

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Lana Ott Ihme

**A APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO
DE PROBLEMAS (MASP) EM EMPREENDIMENTOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO**

Porto Alegre
2018

LANA OTT IHME

**A APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO
DE PROBLEMAS (MASP) EM EMPREENDIMENTOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Luís Isatto

Porto Alegre
2018

LANA OTT IHME

**A APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO
DE PROBLEMAS (MASP) EM EMPREENDIMENTOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, 03 de dezembro de 2018

Prof. Eduardo Luis Isatto
Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Eduardo Luis Isatto
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Ana Paula Kloeckner
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CIP - Catalogação na Publicação

Ihme, Lana Ott
A APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE
PROBLEMAS (MASP) EM EMPREENDIMENTOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL: ESTUDO DE CASO / Lana Ott Ihme. -- 2018.
63 f.
Orientador: Eduardo Luis Isatto.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de
Engenharia, Curso de Engenharia Civil, Porto Alegre,
BR-RS, 2018.

1. Método de Análise e Solução de Problemas. 2.
Ferramentas da Qualidade. 3. Ciclo PDCA. 4.
Produtividade. 5. Construção Civil. I. Isatto, Eduardo
Luis, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Obrigado, meu Deus, por iluminar o meu caminho durante a realização desta pesquisa. A fé que tenho no senhor foi combustível para minha disciplina, persistência e força. Agradeço todas as bênçãos que recaíram, não só sobre mim, mas também sobre todos aqueles que amo.

Agradeço aos meus pais, Paulo e Lisiane, meus maiores exemplos. Obrigada por cada incentivo e orientação, pelas orações em meu favor, pela preocupação para que estivesse sempre andando pelo caminho correto. Obrigada por estarem ao meu lado sempre!

Ao meu irmão, Gabryel, pelo incentivo, ainda que à distância, obrigada pelas palavras de ânimo sempre.

Aos meus tios, avó, tia-avó, primos eu quero que saibam que reconheço tudo que fizeram por mim, a força que inculcaram no meu pensamento para não desistir e o conforto de saber que nunca estarei só e serei sempre capaz de tudo por maiores que sejam as dificuldades.

Gostaria de agradecer também ao meu namorado Rafael, grande incentivador que se desdobrou em esforços para me ajudar durante a elaboração desse trabalho. Obrigada pela atenção e carinho e por sempre ter uma palavra de conforto nos momentos difíceis. Agradeço também à sua família pelo acolhimento e por todo o incentivo.

Também tenho de agradecer aos meus amigos. Obrigado pelos inúmeros conselhos, apoio, compreensão. As risadas, que vocês compartilharam comigo nessa etapa tão desafiadora da vida acadêmica, também fizeram toda a diferença.

Ao meu orientador Prof. Eduardo Luis Isatto, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho. Sua orientação, correções e dicas fizeram toda a diferença no resultado deste trabalho.

Aos meus chefes e colegas de trabalho, os quais nunca mediram esforços em me apoiar durante todo o período da faculdade.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada!

*“A qualidade nunca se obtém por acaso;
esta é sempre o resultado do esforço
inteligente. “*

John Ruskin

RESUMO

Este trabalho busca estudar a viabilidade da aplicação do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) na Construção Civil. O MASP permite a resolução de problemas de forma científica buscando atuar nas causas-raiz e já é muito empregado nas indústrias dos demais segmentos, mas ainda é desconhecido pela maioria das empresas do ramo da construção civil, o que faz com que estas empresas, pela falta de um método científico, acabem apenas atuando nas consequências e não nas causas dos problemas. A partir da realização de uma revisão da bibliografia envolvendo o MASP e as ferramentas da qualidade – necessárias para a execução do método – foi feito um estudo de caso empregando o método para resolução de dois problemas encontrados em um canteiro de obras. Na primeira aplicação (agindo sobre o serviço de instalação de esquadrias de alumínio) houveram vários avanços, que implicaram em mudança dos procedimentos e demonstraram com sucesso a aplicação do método; ainda que houvesse limitação por parte da companhia em alterar o concreto para um material auto adensável, resolvendo a causa-raiz principal do problema, e ainda permitiu que se agisse também nas causas secundárias. A segunda aplicação foi mais complicada, haja vista que houveram muitas mudanças de procedimento durante a aplicação do método, o que dificultou a identificação da causa-raiz e também comprometeu a confirmação da eficácia das mudanças, desta forma, a aplicação resultou inconclusiva. A grande conclusão que se tira do trabalho é que há viabilidade em aplicar o MASP na construção civil e, mais que isso, há um grande ganho potencial em resolver os problemas de obra de forma científica, agindo nas causas-raiz e impedindo o retorno do problema.

