controle rigoroso é o único vetor capaz de assegurar a excelência na engenharia.

A introdução da Matriz de Qualidade e Controle representa a solução pragmática para tais gargalos operacionais. Ao integrar os domínios de desempenho do PMBOK 7 com os requisitos do SiAC (PBQP-H), a ferramenta oferece um protocolo de verificação rastreável e tecnicamente inquestionável. Ficou demonstrado que se tais diretrizes fossem aplicadas, as não conformidades de gabarito e estruturais teriam sido mitigadas precocemente. Assim, a matriz proposta consolida-se como um dispositivo de governança que eleva a maturidade corporativa, permitindo à construtora atingir o Nível A de certificação federal.

Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação desta matriz em obras de maior porte, visando testar sua escalabilidade e adaptabilidade. É premente que as instituições de ensino e empresas do setor fortaleçam a cultura do "fazer certo na primeira vez", utilizando tecnologias de monitoramento em tempo real, como o BIM. Recomenda-se, por fim, que as auditorias do PBQP-H



incorporem checklists específicos para drenagem urbana, garantindo que o direito à infraestrutura de qualidade seja uma realidade perene para toda a sociedade brasileira.



REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. *Cartilha para Construtoras: PBQP-H – Uma oportunidade de evolução para a sua construtora*. Brasília: MDR, 2020

HELDMAN, K. Gerência de Projetos: Guia para o exame oficial PMP. 10. ed. Rio de Janeiro: Sybex/Alta Books, 2022.

JURAN, Joseph M. Juran na liderança pela qualidade: um guia para executivos. Tradução de Nivaldo Montingelli Jr. São Paulo: Pioneira, 1992.

KOSKELA, L.; HOWELL, G. The theory of project management: Obsolete or missing? Lean Construction Institute, 2021.

PALIARI, José Carlos. Gestão da qualidade na construção civil. São Paulo: PINI, 2020. (Autor fundamental para justificar o uso de Matrizes e Fichas de Verificação de Serviço - FVS).

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 7th ed. Pennsylvania: PMI, 2021.

SOTILLE, M. A. Gerenciamento de Projetos: Uma abordagem baseada no PMBOK 7. São Paulo: Brasport, 2021.

SOUZA. D.S.C.et tal. Análise da Concepção, Projeto e Execução de Drenagem nos Condomínios do Programa Minha Casa Minha Vida- RJ- Estudo de Caso Condomínio São Rafael-RJ. Rio de Janeiro. UERJ, 2015.

SOUZA. Roberto de. Metodologia para o Desenvolvimento e Implantação de Sistema de Qualidade em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Porte. São Paulo.Edusp,1997.

TCU. Sumário: Auditoria Operacional. Programa Minha Casa, Minha Vida. Determinação. Recomendações. Arquivamento. TC 033.568/2012-02012. São Paulo, 2012