UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

IGOR DE OLIVEIRA LIMA

PROPOSIÇÃO DE IMPLEMENTAÇÃO DO CICLO PDCA E FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO DE UMA EMPRESA DE SANEAMENTO BÁSICO

JUIZ DE FORA
2023

IGOR DE OLIVEIRA LIMA

PROPOSIÇÃO DE IMPLEMENTAÇÃO DO CICLO PDCA E FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO DE UMA EMPRESA DE SANEAMENTO BÁSICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: D.Sc. Clarice Breviglieri Porto

JUIZ DE FORA

2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Lima, Igor de Oliveira.
Proposição de implementação do ciclo PDCA e ferramentas da qualidade na gerência de manutenção de uma empresa de saneamento básico / Igor de Oliveira Lima. -- 2023.
71 f. : il.

Orientadora: Clarice Breviglieri Porto
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2023.

1. Ferramentas da Qualidade. 2. Ciclo PDCA. 3. Saneamento Básico. I. Porto, Clarice Breviglieri, orient. II. Título.

PROPOSIÇÃO DE IMPLEMENTAÇÃO DO CICLO PDCA E FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO DE UMA EMPRESA DE SANEAMENTO BÁSICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 12 de dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

D. Sc. Clarice Breviglieri Porto (Orientadora)

Universidade Federal de Juiz de Fora

D. Sc. Eduardo Breviglieri Pereira de Castro

Universidade Federal de Juiz de Fora

D. Sc. Marcos Vinícius Rodrigues

Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família pelo apoio e incentivo imprescindíveis na jornada percorrida durante minha graduação. Sem ela, nada disso seria possível. Também agradeço à minha orientadora pelo comprometimento e seus ensinamentos valiosos, que certamente foram indispensáveis para minha formação. Por fim, agradeço a todos os professores com os quais aprendi durante minha vida acadêmica, assim como meus queridos amigos, cuja presença me reconfortou nos momentos mais incertos.

RESUMO

A busca por processos cada vez mais confiáveis é de notável interesse em ambientes organizacionais como um todo, independentemente do tipo da empresa. Tratando-se do setor de saneamento básico, porém, a assertiva é especialmente válida, principalmente no que tange às atividades de manutenção. Dessarte, a Gestão da Qualidade oferece um conjunto de técnicas que se mostra útil no sentido de aprimorar e propor processos estáveis e confiáveis, sendo sua implementação recomendada nesse contexto. Este trabalho consiste na proposição, implementação e verificação de Ferramentas da Qualidade e Ciclo PDCA em uma empresa pública brasileira do setor de saneamento básico com o intuito de levantar as práticas de Gestão da Qualidade mais adequadas a essas circunstâncias. Sete planos de ação foram executados com variáveis níveis de sucesso, indicando tanto cursos de ação válidos quanto delineando práticas consideradas ineficientes.

Palavras-chave: Ferramentas da Qualidade, Ciclo PDCA, Saneamento Básico.

ABSTRACT

The search for increasingly reliable processes is of notable interest in organizational environments as a whole, independently of business type. In the context of basic sanitation, however, that affirmative is specially valid, particularly in regards to maintenance activities. Therefore, Quality Management offers a set of techniques that has proven itself as useful in improving and proposing stable and reliable processes, being its implementation recommended in this context. This work consists in the proposition, implementation and verification of Quality Tools and PDCA cycle in a public Brazilian basic sanitation company in order to identify the Quality Management practices best suited to these circumstances. Seven action plans were executed with variable success levels, indicating both valid courses of action and outlining practices considered inefficient.

Keywords: Quality Tools, PDCA Cycle, Basic Sanitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Elementos da Qualidade Total.....12
Figura 2: Indicador de proporção de defeituosos 16
Figura 3: Representação do Ciclo PDCA.....17
Figura 4: Detalhamento do PDCA de Melhorias.....19
Figura 5: Detalhamento do SDCA.....20
Figura 6: Exemplo de Procedimento Operacional Padrão.....22
Figura 7: Exemplo de Folha de Verificação.....25
Figura 8: Exemplo de Diagrama de Causa e Efeito.....26
Figura 9: Exemplo de Diagrama de Pareto.....27
Figura 10: Significado dos símbolos básicos de um fluxograma.....29
Figura 11: Exemplo de Fluxograma.....29
Figura 12: Divisão do Fluxograma geral em unidades organizacionais.....30
Figura 13: Modelo de 5W2H.....30
Figura 14: Fluxograma dos serviços de manutenção.....31
Figura 15: Teste *t* para duas amostras.....33
Figura 16: Fluxograma de monitoramento da Gerência de Manutenção.....37
Figura 17: Fluxograma do processo de programação da Construtora.....38
Figura 18: Gráfico de Ishikawa para serviços já concluídos.....41
Figura 19: Gráfico de Ishikawa para OS com ordem invertida.....42
Figura 20: Processo de controle de OSs de retrabalho.....45
Figura 21: Classificação de prioridade das recomposições.....46
Figura 22: Processo de registro de OSs de revestimento.....47
Figura 23: Modelo de Procedimento Operacional Padrão (POP).....48
Figura 24: Processo de conferência de sub-OS antecessora.....49
Figura 25: Tampão marcado para fácil localização.....51
Figura 26: Teste de Hipóteses para média de pendências acumuladas.....55
Figura 27: Teste de Hipóteses para média do tempo até finalização de pendência….56
Figura 28: Teste de Hipóteses para média do número de reclamações mensais...….57
Figura 29: Teste de Hipóteses para média da razão mensal de OSs retornadas.....58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico de Pareto para causas de retorno de OS.....40
Gráfico 2: Gráfico de OSs pendentes acumuladas.....43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Folha de verificação para OSs retornadas.....40
Tabela 2: Número de reclamações registradas entre 11/2022 e 04/2023.....43
Tabela 3: Planos de Ação propostos.....44
Tabela 4: Relação de Metas e Indicadores.....52
Tabela 5: Evolução dos indicadores.....54

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AESBE - Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento

ENEGEP — Encontro Nacional de Engenharia de Produção

IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OS — Ordem de Serviço

PDCA — *Plan*, *Do*, *Check* e *Act*

POP — Procedimento Operacional Padrão

PV — Poço de Visita

SDCA — *Standard*, *Do*, *Check* e *Act*

5W2H — 5 *whys* e 2 *hows*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....6

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....6

1.2 JUSTIFICATIVA.....7

1.3 ESCOPO DO TRABALHO.....8

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS.....9

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA.....9

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....10

2. MELHORIA DA QUALIDADE.....12

2.1 CONTROLE DA QUALIDADE.....12

2.1.1 Variabilidade do Processo.....13

2.1.2 Indicadores da Qualidade.....14

2.1.2.1 Indicadores de Satisfação do Cliente.....15

2.1.2.2 Indicadores de não Conformidades.....15

2.1.2.3 Indicadores de Desempenho de Fornecedores.....16

2.1.3 Definição geral do Ciclo PDCA.....16

2.1.4 Ciclo PDCA de Melhorias.....18

2.1.5 Ciclo PDCA para Manutenção da Qualidade (SDCA).....20

2.2 PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS.....21

2.2.1 Importância da Padronização.....21

2.2.2 Procedimento Operacional Padrão.....22

2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....23

2.3.1 Estratificação.....23

2.3.2 Folha de Verificação.....24

2.3.3 Diagrama de Causa e Efeito.....25

2.3.4 Diagrama de Pareto.....26

2.3.5 Brainstorming.....28

2.3.6 Fluxograma.....28

2.3.7 5W2H.....30
2.4 TESTE DE HIPÓTESES.....31
3. DESENVOLVIMENTO.....32
3.1 A EMPRESA.....33
3.1.1 Departamento de Programação e Controle de Serviços.....34
3.1.2 Regionais.....35
3.1.3 Gerência de Manutenção.....36
3.2 A CONSTRUTORA.....37
3.3 PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO (FASES P E D).....39
3.3.1 Análise do Fenômeno.....39
3.3.1.1 Análise do Retorno das Ordens de Serviço.....39
3.3.1.2 Análise das Ordens de Serviço atrasadas.....42
3.3.1.3 Análise das reclamações.....43
3.3.2 Planos de Ação.....44
3.3.2.1 Plano de Ação 1.....44
3.3.2.2 Plano de Ação 2.....45
3.3.2.3 Plano de Ação 3.....46
3.3.2.4 Plano de Ação 4.....47
3.3.2.5 Plano de Ação 5.....48
3.3.2.6 Plano de Ação 6.....49
3.3.2.7 Plano de Ação 7.....50
3.3.3 Definição de Metas e Indicadores.....51
4. RESULTADOS.....53
4.1 VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS – FASE C DO PDCA.....53
4.1.1 Verificação das Metas.....53
4.1.2 Testes de Hipóteses.....54
4.1.2.1 Testes de Hipóteses para Pendências Acumuladas.....55
4.1.2.2 Testes de Hipóteses para Reclamações Mensais.....56
4.1.2.3 Testes de Hipóteses para Razão Mensal de OSs retornadas.....57

4.2 AÇÃO CORRETIVA E PADRONIZAÇÃO – FASE A DO PDCA.....58
4.2.1 Ação Corretiva..... 58
4.2.2 Padronização..... 59
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 61
REFERÊNCIAS..... 62

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os benefícios da aplicação das Ferramentas da Qualidade foram amplamente comprovados, conforme Vieira (2012), atestando sua capacidade de solucionar problemas verificados mediante a análise de dados aplicada em processos de forma a auferir produtos ou serviços de qualidade superior e reduzir o retrabalho. Além disso, segundo Gerolamo *et al.* (2014), consistem em conceitos já consolidados, visto que a Qualidade iniciou seu desenvolvimento como área do conhecimento a partir do final do século XIX.

Destarte, as Ferramentas da Gestão da Qualidade se mostram como um vetor da aplicação dos preceitos da Qualidade de forma prática, de forma a concretizar os conceitos a ela relacionados e atingir bons resultados de forma consistente. Devido a sua simplicidade de uso, também possuem como característica a viabilidade de aplicação em diversos âmbitos diferentes (PALADINI, 2012).

Além disso, as Ferramentas da Qualidade continuam sendo extremamente relevantes às organizações atuais apesar de não se tratarem de desenvolvimentos recentes. Isso é atestado por Butzge *et al.* (2018), visto a proeminência de aplicações dessas ferramentas registradas em artigos publicados no Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) entre 2012 e 2017, destacando-se 5W2H, *brainstorming*, Diagrama de Pareto, Fluxograma, Controle Estatístico do Processo, Folha de Verificação e Ciclo PDCA.

Porém, Paladini (2019) aponta que o setor público representa um desafio aos esforços da Gestão da Qualidade, não havendo consenso sobre a efetividade dos métodos supracitados em tal ambiente, tão-pouco sobre as melhores práticas associadas à uma implementação bem-sucedida.

O presente trabalho focaliza o panorama do setor público brasileiro, especificamente do saneamento básico, no qual são observados altas taxas de perdas advindas de todas as atividades das empresas do setor, principalmente em relação à distribuição. Dessa forma, faz-se necessário a intensificação de esforços no sentido de promover a manutenção da rede de distribuição em si e os serviços associados (MORAIS; CAVALCANTE, ALMEIDA, 2009).

Isso é ilustrado através do índice de perdas por ligação (IN051), indicador intimamente relacionado com a eficiência operacional, refletindo de forma objetiva o volume

de água perdido. Tal indicador apresentou, em 2022, valores diários com mínimo de 250,6 L/lig. — região Centro-Oeste — e máximo de 601,8 L/lig. — região Norte (BRASIL, 2022).

O panorama brasileiro também é marcado pelo déficit crônico em investimentos, de sorte que 80% da população brasileira era atendida no que diz respeito à distribuição de água em 2020, e 47,4% quanto à coleta de esgoto, conforme indicado pela Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESBE) (AESBE, 2022). Devido à não disponibilidade de recursos fiscais suficientes para os investimentos requeridos, espera-se que as precárias redes de distribuição de água e coleta de esgoto necessitem das supracitadas atividades de manutenção de forma cada vez mais constante.

Portanto, as Ferramentas da Qualidade surgem como componentes de uma abordagem válida no sentido de assegurar a otimização dos processos de manutenção das empresas de saneamento básico, particularmente na eliminação de desperdícios, funcionalidade indicada por Paladini (2012). Isso se mostra pertinente devido à capacidade abaixo do desejado sob a qual tais organizações operam, visto o discorrido acima.

1.2 JUSTIFICATIVA

A empresa de saneamento básico do setor público em estudo se encontra no Estado de Minas Gerais (MG), atendendo uma das 10 cidades mais populosas do mesmo, segundo o Censo 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2023). Além disso, a empresa é responsável tanto pelo esgotamento sanitário quanto pela distribuição de água, sendo necessária manutenção constante para preservar uma ampla infraestrutura em condições de atender tal contingente populacional elevado.

O autor dessa pesquisa teve oportunidade, como estagiário na referida empresa, de identificar numerosos pontos de melhoria relacionados com o retorno de ordens de serviço (OSs) de recomposição de passeio, paredes e substituição/nivelamento de tampões de esgoto e água, serviços relacionados por uma construtora terceirizada, além do atraso relacionado às mesmas. A não possibilidade de realização desses serviços implica tempo desnecessário para a solicitação da próxima OS e, a depender da natureza da tarefa, riscos aos transeuntes.

Como os problemas verificados estão intimamente ligados à forma como os processos internos da organização e sua interface com aqueles da construtora terceirizada estão definidos, as melhorias auferidas potencialmente beneficiarão as atividades de manutenção da organização como um todo.

Destarte, foi proposta a implementação das Ferramentas da Qualidade, aliadas a um Ciclo PDCA, com vistas à redução do tempo de resposta da construtora terceirizada, do número de ordens de serviço cuja execução não foi possível e do número de reclamações de clientes associadas.

Observa-se que a aplicabilidade de tais métodos às organizações do setor público já foi atestada anteriormente, sendo viável supor que tal premissa é verdadeira no contexto do trabalho em cheque. Porém, ainda resta uma lacuna na literatura sobre a eficácia dos preceitos da Gestão da Qualidade e suas ferramentas neste ambiente (PALADINI, 2019).

O estudo acerca da aplicação dos métodos supracitados se mostra muito valiosa, uma vez que pretende informar futuros projetos similares sobre as melhores formas de implementá-lo e as principais dificuldades envolvidas nesse processo. Além disso, se mostra como uma contribuição à literatura ao testar preceitos já consagrados em um ambiente não usual e também relacionado a um sistema informatizado de distribuição de ordens de serviço.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O trabalho em questão consiste na proposição da implementação de Ferramentas da Qualidade em uma empresa de saneamento básico do setor público, com vistas a verificar sua efetividade em contextos desse tipo, principalmente no que diz respeito ao fluxo de ordens de serviço de manutenção.

As ordens de serviço (OS) são veiculadas através de um sistema informatizado que pode ser acessado inclusive em campo, da sorte que qualquer trabalho de manutenção é representado por uma OS. Dessa forma, os Departamentos, Regionais e Terceirizadas acessam a plataforma de forma integrada.

A cidade foi dividida pela organização em 3 regiões — Norte, Sul e Leste —, atendidas com serviços de manutenção de água e esgoto por Regionais de mesmo nome. As atividades de manutenção subsequentes foram terceirizadas para 3 Empreiteiras distintas, sendo relevante ao trabalho apenas a Construtora Terceirizada.

Apesar da miríade de processos envolvidos, o trabalho tem como enfoque principal as atividades realizadas ou que dizem respeito de forma indireta à Gerência de Manutenção, setor no qual o autor estagiou ao longo do desenvolvimento da pesquisa, além de sua interface com a construtora terceirizada.

Dessa forma, a aplicação dos planos de ação advindos da análise com auxílio das Ferramentas da Qualidade se inclui no escopo do trabalho, visto que é de interesse do mesmo verificar a efetividade das mesmas.