Palavras chaves: Método de Análise e Solução de Problemas, MASP, Ferramentas da Qualidade, Ciclo PDCA, Produtividade, Construção Civil

ABSTRACT

This paper seeks to study the viability of applying the QC-Story in Construction. The QC-Story allows the resolution of problems in a scientific way, seeking to work in root-causes and is already common in many industries, but is still unknown by most companies in the field of construction, which makes these companies, for lack of a scientific method, end up only acting on the consequences and not on the causes of the problems. After a review of the bibliography involving the QC-Story and the quality tools - needed for the execution of the method - a case study was done using the QC-Story method to solve two problems found in a construction site. In the first application - acting on the service of installation of windows - there were several advances, which implied in changing the procedures and successfully demonstrated the application of the method, although there was a limitation on the part of the company in altering the concrete for a self-compacting material which would solve the main root-cause of the problem, and also the method allowed it to act on secondary causes as well. The second application was more complicated, since there were many changes of procedure during the application of the method, which made it difficult to identify the root-cause and compromised the analysis of the effectiveness of the changes, in this case, the application was inconclusive. The great conclusion drawn from the paper is that there is viability in applying the QC-Story in construction and, more than that, there is a great potential gain in solving the problems of construction in a scientific way, acting in the root-causes and preventing the return of problems.

Key Words: QC-Story, Quality Tools, PDCA Cycle, Productivity, Construction

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo do uso do Diagrama de Pareto	22
Figura 2 – Exemplo do uso do Diagrama de Ishikawa	24
Figura 3 – Folha de Verificação	25
Figura 4 – Exemplos de aplicação de histogramas	27
Figura 5 - Exemplo de processos aceitáveis e não aceitáveis	28
Figura 6 – Exemplo de aplicação de diagrama de dispersão	29
Figura 7 – Exemplo de formas de diagrama de dispersão	30
Figura 8 – Exemplo de aplicação de gráfico de controle	31
Figura 9 – Símbolos gráficos usados em um fluxograma	32
Figura 10 – Exemplo de um relatório A3	33
Figura 11 – Itens conferidos nos serviços de esquadria de alumínio	37
Figura 12 – Distribuição de Pareto dos serviços conferidos em obra	38
Figura 13 – Detalhe do trabalhador precisando se projetar	39
Figura 14 – Método de Ishikawa de retrabalho em colocação de janelas	40
Figura 15 – Ocorrências relacionadas aos apontamentos no diagrama de Ishikawa ...	40
Figura 16 – Situação dos vãos das esquadrias e vedação ineficaz com PU	42
Figura 17 – Tratamento dos vãos	44
Figura 18 – Situação dos vãos após tratamento e vedação do PU	45
Figura 19 – Ocorrências relacionadas a esquadrias antes e após mudanças	46
Figura 20 – Lista de EPI's para colocação de esquadrias com a inclusão de luva química	47
Figura 21 – Desplacamento em cerâmicas/dias desde a entrega do condomínio	49
Figura 22 – Desplacamento de cerâmica em apartamento entregue	50
Figura 23 – Método de Ishikawa de deslocamento em cerâmica	51
Figura 24 – Desplacamento em cerâmica ao longo do 1º ano desde o assentamento.	52
Figura 25 – Alterações nos procedimentos relacionados ao assentamento cerâmico.	54
Figura 26 – Cerâmica não aderida sem limpeza do engobe	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Processo da aplicação do MASP	18
Quadro 2 – Comparativo de custo de reparo entre obras	50
Quadro 3 – Comparativo em relação à patologia de revestimento cerâmico	56
Quadro 4 – Comparativo em relação à patologia de revestimento cerâmico (%) ..	57
Quadro 5 – Uso das ferramentas da qualidade (conclusão).....	59

LISTA DE SIGLAS

TQC – Controle da Qualidade Total

MASP – Método de Análise e Solução de Problemas

FV – Ficha / Folha de Verificação

PDCA – Planejar, Agir, Checar, Agir (*Plan, Do, Act, Check*)

PDA – Plano de Ação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 DIRETRIZES PARA A PESQUISA	13
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	13
2.2 OBJETIVO DA PESQUISA	13
2.2.1 Objetivo Principal	13
2.2.2 Objetivos Secundários	13
2.3 PREMISSA	13
2.4 LIMITAÇÕES	14
2.5 DELINEAMENTO	14
3 REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1 O CONCEITO TQC	16
3.2 O MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP)	18
3.3 AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE	21
3.3.1 A Análise de Pareto	22
3.3.2 O Diagrama de Ishikawa	23
3.3.3 Folha de Verificação	25
3.3.4 Histograma	26
3.3.5 Diagrama de Dispersão	28
3.3.6 Gráfico de Controle – Controle Estatístico de Processo	31
3.3.7 Fluxograma de processo	32
3.4 A FERRAMENTA A3	33
4 ESTUDO DE CASO	36
4.1 ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	36
4.1.1 Situação Atual	36
4.1.2 Observação e dados	38
4.1.3 Análise	41
4.1.4 Ação	43
4.1.5 Estudo da Eficácia	44
4.1.6 Padronização	46
4.1.7 Conclusão	47
4.2 DESPLACAMENTO DE CERÂMICAS	48
4.2.1 Situação Atual	48
4.2.2 Observação e dados	51
4.2.3 Análise	52
4.2.4 Ação	55
4.2.5 Estudo da Eficácia	56
4.2.6 Padronização	57
4.2.7 Conclusão	57
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
6 REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, as regras de produção industrial – controle rígido dos processos, previsibilidade e controle das variáveis e racionalidade no uso dos materiais - não eram aplicadas no mercado de construção civil, que em geral era propenso a muitas falhas e muitas variáveis fora de controle e o controle exercido sobre processos e produtos era superficial e ineficiente. Entretanto, com o passar do tempo, mais e mais a construção civil têm se aproximado de um conceito de fábrica de edifícios e, portanto, cada vez mais tem feito sentido utilizar conceitos anteriormente aplicados apenas na indústria nos canteiros de obras.

Frente a essa situação, surge a necessidade de um maior gerenciamento e controle da qualidade, objetivando identificar problemas relevantes e resolvê-los de forma estruturada. Assim, a figura do engenheiro que “apaga incêndios” é substituída pelo profissional “cientista”, que soluciona os problemas de forma estruturada, utilizando ferramentas para otimizar a identificação dos problemas e de suas causas, elaborando hipóteses e encontrando meios de resolver e impedir que o problema se repita.

Portanto, é fundamental que o engenheiro seja capaz de identificar a causa do problema e atuar de forma eficaz na sua eliminação, para tanto, ele precisa do apoio de ferramentas e métodos concebidos para esse fim, como o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP). Entretanto, o MASP não foi concebido para as particularidades da construção civil. Assim, surge o questionamento, é possível aplicar o Método no ambiente de obras? Ou ainda, quais as limitações de sua aplicação?

O presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa atuante na construção civil, através do levantamento de dados de duas obras já concluídas, com a aplicação do MASP na solução de dois problemas considerados os mais relevantes que nelas se apresentavam.

Após revisão bibliográfica, com enfoque em Controle da Qualidade Total (TQC), no Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) e nas ferramentas da qualidade, os referidos problemas de obra foram analisados, buscando demonstrar como a utilização do MASP e das ferramentas da qualidade pode auxiliar a bloquear as causas e assim diminuir a ocorrência de falhas. Ainda, foi feita uma análise quanto a eficiência das diversas ferramentas da qualidade na identificação e controle dos processos.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

Para a elaboração do seguinte trabalho, foram definidas as diretrizes a seguir que determinaram seu desenvolvimento.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa que orientou o trabalho foi: Existe viabilidade de aplicação do MASP para a resolução de problemas no contexto das obras de construção?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos são divididos em objetivo principal e secundários e estão descritos abaixo.

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do trabalho é estudar a viabilidade da aplicação do MASP para resolver problemas da construção civil.

2.2.2 Objetivos Secundários

Os objetivos secundários são:

- a) Analisar a viabilidade de uso e eficácia das ferramentas de qualidade para a solução de problemas em obras da construção civil.
- b) Identificar as eventuais adaptações necessárias ao uso das ferramentas da qualidade para aplicação no contexto da construção civil.

2.3 PREMISSA

A premissa principal do trabalho é que as ferramentas de gestão da qualidade são capazes, se implementadas corretamente, de reduzir os retrabalhos na construção civil e de melhorar a qualidade do produto.

2.4 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- Considerar apenas as atividades de instalações prediais e de acabamentos, não se focando no sistema estrutural e construtivo, uma vez que esse procedimento é mais engessado na companhia e menos passível de alterações.
- Geração da proposta de intervenção baseada em pesquisa bibliográfica, uma vez que durante o trabalho não será executado testes em laboratório para encontrar a melhor solução;
- Aplicação em obras em andamento se utilizando de dados em obras já finalizadas, retirando destas uma série de dados históricos para permitir as análises.
- Aplicação restrita a obras que já utilizem um sistema de mapeamento das inconformidades geradas por falhas no processo produtivo, uma vez que se parte de um pressuposto de que o processo está sendo acompanhado e supervisionado e que há um registro das falhas apontadas.

2.5 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas a seguir:

- Pesquisa Bibliográfica
- Levantamento e identificação de inconformidades
- Elaboração, através da ferramenta MASP, de soluções que resolvam de forma estruturada e definitiva os problemas identificados;
- Implementação das propostas, com verificação da eficácia;
- Análise e considerações finais quanto a eficácia da aplicação dos métodos.

A pesquisa bibliográfica foi realizada durante todo o trabalho e direcionada aos temas de Controle da Qualidade Total (TQC) e ao Método de Análise e Solução de Problemas (MASP ou QC Story) e às Ferramentas da Qualidade, indispensáveis para o TQC e MASP. Através dela foi estabelecida a base teórica do trabalho e também estudadas as ferramentas da qualidade a serem utilizadas no desenvolvimento da

solução dos problemas de obra. No decorrer do trabalho, também foi realizada pesquisa bibliográfica em temas específicos, com enfoque mais direcionado, buscando atender demandas específicas identificadas ao longo do trabalho.