Todas as atividades de coleta de dados, aplicação das Ferramentas da Qualidade entrevistas, formulação de planos de ação, sua implementação e decorrente verificação ocorreram no período de novembro de 2022 a outubro de 2023.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O trabalho possui como objetivos principais desenvolver e descrever a implementação das Ferramentas da Qualidade em uma empresa pública de saneamento básico, verificando sua efetividade nesse contexto. Os objetivos foram mensurados como a redução do número de ordens de serviço com programação pendente há mais de 10 dias, no número de ordens de serviço retornadas (não conformes) e número de reclamações.

Para assegurar o atingimento dos objetivos supracitados, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- Levantamento das principais causas de OSs com execução impossibilitada;
- Padronização de processos mal definidos;
- Desenho de novos processos;
- Implementação de um ciclo PDCA para aplicação das melhorias;
- Implementação de um ciclo SDCA como proposição de um modelo de padronização;

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

O presente trabalho, que possui objetivos de natureza descritiva e exploratória, tem método que pode ser definido como Pesquisa-Ação, visto que foi desenvolvido de forma participativa e focada na resolução de um problema. Além disso, conta com a colaboração de terceiros associados ao contexto em estudo (THIOLLENT, 1986).

A pesquisa foi estruturada de acordo com o ciclo PDCA, tendo suas fases divididas conforme as etapas da metodologia. No Planejamento (P), foram levantadas as possíveis causas do retorno das OSs por intermédio de uma Folha de Verificação. As causas foram relacionadas aos efeitos através do diagrama de Ishikawa e as principais foram priorizadas com o auxílio de um Diagrama de Pareto.

Além disso, foram realizadas entrevistas com o proprietário da Construtora Terceirizada, Líder de Equipe, Chefe do Departamento de Programação e Controle de Serviços e Controladores com o intuito de validar as informações levantadas e convergir em Planos de Ação — utilizou-se a metodologia 5W2H — realizáveis.

A metodologia de entrevista empregada em todos os casos supracitados consiste naquela da entrevista por pautas, na qual foram abordados tópicos elaborados pelo pesquisador de forma sequencial, registrados em roteiros de entrevista — As conversas possuem roteiro único e condizente com as informações a serem levantadas junto a cada um dos indivíduos (GIL, 2008).

Quanto ao método da pesquisa, pode ser descrita como quali-quantitativa, ao passo de que combina aspectos da pesquisa qualitativa — estudo de objetos que não podem ser expressos como variáveis objetivas, procurando descrever a interface entre os mesmos e apresentando uma explicação para sua interação — e quantitativa — recorre à quantificação dos objetos estudados sob a forma de dados brutos, sendo então empregado métodos matemáticos para extrair conclusões. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Na Execução (D), os Planos de Ação foram implementados e seus efeitos foram acompanhados através do mesmo modelo de Folha de Verificação da etapa P e do indicador do número de reclamações do sistema. A Verificação (C) consistiu na comparação dos resultados com os dados históricos para validação da hipótese de haver diminuição dos mesmos, o que denotaria a efetividade dos métodos aplicados.

A etapa final, Ação (A), possui o objetivo de iniciar um novo giro do Ciclo PDCA, caso os efeitos desejados não sejam observados na etapa C. Caso contrário, a fase A consiste em realizar a mudança do tipo de gerenciamento, apontando para o início do giro de um ciclo SDCA.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo do trabalho consiste em uma introdução contendo sua proposta e delineamento do contexto. No mesmo capítulo, seguem-se a justificativa — apresentação da relevância social e científica do estudo — escopo — delimitação dos limites do trabalho —, elaboração dos objetivos, sendo eles gerais e específicos, e definição da metodologia.

O segundo capítulo consiste em uma revisão da literatura pertinente ao tema do trabalho e aos conceitos empregados pelo autor, no qual são abordadas as Ferramentas da

Qualidade, métodos de Gerenciamento de Processos, o método de entrevista por pautas e métodos estatísticos para Teste de Hipóteses.

O terceiro capítulo objetiva descrever de forma aprofundada a metodologia empregada no trabalho, assim como a sequência de utilização de tais métodos. No quarto capítulo constam os resultados da pesquisa, os quais incluem uma descrição dos processos pertinentes ao estudo, apresentação das informações obtidas em entrevistas, resultados da aplicação das Ferramentas da Qualidade e resultados obtidos para os indicadores definidos no item 1.4. Segue-se no mesmo capítulo (item 4.2) a análise da efetividade da abordagem, verificando a aderência dos métodos ao contexto da pesquisa.

O quinto capítulo conclui o trabalho, sintetizando a análise aferida no item 4.2 e indicando as repercussões dos resultados à luz das potenciais pesquisas futuras e limitações inerentes a essa.

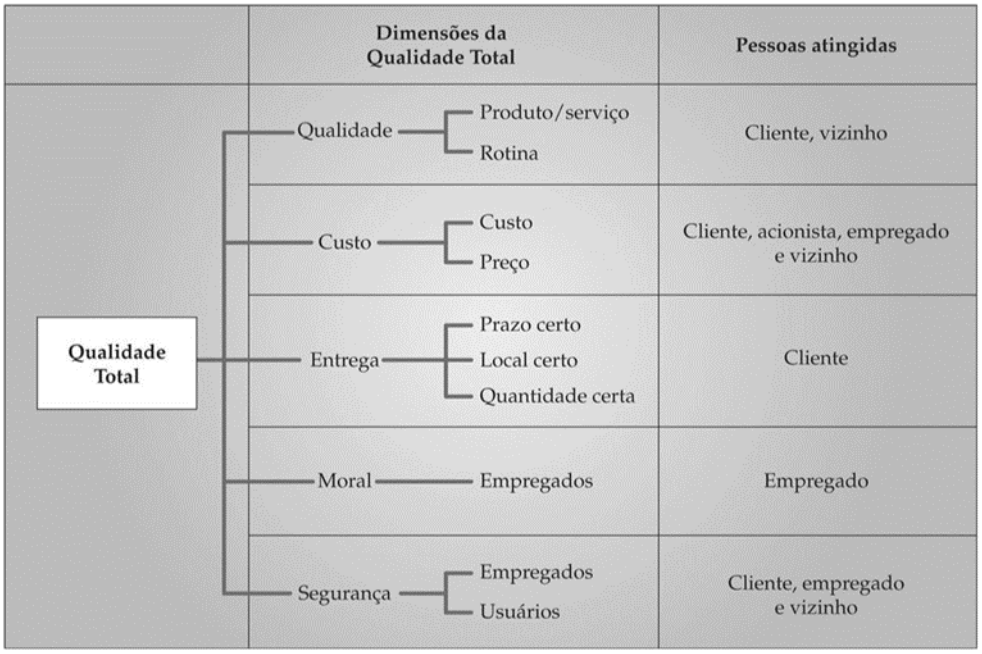
2. MELHORIA DA QUALIDADE

O capítulo em questão consiste em um referencial teórico elaborado a partir da literatura pré-existente acerca das ferramentas e conceitos que foram aplicados no presente trabalho. Os temas abordados são as Ferramentas da Qualidade, métodos de padronização, métodos de gerenciamento de processos e Inferência Estatística.

2.1 CONTROLE DA QUALIDADE

Todo sistema é desenvolvido com vistas ao atingimento de um propósito, o qual pode ser atingido de forma mais ou menos constante a depender do caso analisado. Tomando como caso particular o objetivo de sistemas organizacionais, tem-se que estão relacionados com os produtos e/ou serviços decorrentes, sendo necessário para o sucesso desses assegurar sua qualidade total, esquematizada na Figura 1 — essa definição abarca os aspectos da qualidade intrínseca, custo, atendimento, moral e segurança (FALCONI, 2014).

Figura 1 - Elementos da Qualidade Total



Fonte: Werkema (2016)

Werkema (2016) define a qualidade intrínseca como a capacidade dos produtos e serviços de atenderem aos padrões dos clientes, aqui entendidos tanto como o consumidor final — indivíduo que adquire os bens/serviços no mercado — quanto o interno —

funcionários envolvidos nos processos de fabricação, por exemplo. O custo diz respeito a todos os dispêndios relacionados à concepção, fabricação e, caso exista, transporte do produto.

Por sua vez, a componente atendimento, ou entrega, está diretamente ligada à capacidade do sistema em fornecer as saídas dos processos no prazo, local e momento estipulados. Moral e segurança dizem respeito, respectivamente, a satisfação dos funcionários da organização e a segurança dos mesmos e dos consumidores finais quando interagem com o produto, seja na fabricação ou uso (WERKEMA, 2016).

Os sistemas, porém, são formados através da maneira pela qual os processos — elementos responsáveis pela transformação de insumos (entradas) em produtos (saídas) — se relacionam para viabilizar o alcance do objetivo final, uma vez que ocorrem em uma sequência pré-estabelecida (OLIVEIRA, 2019).

Portanto, assegurar a qualidade total ao sistema passa pela garantia da qualidade nos processos em si, uma vez que estes dependem das entradas provenientes daqueles que o precedem para que seus próprios resultados atendam aos padrões (FALCONI, 2014).

Para atingir esse fim, Paladini (2019) elenca a Gestão da Qualidade no Processo como elemento indispensável à Gestão da Qualidade em si, uma vez que uma rotina pode sempre ser melhorada e, com isso, a qualidade do produto resultante. Dessarte, Aguiar (2002) indica que à melhoria do processo precede o controle do mesmo, apresentando como método para tal o Ciclo PDCA.

2.1.1 Variabilidade do Processo

Qualquer processo, por mais confiável que seja, não possui em si a garantia de que todas as suas saídas serão perfeitamente iguais: uma linha de produção de tampas de plástico, por exemplo, pode produzir itens que se afastem em maior ou menor grau do diâmetro especificado — disse-se que a variabilidade dos processos aumenta conforme tal diferença é verificada (COSTA, 2018).

Para compreender quais são as fontes dessa variabilidade. Toledo *et al*. (2017) definem as causas em duas categorias diferentes:

- causas crônicas: não podem ser eliminadas pelo aprimoramento do processo, pois estão relacionadas com fatores incontroláveis;
- causas especiais: provenientes de operação anômala do processo, podendo ser corrigidas através de intervenção no mesmo.

Faz-se necessária uma ferramenta para mensurar a variabilidade dos processos, visto que a quantificação da mesma torna possível identificar as causas e trabalhar na sua resolução, caso sejam causas especiais. O método indicado para tal tarefa são os gráficos de controle (COSTA, 2018).

A discussão sobre variabilidade do processo é muito pertinente no contexto da qualidade, uma vez que a variação nas características críticas de um produto ou serviço podem afetar a própria utilidade do mesmo. Nesse panorama, fica claro que qualidade e variabilidade do processo são fatores que caminham em direções opostas (MONTGOMERY, 2017).

2.1.2 Indicadores da Qualidade

É imperativo que sejam empregados indicadores para mensurar o desempenho da qualidade, pois são instrumentais na busca por melhores resultados e na verificação das ações de melhoria dos processos. No âmbito da qualidade em serviços, também é imprescindível o estabelecimento de metas focadas nas necessidades dos clientes e aceitas pela equipe responsável (ZEITHAML; PARASURAMAN; BERRY, 2014).

Os indicadores devem possuir elementos básicos bem definidos, conforme Juran (2015), para assegurar sua real usabilidade dentro das organizações:

- Meio de mensuração;
- Unidade de medida;
- Frequência da mensuração;
- Precisão da ferramenta de medida;
- Forma de armazenamento dos dados;
- Formato de apresentação dos dados;
- Método de conversão dos dados em informações;
- Responsável pela mensuração.

Dessarte, os indicadores de desempenho em qualidade podem ser divididos nas seguintes categorias: indicadores de satisfação de clientes, indicadores de não conformidades, indicadores de custos da qualidade, indicadores de desempenho de auditorias da qualidade, indicadores de desempenho de fornecedores, indicadores de deméritos e indicadores para o processo de desenvolvimento de produtos (TOLEDO *et al*., 2017).

Devido a sua utilização no estudo em questão, serão destrinchadas as categorias de indicadores de satisfação de clientes, indicadores de não conformidades e indicadores de desempenho de fornecedores.

2.1.2.1 Indicadores de Satisfação do Cliente

A presente categoria pode ainda ser dividida em quatro subdivisões distintas de indicadores, conforme Zeithaml, Parasuraman e Berry (2014) sendo eles agrupados conforme as dimensões Conquista de clientes, Retenção de clientes, Valoração de clientes e Insatisfação. A última dessas, escolhida devido sua pertinência na presente pesquisa, implica as seguintes possíveis reações por parte dos clientes, a partir das quais os autores supracitados afirmam ser possível desenvolver indicadores de desempenho em qualidade:

- Comutação: rompimento de relação com o fornecedor de serviços;
- Reclamação: comunicação explícita da insatisfação por parte do cliente;
- Inércia: clientes não comunicam sua insatisfação;
- Comunicação em massa: cliente informa rede de conexões sobre descontentamento.

É necessário desmistificar a oposição aparente entre a satisfação — estado no qual as expectativas do indivíduo foram supridas pelo produto ou serviço — e insatisfação dos clientes — fomentada pelos aspectos do produto/serviço aquém do esperado —, visto que são dimensões que podem coexistir (TOLEDO *et al.*, 2017).

2.1.2.2 Indicadores de não Conformidades

A não conformidade consiste na falha em atender um requisito pré-estabelecido, para a qual são propostas as opções de indicadores como: (TOLEDO *et al.*, 2017):

- Proporção de defeituosos;
- Rendimento final;
- *First Throughput Yield* (rendimento pontual do processo);
- *Rolled Throughput Yield* (rendimento final do processo).

Em específico, o indicador Proporção de defeituosos é definido conforme a Figura 2, na qual "D" representa o número de defeituosos e "n", o universo de produtos/serviços analisados (TOLEDO *et al*., 2017).

Figura 2 - Indicador de proporção de defeituosos

$$p = \frac{D}{n}$$

Fonte: Toledo *et al.* (2017)

2.1.2.3 Indicadores de Desempenho de Fornecedores

Medir a *performance* dos fornecedores é uma atividade valiosa, uma vez que a atuação dos mesmos na cadeia impacta diretamente o resultado final dos processos, e isso não é diferente sob a ótica da qualidade. Consequentemente, são propostas sete categorias de indicadores de desempenho de fornecedores (TOLEDO *et al*., 2017):

- Confiabilidade;
- Capacidade de resposta;
- Flexibilidade;
- Custos e finanças;
- Ativos e infraestrutura;
- Segurança;
- Meio ambiente.

Os indicadores dessa categoria podem assumir caráter mais ou menos qualitativo, sendo necessário procurar um equilíbrio entre essas abordagens. Dessa forma, é possível mensurar não só a empresa em si, mas toda sua cadeia de suprimentos de forma integrada (TOLEDO *et al.*, 2017).

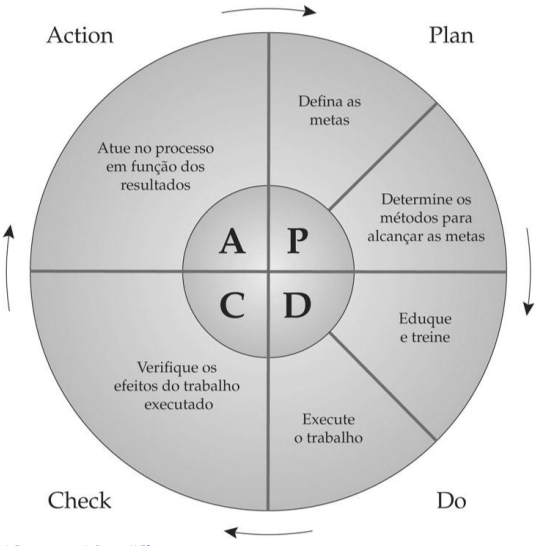
2.1.3 Definição geral do Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA é empregado quando há necessidade de se atingir resultados considerados significativos para o sucesso da organização. O Ciclo PDCA pode ser definido

conforme suas 4 etapas principais, conforme Figura 3: *Plan* (Planejamento), *Do* (Execução), *Check* (Verificação) e *Action* (Ação), implementadas em sequência (WERKEMA, 2016).

A etapa inicial (Planejamento) consiste em levantar o problema ou ponto de melhoria a ser focalizado através da análise do contexto inicial da organização, assim como definir os meios para que os objetivos do ciclo sejam concretizados. Na Execução, os planos de ação obtidos na fase anterior são implementados e os dados decorrentes são coletados de forma sistematizada. As etapas de Verificação e Ação consistem, respectivamente, na análise dos dados obtidos à luz das metas estabelecidas na primeira etapa e na determinação da ação a ser tomada conforme a mesma (AGUIAR, 2002).

Figura 3 - Representação do Ciclo PDCA



Fonte: Falconi (2014)

Paladini (2019) aponta que o Ciclo PDCA possui grande importância em ambientes organizacionais com ausência de padronização, sendo a mesma atingida de forma incremental ao longo das iterações do método. O autor adverte, porém, que os padrões obtidos são passíveis de revisão conforme os problemas são resolvidos pelos “giros” do ciclo — o método deve ser operado constantemente, não se tratando de uma ferramenta de aplicação pontual.

Segundo Aguiar (2002), porém, o tipo de gerenciamento a ser realizado pela iteração seguinte do ciclo PDCA é atrelado à última etapa do anterior (Ação), visto que existem variações da ferramenta: Ciclo PDCA de Melhorias, Ciclo PDCA para Manutenção da Qualidade, ou SDCA, e Ciclo PDCA de Inovação.

A opção pelo tipo de ciclo PDCA adotado é intimamente relacionada com as metas em questão, as quais Falconi (2013) abarca sob 2 categorias distintas: Metas para melhorar, relacionadas com o ciclo PDCA de Melhorias ou Inovação, e Metas para manter, também conhecidas sob a denominação de metas padrão, que suscitam a aplicação do ciclo SDCA.

As Metas para melhorar prescrevem a alteração de processos ou o desenho de novos, visto que decorrem da falta ou da necessidade de se elevar a padronização a outros níveis de desempenho. Portanto, implementá-las passa pela modificação da forma como o trabalho vem sendo desenvolvido (FALCONI, 2013).

Por sua vez, as Metas para manter são relevantes em um contexto no qual já foi atingido um nível satisfatório de desempenho e os processos gozam de padronização. O interesse nesse estágio é voltado para a verificação da execução do trabalho e a presença de anomalias na mesma, possibilitando a execução de ações corretivas (FALCONI, 2013).

Serão esclarecidos os preceitos definidores dos dois primeiros tipos elencados, dado sua extensa utilização no presente trabalho.

2.1.4 Ciclo PDCA de Melhorias

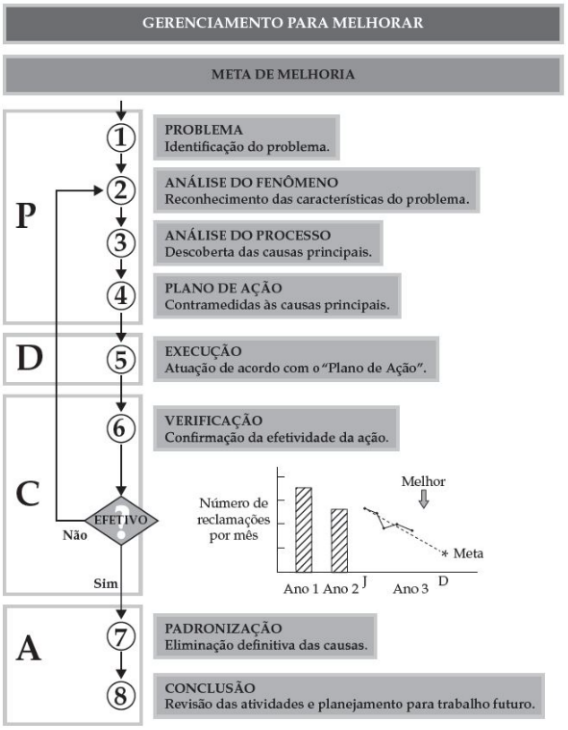
Conforme a definição geral do método PDCA apresentada anteriormente, o Ciclo PDCA de Melhorias possui as mesmas etapas, se adequando à estrutura expressa na Figura 4. Existe um enfoque especial acerca da fase de Planejamento, que é destrinchada em 4 momentos distintos: Problema, Análise do Fenômeno, Análise do Processo e Plano de Ação (WERKEMA, 2016).

Na etapa Problema, o mesmo deve ser claramente definido, sendo avaliada sua real relevância e inter-relação com a meta proposta. A fase de Análise do Fenômeno consiste em averiguar a divisibilidade do problema em instâncias reduzidas e de maior viabilidade de resolução — aos problemas cujas possibilidades de decomposição foram exauridas, atribui-se a denominação de problema focado — e priorizar o tratamento dos mesmos através de ferramentas de estratificação (AGUIAR, 2002).

Compreendido na etapa de Análise, encontra-se o relacionamento entre os problemas elencados como prioridade e suas potenciais causas, levantadas através da avaliação quantitativa dos processos estudados e posteriormente priorizadas também por intermédio de estratificação. Por fim, planos de ação são propostos com vistas a solucionar as causas selecionadas na etapa anterior (AGUIAR, 2002).

Werkema (2016) identifica que a etapa de Planejamento do PDCA de Melhorias é a mais desafiadora, sendo crucial que a coleta de informação seja feita de forma condizente: relações complexas requerem aplicações mais sofisticadas e maior volume de dados à disposição, mas o cumprimento desses preceitos tende a facilitar a resolução dos problemas de forma geral.

Figura 4 - Detalhamento do PDCA de Melhorias



Fonte: Werkema (2016)

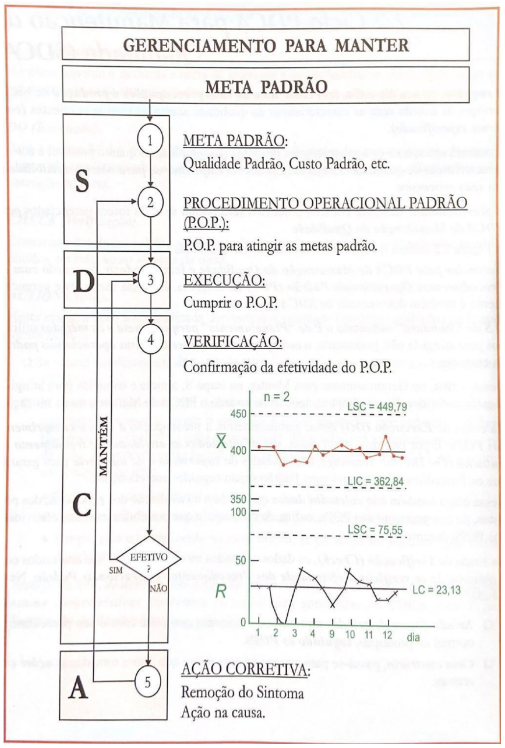
A outra característica que diferencia o Ciclo PDCA de Melhorias perante as demais variações é a última etapa, conforme apontado por Aguiar (2002). Segundo o mesmo, a fase de Ação deve ser implementada de maneira distinta a depender do contexto, pois a verificação de que as metas estipuladas não foram atendidas suscita um novo giro do PDCA de Melhorias, este tendo como substrato as lições aprendidas no primeiro.

Ambos Aguiar (2002) e Werkema (2016) convergem na indicação de que a padronização das medidas implementadas deve ser providenciada caso sejam auferidos benefícios no tocante ao alcance das metas de melhoria. Trata-se da transição para um novo tipo de gerenciamento, operacionalizado através do giro do SDCA.

2.1.5 Ciclo PDCA para Manutenção da Qualidade (SDCA)

Ao ciclo SDCA compete manter a organização operando conforme os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs). Dessa forma, pode-se dizer que o SDCA é um instrumento de cumprimento e conferência da padronização estabelecida, e o mesmo opera sob uma lógica, registrada na Figura 5, similar às demais variações do ciclo PDCA, mas com uma alteração central: a etapa P — Planejamento — foi substituída pela S — *Standard* ou Padrão (AGUIAR, 2002).

Figura 5 - Detalhamento do SDCA



Fonte: Aguiar (2002)

Dessarte, como provavelmente a padronização referente à primeira etapa foi estabelecida ao final do giro anterior do PDCA, a fase de Execução (*Do*) do SDCA se preocupa com mensuração de dados/indicadores para determinação de conformidade do processo, assim como potenciais treinamentos para assegurar que os POPs sejam cumpridos. Na fase de Verificação (*Check*), verifica-se o levantamento realizado previamente e, caso a presença de anomalias seja confirmada, segue-se para etapa final, Ação Corretiva, retornando ao PDCA (AGUIAR, 2002).

É fundamental elucidar o conceito do funcionamento conjugado entre PDCA de Melhorias e SDCA, apontado por Werkema (2016), pois viabiliza a constante atualização deste através da execução daquele, entregando padrões cada vez mais apurados e processos consistentemente mais adequados à manutenção dos mesmos — tem-se a expressão da melhoria contínua.

2.2 PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS

A padronização pode ser definida como a uniformização de um processo, consistindo em um método específico de execução. Falconi (2014) corrobora com essa definição e argumenta que é a ferramenta fundamental no âmbito da gestão de empresas, uma vez que todas dela se utilizam como alicerce.

Juran (2015) destaca que a padronização não é necessariamente difundida pelas organizações, visto que deve ser um esforço constante e ininterrupto: a gestão por processos está sob o inerente risco da não padronização. Portanto, é necessário compreender quais são as vantagens da padronização de processos e como ela se relaciona com os resultados auferidos pela organização.

2.2.1 Importância da Padronização

Conforme apresentado por Falconi (2014), a padronização apresenta um objetivo claro: preservar os métodos consagrados de execução das tarefas para que não se percam, tornando-se passíveis de replicação. O autor afirma que a grande força deste preceito se encontra justamente na imperfeição dos padrões, que podem ser melhorados constantemente.

A bem-sucedida padronização de uma organização é capaz de reduzir a níveis praticamente nulos os problemas decorrentes do trabalho diário. Trata-se de uma funcionalidade muito poderosa, uma vez que grande parte dos fatores relacionados com a não qualidade crônica das empresas advém de suas atividades cotidianas (TOLEDO *et al.*, 2017).

Dessa forma, a padronização não só toca no próprio conceito de Gestão da Qualidade, mas é essencial a ele. Isso se dá ao fato de ser um fator chave no controle, sendo esse desempenhado pelo gerenciamento por sistemas operado pelo ciclo PDCA. Essa relação esclarece a real natureza da padronização: não se trata apenas de estabelecer os padrões, mas incuti-los ao cotidiano operacional da organização, fazendo-o que sejam cumpridos (WERKEMA, 2016).

Apesar disso, os padrões estabelecidos devem ser registrados de forma sucinta, o que é concretizado através de documentos. Os mesmos podem conter informações quanto aos responsáveis sobre uma atividade, sua sequência, estado necessário, desempenho esperado, entre outros (FALCONI, 2014).

Para que sejam difundidos na empresa de forma efetiva, Falconi (2014) observa alguns requisitos específicos em sua redação: devem ser o mais simplificados o possível, com poucos erros, e de fácil revisão, atualização e cópia. Existe uma miríade de padrões existentes, mas o mais relevante para o contexto do presente trabalho é o Procedimento Operacional Padrão (POP).

2.2.2 Procedimento Operacional Padrão

O Procedimento Operacional Padrão (POP) consiste em um manual de execução de determinada tarefa conforme a padronização estabelecida. Seu formato não é necessariamente importante, podendo ser apresentado como um documento, vídeo instrutivo, entre outros. Um exemplo de POP em formato de documento pode ser encontrado na Figura 6.

Figura 6 - Exemplo de Procedimento Operacional Padrão

RESTAURANTE PADRÃO LTDA.	Procedimento operacional	Pradrão nº: RP-C-03 Estabelecido em: 18.12.1989 Revisado em: 06.05.1990 Número da revisão: terceira
Nome da tarefa: preparo de café Responsável: ajudante de cozinha		

Material necessário

Chaleira	1	Porta-filtro	1
Café em pó	-	Conector	1
Colher de sobremesa	1	Xicara padrão	1
Garrafa térmica	1	Luva térmica	1
Filtro de papel	-		

Atividades críticas

01) Verificar quantas pessoas tomarão café.
02) Colocar água para ferver na chaleira (1 xicara padrão por pessoa).
03) Colocar pó de café no filtro (1 colher de sobremesa por pessoa).
04) Lavar a garrafa térmica.
05) Assentar o filtro sobre a garrafa por meio do conector.
06) Quando a água começar a ferver, colocar um pouco desta sobre o pó de tal maneira a molhar todo o pó.
07) Após trinta segundos colocar o resto da água no filtro.
08) Assim que todo o café estiver coado, retirar o filtro e fechar a garrafa térmica.

Manuseio do material

01) Após cada coação lavar todo o material, secar e guardar.
02) O pó de café deve ser mantido sempre na lata fechada.

Resultados esperados

01) Café sempre novo (no máximo até 1 hora após coado).
02) Café na medida (nem tão fraco nem tão forte).

Ações corretivas

Caso haja reclamações de que o café está fraco ou forte, verificar se foi utilizada a quantidade certa de água, a quantidade certa de pó ou se houve mudança na qualidade do pó.
Em dúvida consulte a chefia.

Aprovação:

Executor | Executor | Executor | Executor | Chefia

Fonte: Falconi (2014)

Apesar de não haver uma metodologia única para criação do POP, Falconi (2014) elenca alguns elementos indispensáveis em sua concepção:

- Itens necessários para a tarefa;
- Padrão de qualidade para a tarefa;
- Descrição de todos os procedimentos da tarefa;
- Métodos de controle dos resultados;
- Potenciais anomalias de execução.

Cabe ressaltar que os POPs devem ser passíveis de utilização pelos indivíduos diretamente envolvidos na tarefa em questão, devendo conter uma linguagem objetiva, simples e clara, de forma que se elimine o risco de interpretações múltiplas do documento (FALCONI, 2014).

2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As Ferramentas da Qualidade são um conjunto de práticas variadas que proporcionam uma compreensão clara sobre os problemas em questão, além de balizar soluções para melhoria dos processos (LUCINDA, 2010).

De tais métodos pode ser destacado o grupo das Sete Ferramentas Básicas da Qualidade — Estratificação, Folha de verificação, Histograma, Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito (CARPINETTI, 2016). Além dessas, também são amplamente utilizadas o 5W2H e *brainstorming*, conforme apresentado por Toledo *et al*. (2017), e fluxogramas (OLIVEIRA, 2019).

Dessa forma, estão descritas nos itens subsequentes as ferramentas empregadas de forma prática no presente trabalho.

2.3.1 Estratificação

A estratificação consiste na categorização de dados em grupos que atendem aos objetivos de análise da situação em questão, conforme apontado por Toledo *et al*. (2017), sendo então utilizados como insumo para aplicação de ferramentas subsequentes, dentre elas o Diagrama de Pareto.

Carpinetti (2016) aponta como intuito da estratificação o estudo da relação entre os fatores — enquadram-se tipicamente entre aqueles relacionados à condição climática, turno,

local, matéria-prima utilizada e operador responsável pelo procedimento — que influem no processo e seus resultados, sendo um recurso comumente empregado durante a coleta e análise de dados.

Cabe ressaltar, também conforme Carpinetti (2016), que a origem dos dados, seja na dimensão temporal ou física, deve ser registrada de maneira sistematizada e durante um lapso de tempo adequadamente longo.

2.3.2 Folha de Verificação

A folha de verificação possui um papel especial no sentido de assegurar a objetividade da análise e tomada de decisão quanto à situação em cheque — é instrumental na coleta de dados. Dessa forma, é necessário que seja bem elaborada para que as informações coletadas sejam dispostas de forma clara e, acima de tudo, organizadas para evitar retrabalho posterior (WERKEMA, 2016).