Uma vez estabelecido o referencial teórico relativo ao MASP e identificadas as ferramentas da qualidade, foi feito o levantamento das inconformidades que se apresentavam na obra, identificando utilizando as ferramentas da qualidade para identificar aquelas mais relevantes. A partir desse levantamento, e dentre aqueles problemas considerados mais relevantes, foram escolhidos dois problemas para aplicação prática do MASP.

A partir de então, para cada um dos problemas foi feita a aplicação do MASP e das ferramentas da qualidade, e a posterior elaboração de planos de ação, visando atuar nas causas de tais problemas e diminuir a sua ocorrência.

Após a elaboração do plano de ação, foi realizada sua implantação, com a posterior verificação da sua eficácia. Tal procedimento foi realizado simultaneamente e em separado para cada um dos problemas investigados.

Por fim, foi feita uma avaliação do MASP e da eficácia das ferramentas para a solução dos problemas abordados, bem como a identificação das eventuais necessidades de adaptação das mesmas ao contexto estudado.

3 O CONTROLE DA QUALIDADE

Conforme Vaz (2017), toda organização que tenha como meta zelar pela qualidade buscará implantar ações que possibilitem analisar seus processos, produtos e sistemas, de forma a identificar e solucionar todos os problemas que foram encontrados. Esse controle e manutenção da qualidade permite que as empresas reduzam custos e otimizem o uso de seus recursos, além de possibilitarem que as empresas adquiram reconhecimento de mercado e fortaleçam suas marcas.

3.1 O CONCEITO TQC

De acordo com Feigenbaum (1994, p. 6), criador do Controle Total de Qualidade (TQC), ele é “Um sistema eficiente que visa integrar esforços para desenvolvimento, manutenção e aperfeiçoamento da qualidade de vários grupos de uma organização, de forma a permitir marketing, engenharia, produção e assistência dentro dos níveis mais econômicos e que possibilitem satisfação integral do consumidor.”.

O Controle da Qualidade Total (TQC) é um sistema administrativo de gestão da qualidade do processo e, por consequência, do produto que teve sua concepção em ideias americanas e foi aperfeiçoado pelo Japão. Primeiramente, é importante ressaltar que no TQC define-se problema como resultado indesejável de um trabalho (CAMPOS, 2004).

O conceito do TQC é atuar sobre as causas dos problemas, para modificar a cultura de agir para resolver um problema e entender que problemas são o resultado indesejável de um processo, e que se deve atuar sobre o processo para evitar que o problema continue ocorrendo (Campos, 2004, p. 22).

Controle de processo é o primeiro passo, sem o qual não é possível pensar em qualidade, ele é a essência do gerenciamento. Processos são gerenciados pelos itens de controle, e os resultados de cada item de controle devem ser mensurados e acompanhados (Campos, 2004). Um item de controle, segundo Campos (2004), consiste em um índice numérico estabelecido sobre os efeitos de cada processo para medir sua qualidade total.

Ainda, conforme afirma Campos (2004, p. 23), “para conduzir um bom gerenciamento, temos que, numa primeira instância, aprender a localizar os problemas e então aprender a resolver esses problemas”. Sem promover um eficiente controle do

processo é impossível que a tomada de decisões se dê de forma concreta e consciente, uma vez que serão baseadas em intuições e não em dados concretos.

Partindo do controle do processo, adentra-se no controle da qualidade do produto. Antes, é fundamental planejar-se de forma clara e objetiva qual é o nível de qualidade que se deseja obter e quais são os limites aceitáveis das variações, que são as especificações do produto e seus componentes. Tendo-se definido padrões de qualidade desejados, pode-se aplicar o controle para acompanhar os resultados dos processos intermediários e a qualidade final do produto.

Com o passar dos anos, o conceito se ampliou e começou a abranger trabalhadores de todas as áreas da empresa para efetuarem o controle da qualidade, como defende Campos (2004, p. 15) “TQC é o controle exercido por todas as pessoas para a satisfação da necessidade de todas as pessoas.”.

Ainda, de acordo com Campos (2004), o conceito da qualidade total acabou por englobar todos os aspectos, tais quais:

- Qualidade – muito ligada à satisfação do cliente. Este índice é medido através das características da qualidade dos serviços finais ou intermediários. É a qualidade de todos os aspectos, desde a qualidade dos objetivos, dos treinamentos até a qualidade dos serviços executados.
- Custo – finais ou intermediários, aqui também importa o preço, pois ele deve refletir a qualidade do bem entregue ao consumidor.
- Entrega – mede-se as condições de entrega do produto ou dos serviços (finais ou intermediários) e o prazo de entrega.
- Moral – aspecto que mede o nível médio de satisfação dos funcionários da empresa, através do índice de reclamações trabalhistas, faltas, demissões entre outros.
- Segurança – dos usuários do produto e dos trabalhadores dentro da empresa.