Werkema (2016) classifica as folhas de verificação sob 4 tipos distintos, a serem selecionadas conforme objetivo da coleta de dados: Folha de verificação para a distribuição de um item de controle de um processo produtivo, folha de verificação para classificação, folha de verificação para localização de defeitos e folha de verificação para identificação de causas de defeitos.

A classificação apresentada por Toledo *et al.* (2017) se difere da anterior por delimitar apenas um par de categorias distintas: Verificação para a distribuição de um item de controle de processo e verificação para classificação de defeitos.

Adequando-se à pesquisa, serão destrinchadas apenas as características referentes à folha de verificação para classificação, conforme definida por Werkema (2016) — possibilita a divisão de uma variável de interesse (tipos de defeitos, modos de falhas de máquinas, temas de reclamações de clientes, causas de paradas de produção, entre outros) em suas diversas subcategorias e a contabilização do número total de ocorrências —, que coincide com o indicado por Toledo *et al.* (2017) — exemplo apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Exemplo de folha de verificação

Tipo	Rejeitados	Subtotal
Marcas	~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ //	32
Trincas	~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ///	23
Incompleto	~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ //	48
Distorção	////	4
Outros	~~////~~ //	8
	Total Geral	115
Total rejeitados	~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ ~~////~~ /	86

Fonte: Toledo *et al.* (2017)

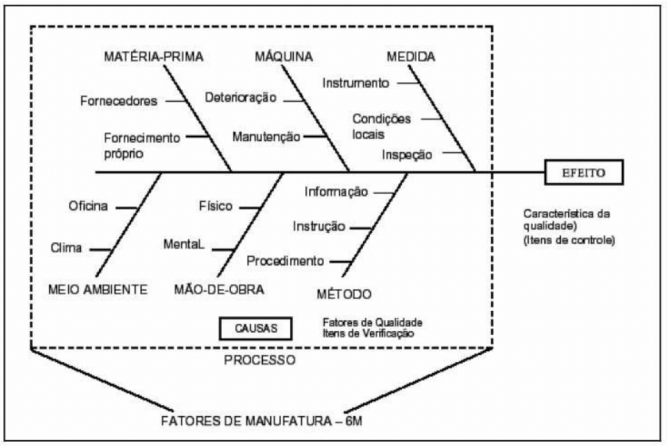
2.3.3 Diagrama de Causa e Efeito

Também conhecido como Diagrama de Ishikawa, homenagem ao seu propositor Kaoru Ishikawa, o Diagrama de Causa e Efeito visa explicitar as relações existentes entre um efeito indesejável e suas respectivas causas. (CARPINETTI, 2016).

Devido à necessidade de conhecimento sobre os processos em estudo, Carpinetti (2016) observa a importância da participação de indivíduos envolvidos no cotidiano de sua execução na construção do diagrama. Dessa forma, evita-se que causas com elevada influência no efeito sejam desconsideradas ou que sejam priorizados efeitos de baixa pertinência relativa.

Toledo *et al.* (2017) organizam os passos para criação da seguinte forma: definir o problema, desenhar uma seta que aponta para o problema da esquerda para a direita, definir as causas principais do problema, conectar as causas principais à seta do segundo passo através de uma linha ou “galho”, definir as causas secundárias (relacionadas às causas principais) e conectar as causas secundárias aos “galhos” das causas principais. O autor ainda indica que, validado o diagrama criado com as partes envolvidas com o processo descrito, tem-se a confecção de planos de ação como potencial etapa subsequente. O resultado final desses procedimentos deve ser similar àquele da Figura 8.

Figura 8 - Exemplo de Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Falconi (1999)

É pertinente definir que existem categorias de causas que apresentam notável recorrência entre os diversos casos possíveis, apesar de existir variação nessa dinâmica. Isso é expresso através dos 6 Ms, sendo cada um deles representativo de uma categoria: Medição, Materiais, Mão de Obra, Máquinas, Métodos e Meio Ambiente (MELLO, 2011).

A grande vantagem desse método, conforme apontado por Mello (2011), é a possibilidade de desdobrar as causas até chegar à causa efetiva dos efeitos indesejáveis, evitando que esforços sejam despendidos na correção de pontos que não são, com efeito, a origem dos mesmos.

2.3.4 Diagrama de Pareto

O célebre Princípio de Pareto, desenvolvido por Vilfredo Pareto (1848-1923), versa sobre a distribuição de renda na Itália de 1897, mas Juran e Godfrey (1999) adaptaram seus conceitos ao mundo organizacional, atestando que a maior parte das não conformidades podem ser atribuídas à poucos problemas verificados — relação aproximada através da razão de 80% das ocorrências atreladas a 20% das causas.

Tais problemas são inerentes à atuação dos seres humanos, principalmente devido à falta de conhecimento sobre a tarefa, ausência de retorno instantâneo sobre o estado da atividade e falta de atenção. Porém, as ocorrências supracitadas podem ser reduzidas ou eliminadas através da otimização dos processos, sendo que as ações de melhoria necessárias

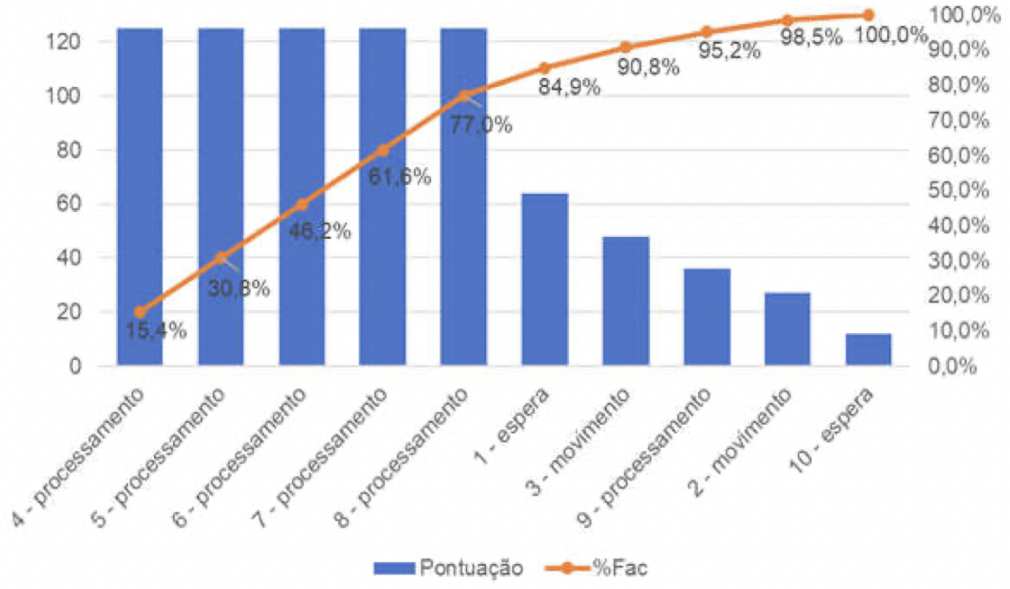
devem ser priorizadas conforme o impacto causado pelas causas associadas (JURAN; GODFREY, 1999).

O Princípio de Pareto encontra aplicação direta no Diagrama de Pareto, exemplificado na Figura 9, que sistematiza e relaciona as ocorrências aos motivos de sua origem. Seu desenvolvimento prescreve o cumprimento de algumas etapas: definição de critérios e ferramentas para classificação das informações, definição de intervalo de tempo de análise, coleta das informações, classificação das informações e preenchimento do diagrama (PALADINI, 2012).

Na primeira etapa, devem ser definidos processos claros para agrupar as não conformidades conforme sua causa, assim como os métodos de coleta dos dados. Definido o período da análise, são coletadas as informações e as mesmas são classificadas conforme delineado no primeiro momento (PALADINI, 2012).

A observação do Gráfico de Pareto permite a delimitação de defeitos que podem ser categorizados como "poucos defeitos vitais" — devem ser tratados de forma prioritária — e "muitos efeitos triviais" — convém preterir a eliminação destes a favor daqueles, se necessário. Portanto, a utilização dessa ferramenta é indicada na etapa de análise do Ciclo PDCA e as informações levantadas pela mesma se mostram importantes insumos para um potencial diagrama de causa e efeito (WERKEMA, 2016).

Figura 9 - Exemplo de Diagrama de Pareto



Fonte: Novaski, Freitas, Billig (2020)

2.3.5 Brainstorming

Emprega a criatividade para resolução de problemas, priorizando o número de ideias levantadas. Dessa forma, os pontos de melhoria são abordados de diversas perspectivas diferentes em rápida sucessão (DANIEL; MURBACK, 2014).

A técnica consiste, primeiramente, na definição de um tema central do b*rainstorming* — um problema a ser resolvido. Em sequência, os participantes, idealmente entre 6 e 8, possuem 15 minutos para propor soluções de forma espontânea, livre e sem críticas. As ideias não devem ser racionalizadas nesse momento, o que será feito ao final do processo: são eliminadas as ideias duplicadas e converge-se nas soluções finais através de uma livre deliberação sobre as mesmas (TOLEDO *et al.*, 2017).

2.3.6 Fluxograma

O Fluxograma consiste em uma importante ferramenta, uma vez que permite relacionar as etapas de um processo de forma a explicitar os responsáveis pelas mesmas, sua sequência de execução e utilização de material e/ou informações. Portanto, atinge seu objetivo central: representar de maneira universal os procedimentos organizacionais de forma facilmente interpretável (AGUIAR, 2002).

A funcionalidade do fluxograma não se restringe puramente à elaboração de procedimentos a serem seguidos de forma rígida, sendo notavelmente útil na análise de rotinas já existentes para identificação de problemas e no subsequente redesenho dos processos. Por esse motivo, é uma ferramenta aplicável a todo o ciclo PDCA (BOND; BUSSE; PUSTILNICK, 2012).

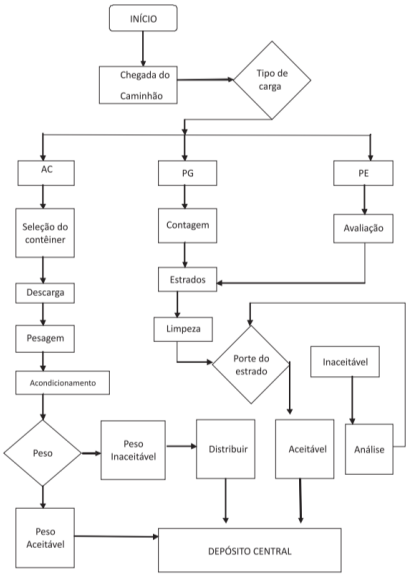
Segundo Oliveira (2019), os fluxogramas podem ser divididos em 3 tipos: Fluxograma vertical, Fluxograma descritivo e Fluxograma global, todos compartilhando uma simbologia parcialmente padronizada, conforme Figura 10.

Figura 10 - Significado dos símbolos básicos de um fluxograma

Fonte: Bonafini, Rodrigues (2015)

Devido à sua ampla utilização e versatilidade, o Fluxograma global foi selecionado para elaboração do presente trabalho: são adequados tanto à descrição de rotinas existentes quanto ao desenho de novos processos, demonstrando grande versatilidade. Sua elaboração é simples e de fácil entendimento, consistindo na conexão do símbolo de limite inicial até o final por um fluxo que relaciona os demais elementos — devem estar identificados por seus respectivos símbolos e nomes — do sistema por uma seta, conforme Figura 11 (OLIVEIRA, 2019).

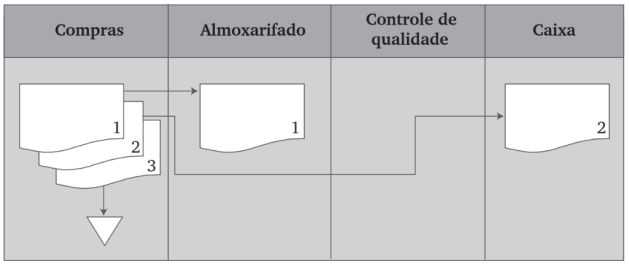
Figura 11 - Exemplo de Fluxograma



Fonte: Paladini (2012)

Outra característica do Fluxograma global é a possibilidade de representar graficamente e de forma concomitante múltiplas unidades organizacionais. Isso pode ser realizado através da divisão do fluxograma na mesma quantidade de repartições retangulares quanto existem departamentos, não sendo interrompido o fluxo, representado pela seta. Por fim, resta apenas registrar o nome da unidade organizacional em questão em uma barra na parte superior de sua divisão, funcionalidade expressa na Figura 12 (OLIVEIRA, 2019).

Figura 12 - Divisão do Fluxograma geral em unidades organizacionais



Fonte: Oliveira (2019)

2.3.7 5W2H

O 5W2H, sigla originalmente em inglês, é uma ferramenta utilizada para definição de planos de ação de forma clara, consistindo em uma tabela que abarca as seguintes informações sobre a medida: “o que?” (*what?*), “por que?” (*why?*), “quem?” (*who?*), “onde?” (*where?*), “quando?” (*when?*), “como” (*how?*) e “custo” (*how much?*). Um modelo de aplicação da ferramenta se encontra na Figura 13 (CARPINETTI, 2016).

Figura 13 - Modelo de 5W2H

O QUÊ (*What*)	QUEM (*Who*)	QUANDO (*When*)	ONDE (*Where*)	POR QUÊ (*Why*)	COMO (*How*)	QUANTO CUSTA (*How much*)

Fonte: Carpinetti (2016)

Inicialmente, as medidas a serem executadas devem ser desdobradas dos departamentos de nível hierárquico mais elevado em direção aos de nível inferior até for razoável. Encontrado o nível final, elenca-se o mesmo como o responsável pela elaboração do plano de ação em questão (TOLEDO *et al.*, 2017).

2.4 TESTE DE HIPÓTESES

O Teste de Hipóteses é uma ferramenta útil para realizar inferências sobre os parâmetros de uma população, se mostrando importante na fase C (Verificação) do ciclo PDCA, conforme Aguiar (2002). Se mostra pertinente ao presente trabalho o caso no qual não se conhece a variância populacional e deseja-se comparar parâmetros entre duas amostras: é utilizado o Teste *t* para duas amostras. A definição do teste supracitado se encontra na Figura 14 (MONTGOMERY, 2017).

Figura 14 - Teste *t* para duas amostras

O Teste *t* Combinado para Duas Amostras[1]

Hipótese nula: $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \Delta_0$

Estatística de teste: $$t_0 = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - \Delta_0}{s_p\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \qquad (4.53)$$

Hipóteses Alternativas	Critério de Rejeição para Nível de Significância Fixo	Valor *P*
$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \Delta_0$	$t_0 > t_{\alpha/2, n_1+n_2} - 2$ ou $t_0 < -t_{\alpha/2, n_1+n_2} - 2$	P = Soma de probabilidade acima de $\lvert t_0 \rvert$ e abaixo de $-\lvert t_0 \rvert$
$H_1: \mu_1 - \mu_2 > \Delta_0$	$t_0 > t_{\alpha, n_1+n_2} - 2$	P = Probabilidade acima de t_0
$H_1: \mu_1 - \mu_2 < \Delta_0$	$t_0 < -t_{\alpha, n_1+n_2} - 2$	P = Probabilidade abaixo de t_0

Fonte: Montgomery (2017)

Quanto ao Valor P, é sugerida a rejeição da hipótese nula (H_0) quando o Valor P obtido é igual ou inferior a α (nível de significância), ao passo de que as evidências indicariam uma falha em rejeitar a H_0 para casos de Valor P superior a α (MONTGOMERY, 2017).

3. DESENVOLVIMENTO

O presente capítulo versa sobre as aplicações das ferramentas e métodos delineados no item 1.5., sendo tal implementação inscrita na estrutura proposta pelo Ciclo PDCA: as etapas de Planejamento (P) — Análise do Fenômeno, Criação dos Planos de Ação e Desenvolvimento de Metas e Indicadores — e Execução (D) — Aplicação dos Planos de Ação — do Ciclo PDCA de Melhorias.

Conforme preconizado por Werkema (2016), o Planejamento se inicia pela identificação dos problemas observados na organização: OSs (ordens de serviço) retornadas pela construtora terceirizada (não puderam ser finalizadas), OSs pendentes e número de reclamações dos clientes e seu subsequente estudo — tem-se a fase de Análise do Fenômeno.

Para a análise dos pontos de melhoria supracitados e suas respectivas causas, foram empregadas as Ferramentas da Qualidade mencionadas no item 1.5. Todo o material produzido se prestou de insumo para as reuniões com o responsável pela Construtora Terceirizada (realizada no dia 11/04/2023), Líder de Equipe (realizada no dia 12/04/2023), Chefe do Departamento de Programação e Controle de Serviços (realizada no dia 25/04/2023) e Controladores (realizada no dia 09/05/2023 e 12/05/2023), nas quais aquele também foi validado/corrigido.

Nota-se que todas as entrevistas foram realizadas de forma presencial, exceto aquelas com o proprietário da Construtora e os Controladores das Regionais Norte e Leste: transcorreram através de chamada telefônica.

Houve ainda uma reunião presencial no dia 16/05/2023 com a presença do Proprietário, funcionário Administrativo e Encarregado da Construtora, na qual foi apresentada a versão final de processos atrelados a alguns planos de ação.

Definiu-se também o período de coleta de dados para a análise entre novembro de 2022 e abril de 2023 (6 meses). Como esses dados são registrados no sistema hospedado em nuvem, foi possível extraí-los retroativamente com as ferramentas de relatório padrão. É importante ressaltar que foram realizados Testes de Hipóteses para as médias das distribuições, visto que Aguiar (2002) ressalta a aplicabilidade do método para compreender como tais parâmetros foram alteradas pelos planos de ação e se o foram.

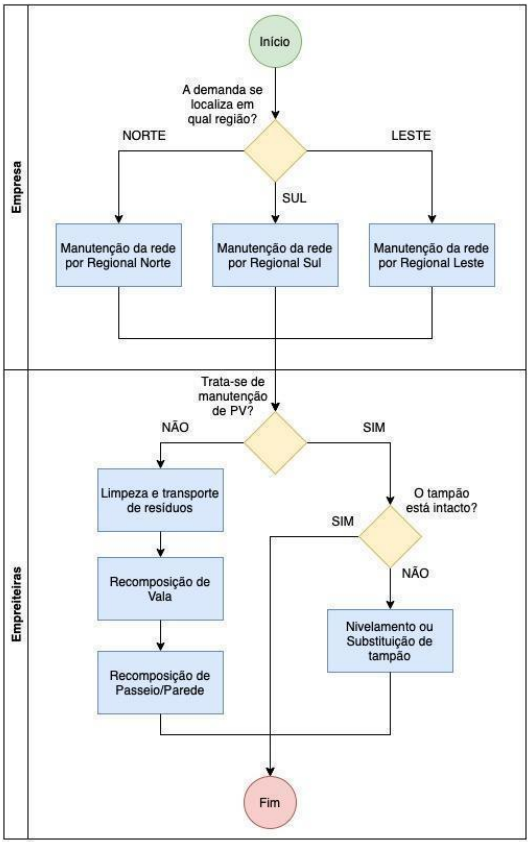
3.1 A EMPRESA

O objeto do estudo consiste em uma empresa pública do setor de saneamento básico, sendo responsável tanto pelo esgotamento sanitário quanto pela distribuição de água de uma das dez maiores cidades do Estado de Minas Gerais. Além disso, conta com mais de 450 funcionários contratados, além de terceirizar diversas de suas atividades.

A empresa também é responsável pela construção e manutenção de ambas as redes de água e esgoto do município e de todas as instalações auxiliares. Também são considerados como manutenção os reparos cuja necessidade surge indiretamente das demais atividades da empresa.

Todas as atividades de manutenção foram divididas em dois grupos distintos: manutenção da rede de água ou esgoto e serviços de recomposição — limpeza e transporte de resíduos, recomposição de valas, recomposição de passeios/paredes e nivelamento ou substituição de tampões. A sequência dos serviços se encontra representada de forma genérica na Figura 15.

Figura 15 - Fluxograma dos serviços de manutenção



Fonte: Do Autor (2023)

Todas as atividades de recomposição ficam sob a responsabilidade de três empreiteiras terceirizadas, cuja atuação é monitorada pela Gerência de Manutenção. Às demais demandas respondem a própria empresa, que possui três regionais que atendem uma região específica da cidade e possuem equipes de campo capazes e equipadas para executar qualquer tipo de reparos na rede de água/esgoto.

Cada etapa necessária à manutenção é registrada sob a forma de uma OS em um sistema genérico hospedado em nuvem e ao qual tanto a empresa quanto as empreiteiras possuem acesso. Nele é possível armazenar o endereço, número do hidrômetro, informações do cliente (nome, telefone de contato e matrícula), observações (texto corrido) e tipo de serviço necessário, assim como programá-las para execução. Essa última tarefa fica a cargo de um departamento específico da empresa e, no caso das empreiteiras, de um encarregado.

Na prática, verificou-se que o processo ideal não era seguido de forma padronizada no que diz respeito à interface com uma das empreiteiras terceirizadas: aquela responsável pelas recomposições de Passeio/Parede e nivelamento/substituição de tampões.

Para compreender melhor esse processo, deve-se também entender o funcionamento de algumas áreas importantes da empresa, como o Departamento de Programação e Controle de Serviços, Regionais e Gerência de Manutenção.

3.1.1 Departamento de Programação e Controle de Serviços

Conforme informado pelo chefe do Departamento de Programação e Controle de Serviços, o mesmo é responsável pelas demandas originadas externamente. Sendo que os serviços podem ter sua origem no canal de atendimento disponibilizado pela empresa (cerca de 90% das ocorrências) ou na agência presencial (por volta de 10%). Portanto, é seguro dizer que a totalidade das solicitações de manutenções de água ou esgoto transitam pelo departamento.

Quanto à inserção das OSs no sistema, o chefe do departamento indicou que já houve um vistoriador alocado no mesmo, mas a ausência desse impossibilita a apuração da situação *in loco*. Assim, limitam-se a dividir as demandas conforme as equipes adequadas à executá-las, assim como reprogramar quaisquer serviços que tenham sido retornados pela regional, o que geralmente ocorre no encerramento dos plantões do final de semana e feriados. Em suma, não há a categorização da OS conforme prioridade.

Quando indagado sobre a padronização dos processos relacionados com o sistema, o chefe do departamento informou que as equipes de campo não possuem POPs (procedimento

operacional padrão) à sua disposição e, além disso, apresentam grande dificuldade na utilização dos *tablets*. Em contrapartida, também indicou a existência de um material completo para treinamento dos referidos funcionários, mas que nunca havia sido utilizado até o momento.

Quanto ao departamento de programação em si, o mesmo possui POPs para todos os seus processos.

3.1.2 Regionais

As Regionais são responsáveis pela realização de manutenção na rede de água ou esgoto: geofonia, conserto de vazamento de água ou esgoto, desentupimento da rede, reconstrução de PV (poço de visita) e manutenção ou troca de hidrômetros. Na entrevista semiestruturada com os Controladores e Líder de Equipe, foi possível extrair informações pertinentes sobre como as Regionais interagem no fluxo geral de uma OS.

Quando da chegada de uma solicitação de serviço no sistema, o Controlador Sul informou que cada Regional segue um processo único de programação e, portanto, não padronizado. Na Regional Norte — que não conta com um batedor[1] — e Sul — o batedor não atua diretamente com o controlador — cada OS é avaliada antes do início do expediente pelos próprios controladores, realizando a programação na ordem de prioridade subjetiva percebida pelos mesmos. Na Regional Leste há a presença de um batedor, então o mesmo percorre os locais dos serviços e indica ao controlador a prioridade de realização de cada um.

Tanto Controlador Sul quanto Líder de Equipe informaram que a ausência de um batedor pode acarretar a programação de serviços duplicados por engano, visto que não fica imediatamente óbvio no sistema que se trata da mesma demanda. Pode haver a necessidade de diversas manutenções em um mesmo endereço, por exemplo. Dessa forma, é um risco inerentemente assumido no processo de programação de uma OS.

Quanto à criação de sub-OSs, que são destinadas para as terceirizadas ou para a própria Regional, os Controladores indicaram a mesma situação em todas as Regionais: os próprios funcionários de campo registram uma nova sub-OS no sistema, disponibilizando a mesma à programação por terceiros, o que também pode ser realizado pelo Chefe da Regional, Controlador ou Administrativo quando se trata de uma demanda mais complexa.

---

[1] Funcionário que vistoria o local de todas as novas demandas de serviços com o auxílio de um veículo leve.

Acerca da utilização do sistema em campo, Controladores e Líder de Equipe confirmaram que não existem POPs disponíveis. Dessa forma, o preenchimento dos dados de uma ocorrência no momento de sua finalização ou na criação de uma sub-OS é realizado de acordo com a percepção de cada Líder de Equipe sobre as melhores práticas.

3.1.3 Gerência de Manutenção

A Gerência de Manutenção possui atribuições que fogem do escopo do presente trabalho: participar do processo de licitação, gerenciamento dos contratos, controle de ponto dos funcionários das empresas terceirizadas, entre outras. Porém, o acompanhamento próximo do trabalho realizado pela Construtora Terceirizada deve ser destrinchado.

Além do acompanhamento do trabalho da Construtora através de vistorias em campo, indicadores, reuniões pontuais, rastreadores GPS e verificação do sistema, a Gerência de Manutenção desenvolve mensalmente uma planilha eletrônica com a relação de toda OS que compete à Construtora que ainda não foi concluída e cuja solicitação foi realizada há mais de 10 dias, o que a configura como uma pendência. Conhecida como planilha de pendentes, ela é enviada à Construtora via e-mail no quarto dia de todos os meses. Na Figura 16 está representado o processo por meio do qual a Gerência de Manutenção acompanha as OSs de recomposição.

Porém, notou-se a inexistência de processos definidos para lidar com algumas situações específicas, o que se mostra como um potencial fator gerador dos problemas que este trabalho pretende sanar: OSs de revestimento que necessitam de múltiplas etapas e OSs que necessitam de retrabalho.

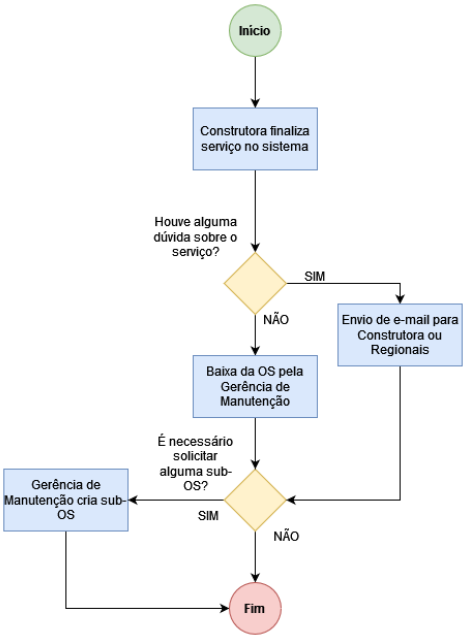
OSs de revestimento consistem na recomposição de passeios ou paredes com revestimento cerâmico, ladrilho hidráulico ou qualquer outro tipo de pedras comercialmente utilizadas para esse fim. Muitas vezes, porém, é necessário o preenchimento do local a ser recomposto com uma camada de cimento anteriormente ao posicionamento do revestimento.

Como o tempo de cura do cimento deve ser respeitado, a Construtora deve retornar ao local em um momento posterior, mas isso não é refletido na forma que as OSs são programadas. Após a finalização da OS por parte da Construtora, a Gerência de Manutenção envia um e-mail indicando a necessidade de retornar ao local, mas a OS em questão é mantida em aberto e nenhuma outra é solicitada.

O outro ponto de melhoria, dessa vez indicado pelo chefe do Departamento e Programação de Serviços, consiste no fato que serviços de retrabalho não tem sua sub-OS

subsequente criada, visto que nenhum dos funcionários das terceirizadas podem realizar tal ação. Por exemplo, caso um serviço de recomposição de passeio não seja concluído pela ausência de recomposição de vala, a Gerência de Manutenção solicita o serviço em questão, mas não o serviço final (recomposição de passeio) não é solicitado novamente. Portanto, a solicitação se perde e pode retornar sob a forma de uma reclamação do cliente.

Figura 16 - Fluxograma de monitoramento da Gerência de Manutenção



Fonte: Do Autor (2023)

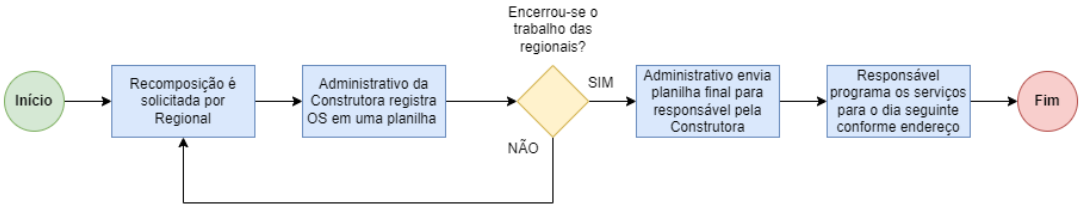
Ao longo do restante do presente trabalho, denominar-se-á, por simplicidade, todos os serviços executados pela Construtora Terceirizada como serviços de recomposição ou serviços de manutenção, mesmo que essa definição seja mais ampla na prática.

3.2 A CONSTRUTORA

A Construtora Terceirizada atua sob um contrato firmado mediante processo de licitação, tendo o dever de fornecer suas atividades para a empresa por um período determinado de tempo. A remuneração ocorre por serviço concluído, sendo o valor unitário para cada tipo de recomposição definido no contrato supracitado e imutável durante a vigência desse.

Em entrevista com o proprietário da Construtora Terceirizada, foram coletadas informações pertinentes quanto ao seu funcionamento: processo de programação de OS, frequência na qual estas são programadas, critério de prioridade utilizado e capacidade das equipes. A Figura 17 apresenta um fluxograma produzido pelo autor a partir desse diálogo e validado pelo entrevistado.

Figura 17 - Fluxograma do processo de programação da Construtora



Fonte: Do Autor (2023)

Quando da entrevista, todo trabalho a ser executado em um determinado dia era definido exclusivamente pelo proprietário da organização, contando com o apoio de um funcionário denominado Administrativo, responsável por acompanhar as atividades de campo a partir do escritório. A lista final de cada OS a ser realizada era compilada na manhã do dia em questão a partir de todos os serviços solicitados no dia anterior, não havendo nenhum critério de prioridade estabelecido, apenas a preferência por proximidade entre os endereços associados. A única exceção se dá em casos de urgência na execução de uma OS, costumeiramente informadas via e-mail e telefone. Nessas situações a programação é feita imediatamente.

Nota-se que, sob esse processo, as solicitações mais antigas são abandonadas ao longo do tempo, principalmente quando associadas a serviços tidos como complexos — foi expresso um interesse em favorecer os serviços mais simples devido à percepção de maior retorno financeiro.

A planilha de serviços pendentes mencionada no item 3.1 é consultada no decorrer do processo supracitado, mas uma OS contida na mesma será adicionada na programação diária apenas se houver capacidade ociosa de uma das equipes e a localização for compatível com sua rota.

3.3 PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO (FASES P E D)

O presente item consiste no detalhamento da Metodologia seguida nas fases P e D do Ciclo PDCA para melhorias aplicado. A fase P compreende a Análise do Fenômeno, Definição dos Planos de Ação e Desenvolvimento das Metas e Indicadores, ao passo de que a fase D na implementação dos Planos de Ação.

3.3.1 Análise do Fenômeno

Nessa etapa, foram realizados tanto o levantamento quantitativo dos problemas selecionados quanto sua análise qualitativa. Para tal fim, foram empregadas as Ferramentas da Qualidade.