Além disso, Jablonski, em seu livro “Implementando o controle total de qualidade: competindo nos anos 90” (1990), defende que os principais princípios do controle total de qualidade (Total Quality Management) devem ser o foco no cliente, o foco tanto no resultado quanto no processo, prevenção invés de inspeção, treinamento, conhecimento da mão de obra, decisões tomadas com base em fatos e feedback – entre áreas, entre pessoas.

3.2 O MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP)

Segundo Campos (2004, p. 237) “a análise de processo deve ser praticada por todas as pessoas da companhia e é uma das principais atividades do TQC” e “o ‘método de solução de problemas’ [...] é peça fundamental para que o ‘controle da qualidade possa ser exercido’.” (Campos, 2004, p. 235).

Ainda, afirma Kume (1985, p. 192) que “é um método de solução de problemas [...] no qual as causas do problema são investigadas pelo ponto de vista dos fatos, e as relações de causa-efeito são analisadas precisamente, evitando decisões infundadas”. Segundo Campos (2004), o MASP é composto por oito passos principais, apresentados no Quadro 2.

Quadro 1 – Processos da aplicação do MASP

MÉTODO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS - “QC STORY”.			
PDCA	FLUXO-GRAMA	FASE	OBJETIVO
P	①	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	②	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.
	③	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	④	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	⑤	Execução	Bloquear as causas fundamentais.
C	⑥	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	⑦	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	⑧	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	⑨	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

(fonte: adaptado de CAMPOS, 2004)

Os passos descritos no Quadro 1 são detalhados por Campos (2004) como segue:

Na identificação do problema, escolhe-se qual setor vai ser objeto de abordagem, então se mapeia o problema, com que frequência ocorre, qual o índice de retrabalhos que gera, dentre outros. Após faz-se uma análise de Pareto identificando quais são os problemas e as metas a serem atingidas e se nomeiam responsáveis por solucionar o problema.

Na etapa de Observação, se faz uma análise de Pareto e uma lista de verificação, identificando todas as causas que podem ter gerado o problema (se é o indivíduo, a matéria prima, o local, o tempo, dentre outros). Assim, descobre-se as características do problema e se define com maior precisão a meta a ser atingida.

Então é realizada uma análise das causas identificadas (através de diagramas de causas e efeitos), se elegendo as mais prováveis. Se procede então a coleta de informações adicionais até que se encontre uma causa fundamental.

Uma vez identificada a causa fundamental, se elabora um plano de ação em discussão com o grupo envolvido, objetivando sua eliminação. A seguir, com um plano de ação bem estruturado, se treinam os funcionários e se verifica que eles estão executando as ações conforme o treinamento. Se verifica, na próxima etapa, a eficácia da solução, o quanto ela reduziu os problemas e se ela resolveu de forma definitiva a causa fundamental. O próximo processo é criar uma padronização para os treinamentos a todos os trabalhadores e se acompanha a utilização do padrão. Por fim se conclui através de análise dos resultados e demonstrações gráficas e se reflete sobre as atividades da solução de problemas – como se deu todo o processo, se ele foi cumprido dentro do cronograma, como foi a participação dos membros, etc.

O especialista em controle da qualidade Hitoshi Kume, em seu livro Métodos Estatísticos para a Melhoria da Qualidade (1985) também trata dos passos do MASP, apresentando-o como QC Story (História do controle de qualidade). Em geral a abordagem de Kume (1985) é bem semelhante a abordagem de Campos (2004), mas algumas diferenças e complementos podem ser apontados, conforme abaixo:

Na etapa de identificação do problema, Kume ressalta a importância de criar uma programação com datas específicas para a aplicação do método, também ele ressalta a importância de todos os envolvidos com o processo estarem cientes de sua importância, ou isso causará com que estes não estejam completamente envolvidos no projeto.

Durante a etapa de observação, Kume também ressalta as perspectivas mínimas que devem ser observadas nessa fase, que ele considera os mais importantes: tempo (quando ocorre), lugar (onde ocorre), tipo (o problema é igual para diversos produtos) e sintomas (exatamente como ocorre, em um lugar ou em toda a peça). Ele também ressalta que a observação deve-se basear sempre em dados e não em opiniões.

No terceiro item, semelhante ao que Campos (2004) defende, Kume também argumenta da importância de dividir o item em duas partes, uma identificando todas as

possíveis causas principais e após testes de hipótese para verificar qual causa é a mais representativa e que gera mais inconformidades. Neste ponto, ambos aconselham o uso do diagrama de Ishikawa para identificação das causas.

Kume une os pontos 4 e 5 de Campos (2004) neste item. Neste ponto Kume defende que o tratamento do problema sempre deve ter como objetivo eliminar as causas para impedir o reaparecimento do problema e também argumenta para haver cuidado quanto ao aparecimento de novos problemas devido a solução do problema apresentada.

No ponto de checagem, Kume ressalta a importância de utilizar o mesmo tipo de gráfico para comparar a situação antes e depois dos planos de ação para tratar as causas terem sido implementados. Ele também sugere sempre representar em termos monetários a melhora após a implementação dos planos de ação.