3.3.1.1 Análise do Retorno das Ordens de Serviço

Foi desenvolvida uma folha de verificação para registrar todas as ocorrências de OSs retornadas e classificá-las conforme as possíveis causas observadas: O resultado da implementação desta ferramenta se encontra na Tabela 1 e foi obtido através da apuração de todas as recomposições referentes à construtora terceirizada no período de análise.

Várias das causas analisadas foram agrupadas em categorias para facilitar a aplicação do Diagrama de Pareto e subsequente abordagem das mesmas via planos de ação. Os grupos foram representados pela letra A — “Já concluído” —, B — “Ordem invertida” —, C — “Falta de comunicação” — e D — “Reparo malsucedido”. As demais causas foram contabilizadas de forma avulsa, visto que não se adequam a quaisquer grupos.

Dessa forma, a implementação do Diagrama de Pareto buscou classificar as causas gerais do retorno de ordens de serviço (“Já concluído”, “Ordem invertida”, “Falta de comunicação”, “Reparo malsucedido”, “Impedido pelo proprietário”, “PV agora necessita de manutenção” e “Obstrução”).

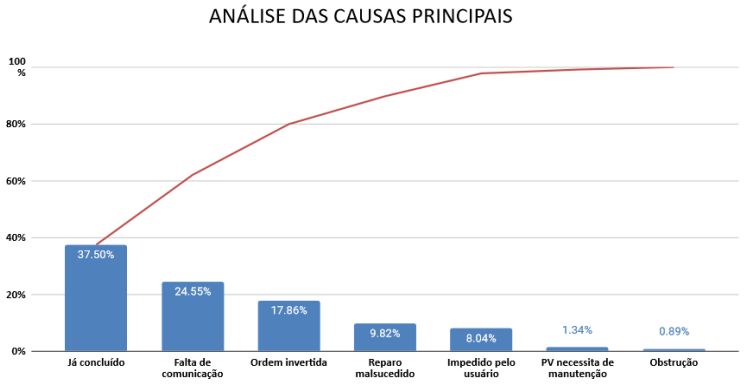
Tabela 1 - Folha de verificação para OSs retornadas

Grupo	Causas	N° de ocorrências	Grupo	Causas	N° de ocorrências
A	Já concluído por terceiros	64	C	Foi asfaltado	4
A	Já concluído pela const.	20	C	Tampão inadequado	3
B	Necessita de aterramento	29	C	Não há serviço	3
B	PV sem manutenção	10	D	Voltou a vazar	17
B	Vazamento	1	D	PV necessita de manutenção novamente	3
C	Já executado pela empresa	18	D	Erosão	2
C	Solicitação equivocada	13	-	Impedido pelo proprietário	18
C	Endereço errado	10	-	PV agora necessita de manutenção	3
C	Não é da empresa	4	-	Obstrução	2
				TOTAL	**224**

Fonte: Do Autor (2023)

O resultado apresentado no Gráfico 1 indica que as 3 causas mais frequentes representam 79,91% das ocorrências totais, corroborando com o Princípio de Pareto sintetizado por Juran e Godfrey (1999). O tratamento dessas causas foi definido como prioritário, visto seu impacto significativo nos fenômenos estudados.

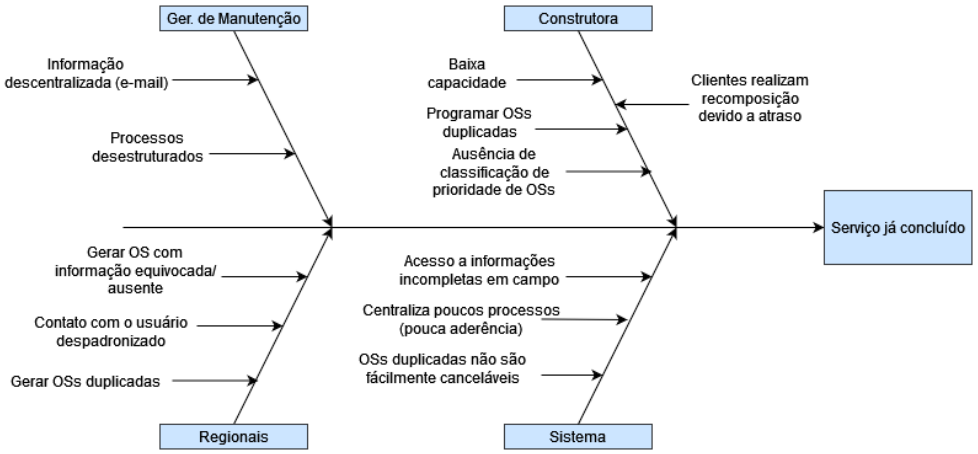
Gráfico 1 - Gráfico de Pareto para causas de retorno de OS



Fonte: Do Autor (2023)

Quanto aos serviços já concluídos previamente, associaram-se causas relacionadas ao atraso na execução da OS — os próprios clientes seriam levados a realizar a recomposição por conta própria — e programação de ocorrências duplicadas — a Construtora já havia executado a recomposição em um momento anterior. Esse raciocínio se encontra representado no Diagrama de Ishikawa da Figura 18.

Figura 18 - Gráfico de Ishikawa para serviços já concluídos



Fonte: Do Autor(2023)

Tratando-se de OSs com a ordem de execução invertida, todos os Controladores informaram que não existe nenhum mecanismo implementado no sentido de garantir que sejam programadas em sequência. Dessa forma, existem apenas dois cenários possíveis: a sub-OS não é programada ou todas as sub-OSs posteriores à atuação da regional são programadas ao mesmo tempo.

Soma-se a isso o fato de que o sistema permite a programação de qualquer tipo de sub-OS em qualquer ordem, visto que o sistema é genérico e desenvolvido para se adequar à maior gama de organizações possível. Além disso, a Construtora não inclui em seu processo de programação a consulta de sub-OSs anteriores para verificar sua conclusão. A Figura 19 ilustra tal relação de causa-efeito.

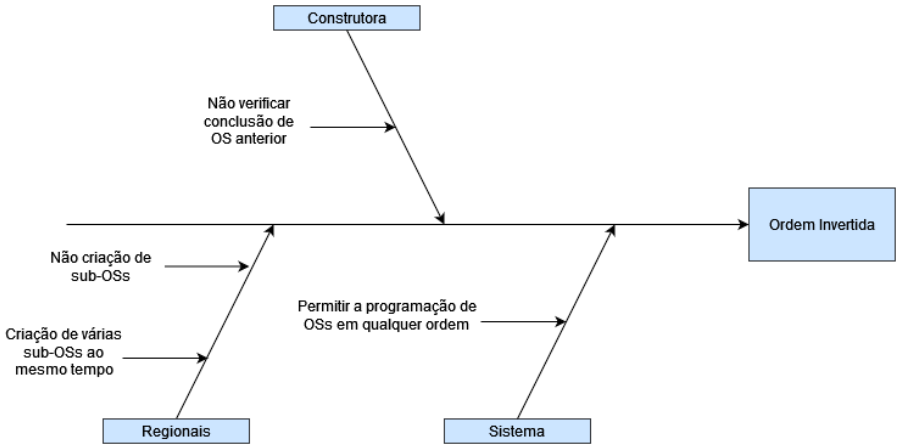
Portanto, observa-se que a execução de uma dada sub-OS pode ser comprometida totalmente ao acaso, dado que a ordem correta só é obedecida, quando é, ao azar.

As manifestações de Falta de Comunicação são variadas, mas sua principal origem se encontra na falta de padronização no preenchimento das sub-OSs, o que se traduz em observações sem informações pertinentes ou completamente vazias. De qualquer forma, entende-se que essas causas estão todas delimitadas à atuação das regionais, sendo relacionadas à ausência das seguintes informações:

- Correção em caso de endereço incorreto;
- Tipo de recomposição;
- Se serviço é interno/externo;

- Tipo de tampão do PV (Poço de Visita);
- Referências.

Figura 19 - Gráfico de Ishikawa para OS com ordem invertida



Fonte: Do Autor (2023)

3.3.1.2 Análise das Ordens de Serviço atrasadas

Foram registradas ordens de serviço que se encontravam pendentes em cada um dos dias compreendidos no período estudado. Encontrou-se uma média de 57,78 serviços atrasados por dia, sendo o desvio padrão de 20,23 serviços. O indicador apresentou seu valor mínimo no dia 26/11/2022 — 28 serviços —, sendo o máximo alcançado no dia 30/04/2023 — 117 serviços. A série histórica resultante se encontra representada no Gráfico 2.

Cabe esclarecer que os serviços pendentes não concluídos em um dado dia serão contabilizados novamente como pendentes no dia seguinte. Ou seja, o indicador contabiliza todos os serviços classificados como pendentes em um dado momento, e não o número de novos pendentes por dia.

Outra ressalva importante consiste nos períodos de manutenção nos veículos utilizados pelas equipes da Construtora Terceirizada. No período da análise em questão, o veículo da Equipe 2 ficou inoperante entre 12/02/2023 e 06/03/2023 e a partir de 13/04/2023, retornando apenas em 02/05/2023.

Gráfico 2 - Gráfico de OSs pendentes acumuladas

Fonte: Do Autor (2023)

3.3.1.3 Análise das reclamações

Através de um canal de atendimento disponibilizado pela empresa, os clientes podem manifestar queixas sobre os serviços prestados, as quais são registradas no sistema sob a denominação de "reclamações" e anexadas à OS correspondente. O sistema permite que mais de uma reclamação seja atrelada a uma só OS. Na Tabela 2 está disposto o número de reclamações de recomposição registradas em cada mês do período de análise.

Tabela 2 - Número de reclamações registradas entre 11/2022 e 04/2023

Mês	Reclamações
nov-22	24
dez-22	23
jan-23	32
fev-23	15
mar-23	32
abr-23	40
TOTAL	166

Fonte: Do Autor (2023)

Das reclamações registradas, 161 se referem à percepção de atraso na recomposição por parte dos clientes, sendo apenas 5 não relacionadas com o prazo de execução. Por isso, concluiu-se que há, ao menos no atual panorama da organização, uma relação causal direta entre atraso nos serviços de recomposição e o número de reclamações relacionadas a serviços desse tipo. Cabe ressaltar que a média de reclamações no período de análise foi de 26,67 serviços, com desvio padrão de 8,78 serviços.

3.3.2 Planos de Ação

Com base na Análise dos pontos de melhoria exposta ao longo do item 3.3.1, foram desenvolvidos planos de ação (Tabela 3) registrados no 5W1H — omitiu-se a dimensão custo de um 5W2H tradicional, visto que é irrelevante no contexto. O detalhamento dos Planos de Ação registrado a seguir também inclui o processo de implementação dos mesmos, abrangendo também a etapa de Execução (D) do Ciclo PDCA de Melhorias.

Tabela 3 - Planos de Ação propostos

Nº	O que?	Por que?	Como?	Onde?	Responsável	Prazo
1	Controlar conclusão de OSs de retrabalho	Não é dada sequência às OSs de retrabalho, gerando atraso no atendimento da demanda ereclamações	Criar processo para controlar conclusão de OSs de retrabalho	Sistema	Estagiários da Gerência de Manutenção	30/04/2023
2	Reinserção de OSs de revestimento no sistema	OSs de revestimento não retornam para o sistema após preenchimento da parede com cimento, dificultando que a Construtora as acompanhe	Criar processo para finalizar OSs pendentes e programar OS de retorno de forma recorrente	Sistema	Estagiários da Gerência de Manutenção	31/05/2023
3	Garantir que a programação das OSs sigam uma ordem de prioridade	Programar conforme uma ordem de prioridade evita que OS tornem-se pendentes e acidentes envolvendo serviços críticos	Criar processo para classificar e programar OSs conforme ordem de prioridade	Construtora	Administrativo da Construtora e Estagiários da Gerência de Manutenção	31/05/2023
4	Registrar apenas uma sequência de fotos para serviços com o mesmo endereço	A necessidade de registrar uma sequência única de fotos para cada OS em um mesmo endereço reduz a produtividade das equipes	Registrar a execução de todos os serviços do endereço em conjunto	Construtora	Equipes de campo da Construtora	31/05/2023
5	Instruir equipes sobre utilização dos tablets	Equipes não possuem facilidade em operar os tablets, acarretando OSs omissas com informações incompletas, dificultando o trabalho da Construtora	Padronizar utilização dos tablets através de POPs e ministrar treinamento às equipes de todas as regionais	Regionais	Gerente e Estagiários da Gerência de Manutenção	30/06/2023
6	Garantir que o serviço de recomposição só seja programado mediante conclusão da etapa anterior	Conclusão da OS anterior não é verificada no processo de programação da Construtora, ocasionando o retorno de OSs	Criar processo para verificar conclusão da OS antecessora	Construtora	Administrativo da Construtora e Estagiários da Gerência de Manutenção	30/06/2023
7	Facilitar a localização de tampões de OSs pela Construtora	A presença de diversos tampões próximos pode confundir as Equipes da Construtora e impedir que executem o serviço	Pintar os tampões a serem nivelados/substituídos com um "X" vermelho	Regionais	Regionais	30/08/2023

Fonte: Do Autor (2023)

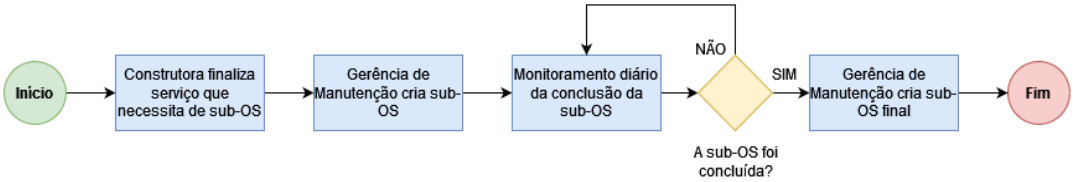
3.3.2.1 Plano de Ação 1

Sugerido pelo chefe do Departamento de Controle e Programação de Serviços em *brainstorming* no dia 25/04/2023, o presente plano de ação consiste na criação de um processo de controle das OSs de retrabalho geradas pela Gerência de Manutenção. Isso

permite a criação do passo posterior quando a OS de retrabalho estiver concluída. Como apontado pelo referido entrevistado, esse procedimento não deve ser executado pelas equipes de campo, visto que algumas OSs de trabalho consistem em serviços executados pelas Empreiteiras e seus funcionários não possuem permissão para registrar novas OSs no sistema.

A expectativa no momento de sua proposição é de que o processo reduziria o número de reclamações advindas da demora na execução de serviços de recomposição, pois as respectivas OSs nem mesmo haviam sido criadas nesse caso em específico. A criação do processo, cujo fluxograma pode ser observado na Figura 20, atendeu o prazo do dia 31/04/2023 e foi implementado efetivamente no 04/05/2023, quando foi necessário pela primeira vez.

Figura 20 - Processo de controle de OSs de retrabalho



Fonte: Do Autor (2023)

3.3.2.2 Plano de Ação 2

Uma das origens principais associadas ao atraso na execução das recomposições é a ausência de qualquer sistema que as classifica conforme sua prioridade de execução, da sorte que a ordem de programação das mesmas era sempre imprevisível. Portanto, foi apresentado na reunião dia 16/05/2023 um POP referente à programação de OSs segundo um critério de prioridade. Dessarte, a Construtora seria a responsável pela implementação do processo sugerido.

Entende-se que a aplicação desse plano de ação influiria na redução do prazo de execução dos serviços e, por conseguinte, no número de OSs pendentes. Além disso, a maior celeridade estaria associada a um menor número de reclamações, visto que os clientes experimentariam um menor período de espera e a população em geral estaria menos exposta aos riscos inerentes às recomposições críticas não finalizadas.

A Figura 21 consiste em uma matriz que ilustra os referidos critérios de prioridade (a classificação numérica é inversamente proporcional ao nível de prioridade), que foram desenvolvidos com o auxílio do Gerente de Manutenção. Foram entregues uma cópia

impressa e uma digital para os representantes da Construtora, que concordaram em implementar o processo sugerido, na própria reunião do dia 16/05/2023.

Figura 21 - Classificação de prioridade das recomposições

Prioridade 1	Substituição e Nivelamento de Tampões	**Prioridade 2**	Serviços com programação pendente
Prioridade 3	Recomposição de Passeio	**Prioridade 4**	Recomposição de Parede

Fonte: Do Autor (2023)

3.3.2.3 Plano de Ação 3

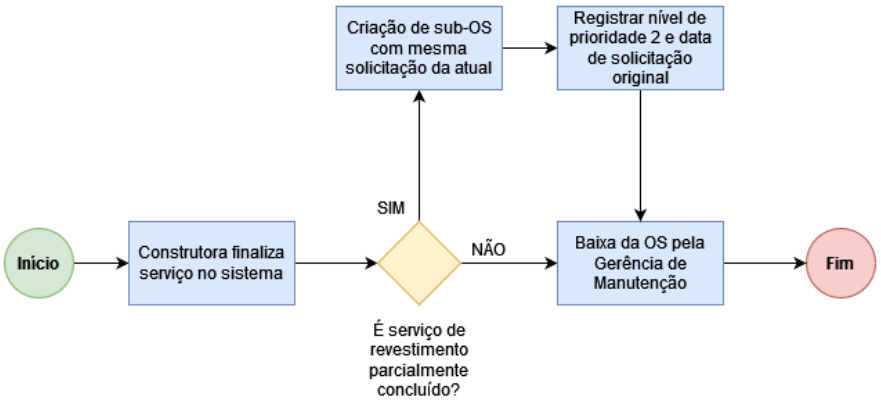
A ideia inicial do plano de ação em questão foi criada em conjunto com o proprietário da Construtora em *brainstorming* no dia 11/04/2023, sendo o processo final validado na reunião do dia 16/05/2023. Ele se mostrou pertinente, pois a única forma que a Construtora possuía para acompanhar os serviços de revestimento era a planilha de serviços pendentes, atualizada no quarto dia de todo mês. Portanto, o processo de execução se tornava confuso, uma vez que as informações sobre o serviço eram repassadas às equipes em papel.

Dessa forma, o processo, registrado no fluxograma da Figura 22, consiste no registro de uma sub-OS para cada serviço de revestimento que é finalizado de forma parcial, ou seja, apenas com o preenchimento da parede com cimento ou construção de base de concreto. A sub-OS em questão é marcada com um texto único que a identifica como uma OS de retorno, e sua data de solicitação original é registrada no campo de observações.

Entende-se que o retorno das OSs mencionadas para o sistema seria benéfico quanto ao tempo de resposta da Construtora e o número de reclamações decorrentes do atraso, visto que se trata de uma solução mais simples tanto do ponto de vista do programador da Construtora, visto que todos os serviços estarão dispostos juntos, quanto das equipes da mesma, pois não necessitarão de carregar consigo nenhuma anotação referente às informações do serviço, arranjo sujeito a erros e perdas.

A implementação inicial consistiu na transcrição de todas as OSs de revestimento não concluídas até o momento para o sistema sob a forma de sub-OSs, o que foi totalmente concluído no dia 17/05/2023. A partir desse ponto, o processo passou a ser executado de forma recorrente.

Figura 22 - Processo de registro de OSs de revestimento



Fonte: Do Autor (2023)

3.3.2.4 Plano de Ação 4

O quarto plano de ação surgiu de uma observação feita pelo Encarregado da Construtora durante a reunião do dia 16/05/2023, quando indicou que tempo desnecessário era despendido no ato de fotografar a execução do trabalho quando haviam múltiplas recomposições em um mesmo endereço. Sua sugestão consistia em, nesses casos, uma das OSs ser utilizada para registrar os estados inicial e final de todos os serviços juntos, ao passo de que o procedimento corrente consistia em registrar o trabalho de forma destacada.

Mediante a aprovação do Gerente de Manutenção, a sugestão foi aceita e ao próprio Encarregado coube a responsabilidade de orientar os membros das equipes de campo sobre as alterações discutidas, o que foi feito a partir do dia 16/05/2023.

3.3.2.5 Plano de Ação 5

Confirmado que não havia padronização quanto aos processos desempenhados pelas equipes das Regionais no sistema, o autor deste trabalho propôs ao Gerente de Manutenção a criação de POPs com base no material fornecido pelo chefe do Departamento de Programação e Controle de Serviços, além de que fossem ministrados treinamentos aos funcionários das Regionais para sua implementação.

O presente autor se encarregou da criação dos POPs supracitados, que seguiram um modelo único, conforme observado na Figura 23, para melhor organização, identificação e posterior atualização, caso seja necessário. Além disso, cada passo do procedimento estaria atrelado a uma imagem retirada diretamente dos *tablets*, facilitando a compreensão e consulta.

Figura 23 - Modelo de Procedimento Operacional Padrão (POP)

LOGOTIPO DA EMPRESA	Procedimento Operacional Padrão	
	Título: --	
	Data: --/--/--	Responsável: --
	Código: GEMT_XX	Versão: 00
	Histórico de alterações: --	

Item	Passos	Descrição
1	--	--
2	--	--
3	--	--

Fonte: Do Autor (2023)

Os POPs objetivam padronizar o preenchimento correto do campo de observações das OSs, a criação de todas as sub-OSs de um serviço e a sequência e conteúdo das fotos registradas na ocorrência. O autor também seria o responsável por ministrar os treinamentos, nos quais a presença seria obrigatória para os funcionários de campo.

Tais propostas estão ligadas diretamente ao número de OSs retornadas, especialmente no tocante à causa Falta de Comunicação, visto sua relação com o registro de informações incorretas ou confusas no Sistema. Os treinamentos foram ministrados nos dias 16, 22 e 23 de agosto do ano de 2023 para as Regionais Sul, Leste e Norte, respectivamente, configurando atraso em relação ao prazo inicial de 30/06/2023, visto que o processo de obtenção da

autorização dos Chefes das Regionais para execução dos mesmos consumiu mais tempo que o programado.

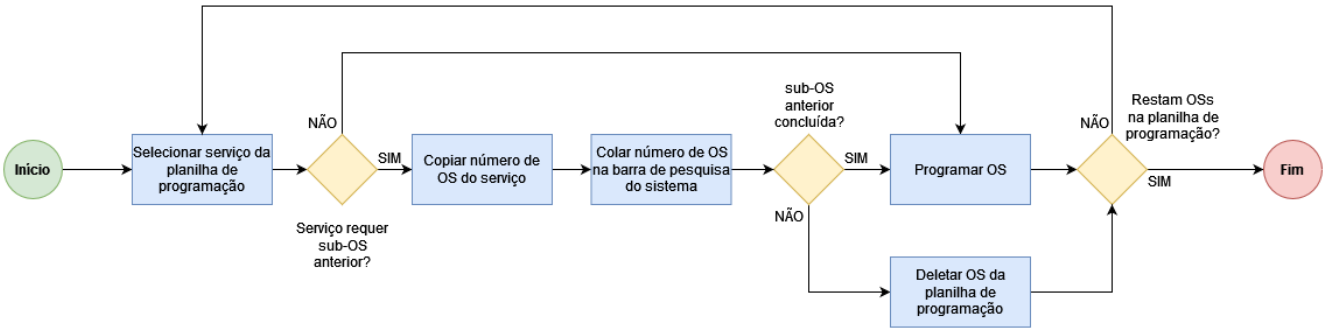
Em todas as iterações do treinamento, seguiu-se o mesmo material de apoio (uma apresentação do *software* PowerPoint) e estavam presentes por completo as equipes de campo de cada regional. Os POPs em questão foram distribuídos tanto de forma digital para as regionais quanto entregues sob a forma impressa para seus funcionários.

3.3.2.6 Plano de Ação 6

Visto que os funcionários das empresas terceirizadas não podem registrar novas OSs no sistema devido às restrições internas da empresa, conforme informado pelo chefe do Departamento de Programação de Controle de Serviços, não seria possível garantir que todas as sub-OSs de um serviço fossem criadas apenas dado que o passo anterior foi concluído. Portanto, a solução encontrada pelo autor consiste em um procedimento para verificação da conclusão do passo anterior.

Dessarte, o funcionário Administrativo da Construtora seria responsável por verificar a conclusão da sub-OS antecessora àquela que se pretende programar, o que pode ser realizado em poucos segundos, dado o procedimento correto. O POP em questão foi elaborado pelo próprio autor e seguiu o mesmo modelo demonstrado no item 3.3.2.5, sendo o procedimento representado pelo fluxograma da figura 24.

Figura 24 - Processo de conferência de sub-OS antecessora



Fonte: Do Autor (2023)

O POP foi enviado à Construtora de forma exclusivamente digital via e-mail no dia 27/07/2023, configurando uma entrega tardia. Tal atraso se deve ao fato de que o autor

buscava uma solução interna ao próprio sistema para o problema em questão, o que não se mostrou tão prático quanto a solução final encontrada.

3.3.2.7 Plano de Ação 7

O último plano de ação foi concebido a partir de uma ideia compartilhada por um dos funcionários da Regional Sul, o que ocorreu no dia 16/08/2023, durante a execução de um dos treinamentos do Plano de Ação Nº 5. Sua sugestão consiste em que os funcionários das regionais marquem os tampões que necessitam de nivelamento ou substituição com tinta (especificamente em formato de "X") após o fim de seu trabalho no PV (Poço de Visita) em questão.

O objetivo consiste em auxiliar a Construtora a encontrar os tampões relacionados às OSs, pois é comum a presença de diversos PVs a poucos metros de distância, o que pode causar dúvida nos funcionários. Além disso, caso o endereço registrado na OS esteja equivocado, seria eliminado o risco de que a Construtora nivele ou substitua o tampão incorreto.

Outra vantagem observada consiste na redução do tempo de resposta da Construtora, dado que a localização dos tampões seria facilitada, algo muito benéfico em demandas desse tipo, pois podem apresentar riscos consideráveis à população em geral.

Como todas as equipes da Regional contam com um veículo, considerou-se razoável o transporte de corante vermelho em cada um destes, visto que esse material já era utilizado na empresa para outros fins. Ademais, as equipes de campo, todas indagadas diretamente pelo autor do trabalho, concordaram que seria prático executar tal procedimento.

Dessarte, foi estipulado o prazo de uma semana a partir do último treinamento realizado junto às Regionais para implementação do Plano de Ação referido, cuja execução está registrada na foto da Figura 25.

Figura 25 - Tampão marcado para fácil localização

Fonte: Do Autor (2023)

3.3.3 Definição de Metas e Indicadores

Após a definição dos planos de ação, foram construídas as metas e indicadores para acompanhamento das medidas aplicadas. Traçando um horizonte de 6 meses (maio de 2023 até outubro do mesmo ano, inclusive), foram propostos 3 indicadores distintos: número de OSs pendentes acumuladas, número de reclamações mensais e a razão de OSs retornadas por mês.

O indicador de OSs pendentes acumuladas se refere ao número de OSs com o *status* de pendente em uma determinada data, sendo equivalente àquele utilizado no item 3.3.1.2 para análise do fenômeno. Também cabe indicar que pode ser classificado no grupo Indicadores de Desempenho de Fornecedores, conforme o item 2.1.2.3, visto que mensura a capacidade de respostas da Construtora (TOLEDO *et al.*, 2017).

Quanto ao indicador do número de reclamações mensais, é um indicador de satisfação do cliente, conforme item 2.1.2.1, visto que afere de forma explícita a insatisfação por parte do cliente (TOLEDO *et al.*, 2017). O mesmo abarca apenas as reclamações de serviços de recomposição registradas no sistema no mês em questão, somando-se todos os dias. Caso haja para uma dada OS mais de uma reclamação registrada, ela será contabilizada múltiplas vezes.

Por sua vez, o indicador da razão de OSs retornadas por mês se enquadra na categoria de Indicadores de Não Conformidade apresentada no item 2.1.2.2, sendo um indicador de proporção de defeituosos. Portanto, consiste na razão entre o número de OSs retornadas pelo número total de OSs finalizadas (TOLEDO *et al*., 2017).

As metas para todos os indicadores foram definidas para períodos de tempo equivalentes dentro da faixa de 6 meses estipulada, sendo seus valores em específico sugeridos a partir das médias ou valores finais verificados na fase de Análise do Fenômeno e validadas pela equipe da Gerência de Manutenção. A relação dos indicadores e suas respectivas metas está apresentada na tabela da Tabela 4.

Para o indicador de OSs pendentes acumuladas, prescreveu-se uma redução de, aproximadamente, 23%, 49% e 74% para 2, 4 e 6 meses, respectivamente, em relação ao valor de 117 serviços pendentes acumulados. Em relação à média inicial de 26,67 reclamações mensais, as metas previstas indicam a redução nesse valor em aproximados 25%, 44% e 62% para 2, 4 e 6 meses, respectivamente. Por fim, as metas definidas para a razão mensal de OSs retornadas para 2, 4 e 6 meses correspondem a uma redução aproximada de 36%, 62% e 87% em relação à razão média inicial de 7,81%, respectivamente.

Tabela 4 - Relação de Metas e Indicadores

INDICADOR	METAS		
	2 Meses	4 Meses	6 Meses
OSs pendentes acumuladas (*)	90	60	30
reclamações mensais	20	15	10
razão mensal de OSs retornadas	5,00%	3,00%	1,00%

*Indicador corresponde ao acumulado aferido no primeiro dia do mês seguinte

Fonte: Do Autor (2023)

4. RESULTADOS

O presente item apresenta as fases C (Verificação) e A (Ação) do Ciclo PDCA, conforme metodologia definida no item 1.5.

4.1 VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS – FASE C DO PDCA

No presente item estão dispostas uma análise das metas propostas perante os indicadores mensurados na prática. Em seguida, foram realizados testes de hipóteses para verificar a mudança sofrida pelas médias de cada um dos indicadores e se foram concretizadas de fato.

4.1.1 Verificação das Metas

Quanto ao indicador de OSs pendentes acumuladas, observou-se que as metas para 2 e 4 meses foram atingidas com sucesso, o que não foi verdade para a meta final. Contudo, a tendência decrescente ao longo do período de tempo analisado aponta para a efetividade dos planos de ação propostos para tal fim: 2, 3, 4 e 7.

A mesma tendência geral é observada para o indicador de reclamações mensais, mas o mesmo não atingiu a meta estipulada para nenhum dos períodos de aferição. Entretanto, a ligeira diminuição dos valores obtidos pode estar atrelada aos planos de ação 1, 2, 3, 4, 6 e 7, mas mostra-se necessário realizar o teste de hipóteses anteriormente mencionado, uma vez que não necessariamente está relacionada com uma mudança na média.

Por sua vez, a meta para a razão mensal de OSs retornadas apenas foi alcançada na primeira aferição (2 meses), observando um aumento significativo para segunda aferição (4 meses). Ao fim do período de 6 meses, houve uma redução em comparação à aferição anterior, mas os resultados iniciais não foram alcançados novamente. Estes resultados das metas podem ser visualizados na Tabela 5.

Mediante essa análise inicial, conclui-se que os resultados foram positivos em geral, exceto para a razão mensal de OSs retornadas. Quanto a esse indicador, não foi possível tecer nenhuma conclusão quanto à efetividade dos planos de ação, sendo imprescindível a realização do teste de hipóteses.

Tabela 5 - Evolução dos indicadores

INDICADOR	VALORES REAIS		
	2 Meses	4 Meses	6 Meses
OSs pendentes acumuladas (*)	86	52	39
reclamações mensais	29	22	17
razão mensal de OSs retornadas	2,70%	5,20%	4,29%

*Indicador corresponde ao acumulado aferido no primeiro dia do mês seguinte

Fonte: Do Autor (2023)

Alguns fatores importantes que podem intervir negativamente no desempenho dos planos de ação propostos são o não entendimento, ou entendimento incorreto, de todas as relações de causa e efeito tangentes aos pontos de melhoria vislumbrados. Além disso, setores ou profissionais-chave para o completo entendimento do quadro podem ter sido omitidos do escopo do trabalho, assim como alguns dos problemas podem ser inerentes ao modelo de terceirização adotado, principalmente quanto à falta de comunicação.