Também é ressaltada a importância da padronização, sendo que Kume sugere utilizar os 5 W 2 H (onde, quando, o quê, quem, por que, como e quanto) para executar a padronização, para que, com o passar do tempo, o erro não volte a ocorrer.

O ponto final é a conclusão, ponto em que se deve fazer um resumo do trabalho, identificar os problemas remanescentes e pontos para resolver esses problemas, verificar o que funcionou e o que não funcionou dentro do método.

Por outro lado, Omachonu & Ross, em seu livro *Princípios da Qualidade Total* (2004), também fazem uma abordagem do MASP, apresentando-o como *QI Story* (História do Melhoramento da Qualidade).

Os passos são bem semelhantes, (i) envolvendo identificar o problema e sua importância; (ii) observar e identificar as causas do problema; (iii) analisar e identificar as causas raízes, sendo que nesse ponto os três autores concordam em fazer um diagrama de causa e efeito, e Omachonu & Ross(2004) ressaltam a importância deste ser um diagrama iterativo, uma vez que vários aspectos precisarão serem analisado.

Omachonu & Ross(2004), (iv) sugerem utilizar duas abordagens: ações corretivas para reduzir o impacto do problema até a elaboração de uma proposta de ação preventiva, que é o objetivo do MASP. Ele também ressalta a importância de verificar o impacto financeiro de custo/benefício de cada um dos planos preventivos, para verificar sua viabilidade financeira.

Por fim, o quinto passo(v) envolve verificar se a solução foi efetiva. Neste passo, Omachonu & Ross (2004) defendem o uso dos mesmos sistemas de mapeamento de dados que foram utilizados antes da implantação do plano, para garantir que sejam

gerados os mesmos dados. O 6º passo, (vi) como nos demais, determina a padronização da ação preventiva que tenha obtido sucesso para impedir que o problema volte a ocorrer.

É interessante perceber que Omachonu & Ross (2004) dão muita importância ao último passo, o de determinar as futuras ações, ressaltando a importância do time envolvido na aplicação do MASP fazer uma reflexão de todos os erros e acertos para melhorar sua eficácia nas próximas aplicações, também dando um direcionamento para qual deve ser o próximo problema a ser trabalhado para que haja melhoria contínua.

Além disso, Omachonu & Ross (2004) dão outras considerações, falando da importância de um líder de equipe quando da aplicação do QI Story, para manter o engajamento da equipe, bem como de treinamentos para a aplicação todas as ferramentas que venham a ser necessárias para desenvolver o ciclo MASP. Além disso, sabendo que o MASP em geral envolve um time de pessoas de diversas áreas, ele defende que todos na empresa recebam treinamentos para melhorar o trabalho em grupo, uma vez que a maior parte dos processos que falha se dá pela dificuldade do trabalho em equipe, e não pelo nível de complicação do problema.

Ainda, conforme Seleme & Stadler (2012), “o MASP deve ser utilizado de modo sistêmico nas organizações, uma vez que sua adequada aplicação conduz à solução de problemas e à sistematização dos resultados, o que, conseqüentemente, poupa recursos e provê essas instituições de uma base de dados que poderá traduzir-se em diferencial competitivo de mercado.

3.3 AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Para auxiliar no gerenciamento da qualidade e na correta tomada de decisões, foram desenvolvidas diversas ferramentas, abaixo estão definidas as principais ferramentas que serão aplicadas no desenvolver do trabalho. Nessa primeira etapa, todas as ferramentas serão desenvolvidas e descritas, e posteriormente quando da aplicação será feita a verificação de quais as mais adequadas.

3.3.1 A Análise de Pareto

O Diagrama de Pareto é uma figura simples que visa dar uma representação gráfica à estratificação (Campos, 2004, p. 204). O princípio é conhecido como Lei 20/80, ou seja, 20% dos esforços são responsáveis por 80% dos resultados. O significado dele é aplicável nos mais diversos dos campos, no conceito de gestão da qualidade, pode-se citar alguns:

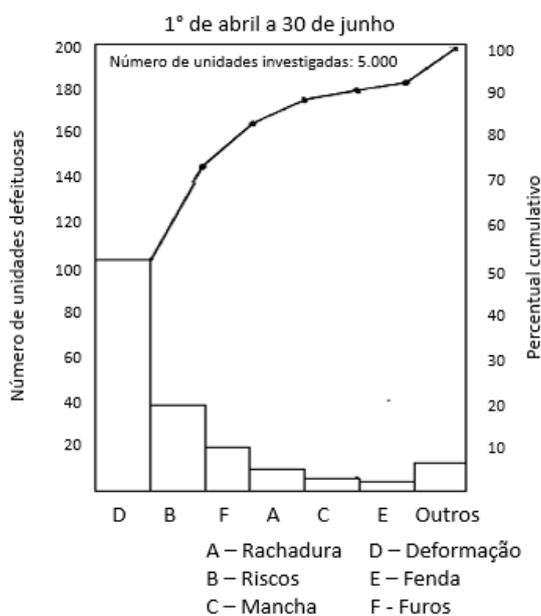
- 20% dos serviços são responsáveis por 80% dos problemas;
- 20% do tempo gasto em planejamento economiza 80% do tempo de execução.
- 20% dos defeitos são responsáveis por 80% das reclamações.

O que Pareto sugere é que existem itens críticos – aos quais deve-se ser dada toda a atenção - e itens triviais. Para fazer essa diferenciação, se usa um modelo gráfico que classifica em ordem decrescente de importância os itens (KUME, 1985).

A análise de Pareto é provavelmente uma das ferramentas de gestão da qualidade mais úteis, no sentido de ajudar a identificar o que deve ser priorizado, ela pode ser utilizada tanto para identificar quais são os problemas que devem ser resolvidos com mais urgência, quanto para – aliada ao diagrama de Ishikawa (item 3.3.2) – identificar qual a causa que gera o maior número de problemas.

Abaixo, na Figura 1, temos um exemplo de diagrama de Pareto:

Figura 1 – Exemplo de uso do Diagrama de Pareto



(fonte: adaptado de KUME,1985)

Conforme demonstra Kume (1985), a elaboração de um diagrama de Pareto segue 10 passos simples, conforme seguem:

- (i) Decida quais problemas devem ser investigados e como coletar os dados – percentual de itens com defeito, perdas em termos monetários, acidentes; decida quais dados serão necessários e como classificá-los; determine como obter os dados e durante qual período.
- (ii) Crie uma ficha de verificação listando os itens, com espaço para gravar os totais. Após, preencha a tabela e calcule os totais. Então, crie uma planilha listando os itens, os totais individuais, o total cumulativo e as percentagens individuais e as percentagens cumulativas. Posteriormente, organize os itens na ordem de quantidade e preencha a planilha com os dados.
- (iii) Faça dois eixos verticais – quantidade individual e percentagem acumulada, e um horizontal – itens classificados. Então, construa um diagrama de barras. Após desenhe uma curva cumulativa (curva de Pareto). Marque os valores cumulativos por item e crie uma linha sólida ligando os pontos. Finalmente, escreva os itens necessários no diagrama – títulos, unidades, período, assunto, local da investigação.

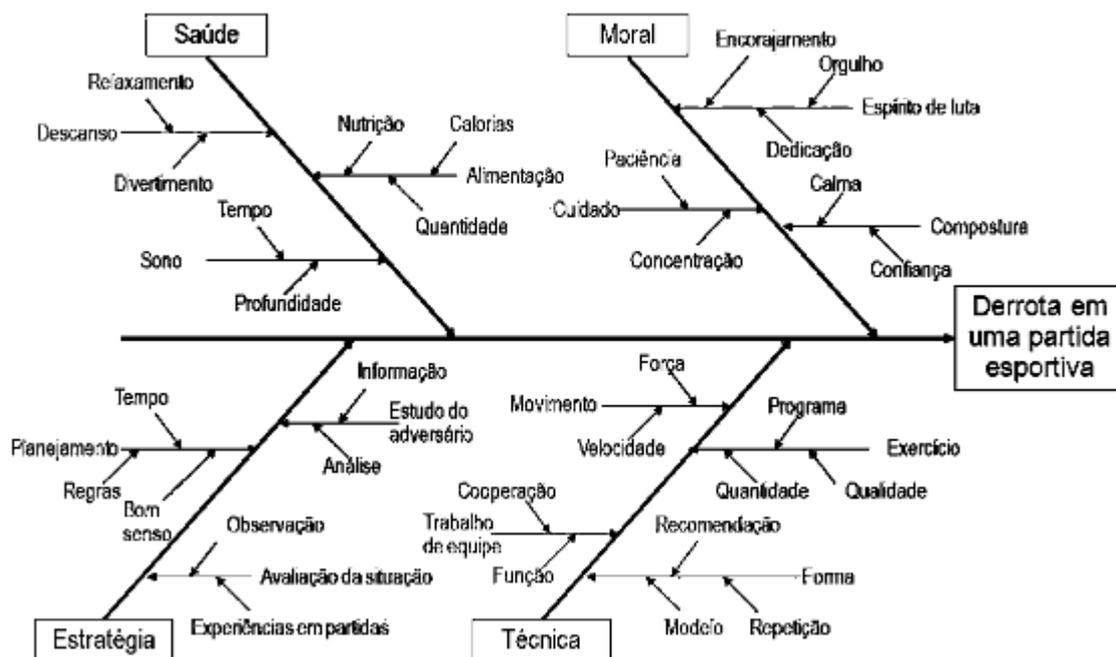
3.3.2 O Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa-efeito ou de espinha de peixe, foi criado por Kaoru Ishikawa em 1953, durante uma discussão entre engenheiros sobre quais fatores poderiam estar gerando um problema de qualidade. Inicialmente o diagrama foi usado em ambientes industriais, e permite a identificação e análise das causas de variação do processo (KUME, 1985).