Entretanto, nota-se que os resultados observados podem guardar relação com o período de tempo nos quais os veículos da Construtora Terceirizada permaneceram inoperantes devido à sua manutenção: período de 05 de junho até 15 de junho (veículo da Equipe 01), de 02 de setembro até 04 de setembro e de 15 de setembro até 18 de setembro (veículo da Equipe 02).

4.1.2 Testes de Hipóteses

Neste item, foi realizado um teste de hipótese para os dados coletados no tocante aos três indicadores pormenorizados no item 4.1.1 com o intuito de compreender a alteração sofrida pela média dos mesmos e se esta ocorreu. Todos os testes foram realizados por meio do *software* Minitab 21.4.2 (64-bit).

Uma vez que o desvio padrão da população é desconhecido, visto que todos os dados coletados consistem em amostragens, foram realizados testes t para duas amostras em todos os casos estudados com o objetivo de verificar a diferença, a um nível de significância α de 5%, entre as médias μ_1 (média verificada entre novembro de 2022 e abril de 2023) e μ_2 (média verificada entre maio e outubro de 2023).

Para tal, foram definidas as hipóteses nula (H_0) e alternativa (H_1) da forma a seguir:

- H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$;
- H_1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$.

4.1.2.1 Testes de Hipóteses para Pendências Acumuladas

Apesar da constante diminuição sugerida pelo indicador de OS pendentes acumuladas no item 4.1.1, o Teste *t* para 2 amostras realizado — as amostras correspondem à aferição diária do indicador para os períodos de novembro de 2022 até abril de 2023 e maio de 2023 até outubro de 2023 — apresenta evidências que sugerem que a média se elevou.

Conforme os resultados do teste de hipóteses, registrado na Figura 26, isso pode ser afirmado a um nível de significância de 5%, uma vez que o intervalo de confiança obtido para $\mu_1 - \mu_2$ (média de OSs pendentes diárias dos primeiros 6 meses de análise subtraída da média dos últimos 6 meses) compreende de -18,31 OSs até -7,82 OSs. Além disso, observa-se um Valor P inferior a α.

Figura 26 - Teste de Hipóteses para média de pendências acumuladas

Estatísticas Descritivas

Amostra	N	Média	DesvPad	EP Média
C2	181	60,1	20,1	1,5
C5	184	73,2	30,0	2,2

Estimativa da diferença

Diferença	IC de 95% para a Diferença
-13,07	(-18,31; -7,82)

Teste

Hipótese nula	H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótese alternativa	H_1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor-T	GL	Valor-p
-4,90	320	0,000

Fonte: Do Autor (2023)

A hipótese levantada pelo autor para explicar o resultado diz respeito à redução do tempo durante o qual as OSs permanecem sob o *status* de pendência em detrimento do número de OSs que ultrapassam o tempo de 10 dias desde a solicitação.

Para averiguar essa possibilidade, foi realizado outro teste de hipótese, cujo resultado se encontra na Figura 27. Nele, é possível inferir que a média de tempo que uma OS

permanecia pendente nos primeiros 6 meses (representada por μ_1) é superior a aquela verificada nos últimos 6 meses de análise (representada por μ_2) a um nível de significância de 5%.

Dessarte, existem evidências que apontam que os planos de ação não surtiram os efeitos supostos pelo autor na fase de Planejamento do Ciclo PDCA, mas foram bem-sucedidos em reduzir o tempo médio até a finalização de OSs pendentes.

Figura 27 - Teste de Hipóteses para média do tempo até finalização de pendência

Estatísticas Descritivas

Amostra	N	Média	DesvPad	EP Média
C2	181	73,1	17,3	1,3
C4	184	61,04	8,48	0,63

Estimativa da diferença

Diferença	IC de 95% para a Diferença
12,06	(9,24; 14,88)

Teste

Hipótese nula	H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótese alternativa	H_1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor-T	GL	Valor-p
8,41	260	0,000

Fonte: Do Autor (2023)

4.1.2.2 Testes de Hipóteses para Reclamações Mensais

Apesar da tendência de diminuição do número de reclamações indicada no item 4.1.1, procede-se que o teste de hipótese para 2 médias realizado não apresenta evidências que sustentam tal afirmação. Seus resultados, apresentados na Figura 28, indicam um Valor P (0,559) muito superior ao nível de significância (0,05), de forma que não é possível rejeitar a hipótese nula de que a média do número de reclamações dos primeiros 6 meses não difere daquela observada nos últimos 6 meses de análise.

Tal resultado sugere que a relação tecida entre o atraso na execução dos serviços de recomposição e número de reclamações não é tão simples quanto aquela desenvolvida na fase de Planejamento do Ciclo PDCA, uma vez que não fica claro qual variável está mais intimamente relacionada com o recebimento de reclamações: o número de OSs pendentes ou o tempo durante o qual permanecem sem atendimento.

Figura 28 - Teste de Hipóteses para média do número de reclamações mensais

Estatísticas Descritivas

Amostra	N	Média	DesvPad	EP Média
C2	6	27,67	8,78	3,6
C4	6	23,8	12,7	5,2

Estimativa da diferença

Diferença	IC de 95% para a Diferença
3,83	(-10,68; 18,35)

Teste

Hipótese nula	H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótese alternativa	H_1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor-T	GL	Valor-p
0,61	8	0,559

Fonte: Do Autor (2023)

Como o presente estudo proporcionou maior celeridade na solução de OSs pendentes em detrimento do seu número total, só é possível tecer outras relações de causa e efeito mediante uma nova Análise do Fenômeno.

4.1.2.3 Testes de Hipóteses para Razão Mensal de OSs retornadas

O teste de hipóteses para 2 médias da figura 29, realizado para a proporção de OSs retornadas sobre o total verificado nos primeiros e últimos 6 meses do período de análise, respectivamente, sugere um quadro mais conclusivo que aquele apresentado no item 4.1.1: existem evidências de que a média em questão experimentou um decréscimo de 0,2903 a um nível de significância de 0,005.

Dessa forma, conclui-se que os planos de ação implementados foram capazes de empreender uma notável redução na razão de OSs retornadas a cada mês, apesar dos resultados conflitantes obtidos mediante análise do indicador relacionado no item 4.1.1.

Figura 29 - Teste de Hipóteses para média da razão mensal de OSs retornadas

Método

μ_1: média de população de C5
μ_2: média de população de C10
Diferença: $\mu_1 - \mu_2$

Não assumiu-se igualdade de variâncias para esta análise.

Estatísticas Descritivas

Amostra	N	Média	DesvPad	EP Média
C5	6	0,0781	0,0143	0,0058
C10	6	0,0491	0,0140	0,0057

Estimativa da diferença

Diferença	IC de 95% para a Diferença
0,02903	(0,01056; 0,04751)

Fonte: Do Autor (2023)

4.2 AÇÃO CORRETIVA E PADRONIZAÇÃO – FASE A DO PDCA

O presente item consiste na fase A (Ação) do Ciclo PDCA, sendo subdividida em 2 etapas: proposição de ações corretivas, inclusive novo giro do Ciclo PDCA, e os esforços de padronização para continuação dos resultados obtidos.

4.2.1 Ação Corretiva

Mesmo com a obtenção de resultados positivos, nenhuma das metas finais estipuladas foram alcançadas e, quanto ao número de reclamações recebidas, os planos de ação propostos se mostraram ineficientes. Dessa forma, faz-se necessário um novo giro no Ciclo PDCA para melhorias com o intuito de que os processos envolvidos nas atividades de manutenção alcancem um patamar de Qualidade ainda superior. Isso também é sugerido devido a necessidade de realizar novamente a etapa de Análise do Fenômeno acerca do recebimento de reclamações, visto que os resultados obtidos não foram conclusivos.

Com esse objetivo, foram sugeridos três potenciais planos de ação, que não foram previamente implementadas devido às restrições de tempo do presente trabalho: instituição de número mínimo de três veículos no próximo processo licitatório, utilização de tubos camisa corrugados em ramais prediais e criação de regras quanto à aplicação de revestimento cerâmico no entorno dos hidrômetros.

A definição de um número mínimo de veículos empregados nas atividades de manutenção mostra-se imperativa, visto que o não atingimento das metas quanto ao número de OSs pendentes acumuladas pode estar relacionada com a simples falta de capacidade da Construtora Terceirizada em atender todas as três regionais.

Por sua vez, o Gerente de Manutenção indicou a necessidade da implementação de tubos camisa corrugados nos ramais prediais. Visto que os mesmos impediram a aderência do ramal ao concreto que o envolve, a área de demolição mínima necessária para realização de reparos seria reduzida, requerendo menos esforço, tempo e material na atividade de manutenção decorrente.

Outra medida sugerida pelo Gerente de Manutenção é a instauração de regras acerca do revestimento permitido à uma distância especificada dos hidrômetros. O mesmo apontou que limitar o revestimento permitido nesses casos a uma simples cimentação poderia garantir uma enorme celeridade na execução das OSs, visto que a Construtora Terceirizada não empregaria tempo algum na busca de modelos específicos de revestimento cerâmico.

4.2.2 Padronização

Conforme os resultados apresentados na fase C do Ciclo PDCA, fez-se necessário padronizar os processos e práticas bem-sucedidas decorrentes dos planos de ação executados. Isso foi realizado conforme a definição do Ciclo SDCA de Aguiar (2002), apresentada no item 2.1.5. Dessa forma, foram adotadas as seguintes Metas Padrão para os respectivos indicadores:

- OSs pendentes acumuladas: 39;
- Razão mensal de OSs retornadas: 4,29%.

Ainda segundo os preceitos de Aguiar (2002), foram confeccionados novos POPs com o intuito de padronizar os novos procedimentos no interior da Própria Gerência de Manutenção, conforme se segue:

- Controle de conclusão de OSs de retrabalho;
- Reinserção de OSs de revestimento no sistema;
- Atualização do indicador de pendências acumuladas;
- Atualização do indicador de razão mensal de OSs retornadas.

Os POPs de responsabilidade da Gerência da Manutenção foram distribuídos de forma digital via e-mail e armazenados nos computadores do setor, assim como seu treinamento associado foi realizado pelo próprio autor junto aos estagiários da área. Ressalta-se que os demais processos criados no decorrer da implementação do Ciclo PDCA de melhorias já haviam sido padronizados sob a forma de POPs e distribuídos de forma digital e/ou impressa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apresentado ao longo deste trabalho, os planos de ação propostos, decorrentes da implementação da metodologia PDCA, apresentaram resultados positivos de forma geral para o contexto das atividades de manutenção de empresas de saneamento básico, podendo servir como modelos para aplicação em outras organizações similares.

Porém, os resultados obtidos se mostraram aquém do esperado em todos os indicadores monitorados, sugerindo a necessidade de articulação de uma maior quantidade de setores da empresa, o entendimento incorreto das relações de causa e efeito subjacentes aos fenômenos analisados ou limitações decorrentes do modelo de atribuição de tarefas entre as empresas terceirizadas utilizado.

Apesar disso, o trabalho apresenta uma análise abrangente de pontos de melhoria particulares à empresa de saneamento básico e se revela como uma referência útil no que diz respeito a criar um arcabouço de conhecimento acerca dos problemas mais comuns nesse tipo de organização no Brasil e como intervir no sentido de aprimorar a Qualidade de seus processos.

A metodologia PDCA, especificamente no sentido do gerenciamento constante dos processos organizacionais mediante alteração do tipo de giro proposto, conforme preconizado por Aguiar (2002), se mostrou adequada a ambientes organizacionais como aquele estudado e sua utilização é sugerida em trabalhos similares.

Apesar dos desafios enfrentados, reitera-se a importância da busca pela Qualidade no âmbito organizacional e fica clara a necessidade da integração dos diversos profissionais da organização nessa empreitada, visto que o comprometimento dos envolvidos é fator primordial para qualquer esforço de melhoria e manutenção da Qualidade em uma organização, independentemente de seu setor de atuação.

REFERÊNCIAS

AESBE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS ESTADUAIS DE SANEAMENTO. **Análise das Populações Atendidas e Não Atendidas com os Serviços de Água e Esgotos no Brasil - Com base nas informações contidas no Plansab 2017 e no SNIS 2017 a 2020**. Brasília, 2022. Disponível em: https://aesbe.org.br/novo/wp-content/uploads/2022/08/Estudo_Aesbe__julho-2022_01_Final.pdf. Acesso em 14 mai. 2023.

AGUIAR, Silvio. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

BOND, Maria Thereza; BUSSE, Angela; Renato, PUSTILNICK. **Qualidade Total:** o que é e como alcançar. 1. ed. Curitiba: InterSaberes, 2012.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto**. Brasília, 2022. Disponível em: http://antigo.snis.gov.br/diagnosticos. Acesso em 14 mai. 2023.

BUTZGE, Caroline; SILVA, Milena; BURIN, Heloisa; SILVA, André Luiz; DIESEL, Letícia. Aplicação de ferramentas da qualidade em publicações do ENEGEP entre os anos de 2012 e 2017: um estudo bibliométrico. In: ENEGEP 2018 - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 16-19 nov. 2018, Maceió. **Anais eletrônicos** [...] Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2018. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_267_530_35799.pdf. Acesso em: 14 mai. 2023.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da Qualidade**: Conceitos e Técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016;

COSTA, Antonio Fernando Branco; EPPRECHT, Eugenio Kahn; CARPINETTI, Luiz Cesar. **Controle Estatístico de Qualidade**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2018.

FALCONI, Vicente Campos. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. 9. ed. Nova Lima: FALCONI Editora, 2013.

FALCONI, Vicente Campos. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

GEROLAMO, Mateus M.; POLTRONIERI, Camila F.; YAMADA, Tuane T.; CINTRA, Ana L. B. Quality Management: How do Brazilian Companies use it? **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, n. 143, p. 995–1000, 2014.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org). **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

JURAN, Joseph. M.; DEFEO, Josheph. **Fundamentos da Qualidade para Líderes**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

JURAN, Joseph. M.; Godfrey, Blanton. **Juran's Quality Handbook**. 5. ed. EUA: McGraw Hill, 1999.

LUCINDA, Marcos Antônio. **Qualidade: fundamentos e práticas para curso de graduação**. 3 ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

MELLO, Carlos Henrique Pereira. **Gestão da qualidade**. 1. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

MONTGOMERY, Douglas; **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 7. ed. Rio de Janeiro:LTC, 2017.

MORAIS, Danielle Costa; CAVALCANTE, Cristiano A.Virgínio; ALMEIDA, Adiel Teixeira. Priorização de Áreas de Controle de Perdas em Redes de Distribuição de Água. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, n. 30, p. 15-32, 2010.

NOVASKI, Vanessa; FREITAS, Jéssica Lopes; BILLIG, Osvaldo Alencar. Aplicação de matriz gut e gráfico de pareto para priorização de perdas no processo produtivo de uma panificadora. **International Journal of Development Research**, n. 10 (11), p. 42203 - 42207, 2020.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistemas, organização e métodos**: uma abordagem gerencial. 21. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2019.

PALADINI, Edson Pacheco; CARVALHO, Marly Monteiro (coord.). **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2012.

RODRIGUES, Elsimar. BONAFINI, Fernanda. **Ferramentas da Qualidade**. 1. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2015.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa - ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

TOLEDO, José Carlos; BORRÁS, Miguel; MERGULHÃO, Ricardo; MENDES, Glauco. **Qualidade**: gestão e métodos. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

VIEIRA, S. **Estatística para a Qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2012.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

ZEITHAML, Valerie E.; PARASURAMAN, A.; BERRY, Leonard L. **A excelência em serviços**: como superar as expectativas e garantir a satisfação completa de seus clientes. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 12 de dezembro de 2023.

IGOR DE OLIVEIRA LIMA NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	201949031 Matrícula
Igor de Oliveira Lima ASSINATURA	126.822.426-00 CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.