A análise de processo é a análise que esclarece a relação entre os fatores de causa no processo e os efeitos como qualidade, custo, produtividade, etc., quando se está engajado no controle de processo. O controle de processo tenta descobrir os fatores de causa que impedem o funcionamento correto dos processos. Ele procura assim a tecnologia que possa efetuar o controle preventivo. Qualidade, custo e produtividade são efeitos ou resultados deste controle de processo”. (ISHIKAWA, 1993).

De acordo com Kume (1985), O diagrama pode ser usado de duas maneiras, de forma científica, buscando prever todos os itens que estarão envolvidos em um processo, ou pode ser usado de forma investigativa, buscando entender em qual dos diversos fatores de uma atividade ocorreu a falha que gerou o defeito. Sua estrutura é muito parecida com uma espinha de peixe, e fica demonstrada no exemplo abaixo:

Figura 2 – Exemplo de uso do Diagrama de Ishikawa



(fonte: adaptado de KUME, 1985)

Ainda, é possível compreender o diagrama de Ishikawa como um mecanismo de resolução de problemas, no qual a ferramenta é utilizada para controle da qualidade. Segundo Felix (2017), um diagrama de Ishikawa pode ser organizado em vários elementos principais, em geral se consideram: método, mão de obra, matéria prima, máquinas e meio ambiente. (FELIX, 2017)

Para elaboração de um diagrama de Ishikawa, Kume (1985) dá um direcionamento, conforme os passos abaixo:

Inicialmente, determine as características (efeito) que será analisado. Então, escolha uma característica para analisar e escreva-a na parte direita da folha, desenhe uma espinha dorsal da esquerda para direita e esquadre a característica em um retângulo. Após, escreva as principais causas que afetam as características de qualidade como grandes espinhos enquadrados em retângulos também.

Posteriormente, escreva as causas secundárias que afetam as grandes causas primárias (espinhos grandes) e as represente como espinhas pequenos. Então, determine a importância – peso – de cada fator e marque os fatores particularmente importantes que parecem ter um efeito significativo para a característica que está sendo analisada e finalmente, registre toda informação necessária.

3.3.3 Folha de verificação

Como defende Kume (1985), o primeiro passo para identificar e mapear um problema é a coleta de dados. Dela tudo deriva e não se pode realizar análise alguma a menos que já tenham-se dados coletados.

Assim, as folhas de verificação surgem como uma alternativa, pois é necessário que sejam definidos para qual propósito se faz o levantamento de dados. Os dados devem ser coletados e processados de maneira simplificada e objetiva.

Como defende KUME (1985), quanto mais pessoas processam os dados, maior a chance de erros de escrita ocorrerem, e nesse caso, a folha de verificação em um formato simples na qual os dados já ficam arranjados durante a inspeção é o modelo mais recomendado. Na figura 3, temos um exemplo disso, na qual o mapeamento de dados se torna um histograma.

Figura 3 – Folha de verificação

Deviation	Checks				Frequency
	5	10	15	20	
-10					
-9					
Specification -8					
-7					
-6					
-5	X				1
-4	X	X			2
-3	X	X	X		4
-2	X	X	X	X	6
-1	X	X	X	X	9
8.300 0	X	X	X	X	11
1	X	X	X		8
2	X	X	X		7
3	X	X	X		3
4	X	X	X		2
5	X	X	X		1
6	X	X	X		1
7					
Specification 8					
9					
10					
Total					55

(fonte: KUME, 1985)

Os defeitos também podem ser classificados por tipo de defeito, por localização onde o defeito aparece ou quantos defeitos aparecem em cada grupo de funcionários/máquinas envolvidos na produção do item. Através disso, pode-se perceber o quanto a coleta de dados de forma sistemática e inteligente melhora o processo de decisão, reduz erros operacionais no processamento de dados e faz todo o processo de gerenciamento da produção ocorrer de forma muito mais eficiente.

3.3.4 Histograma

Muitas vezes, há a impossibilidade de se testar todos os produtos – especialmente considerando que algumas vezes o próprio teste implica em destruição do material – e, portanto, deve-se fazer um teste por amostragem. O ideal é que seja feito de forma aleatória para que os poucos produtos testados (a “amostra”) consigam de fato ser representativos de todos os produtos que foram produzidos (a “população”).

É fato que, quanto maior a porcentagem de produtos testados em relação aos produtos produzidos, a informação será mais precisa, entretanto, a quantidade de dados começa a tornar a visualização da informação confusa. Para tanto, é interessante utilizarmos um histograma, para conseguir entender a informação que as amostras nos fornecem sobre a população e orientar o processo de decisão (KUME, 1985).

Os histogramas buscam representar a quantidade de vezes que uma determinada condição acontece. Um exemplo de aplicação pode ser qual é o intervalo de variação do raio de uma peça cilíndrica qualquer produzida.

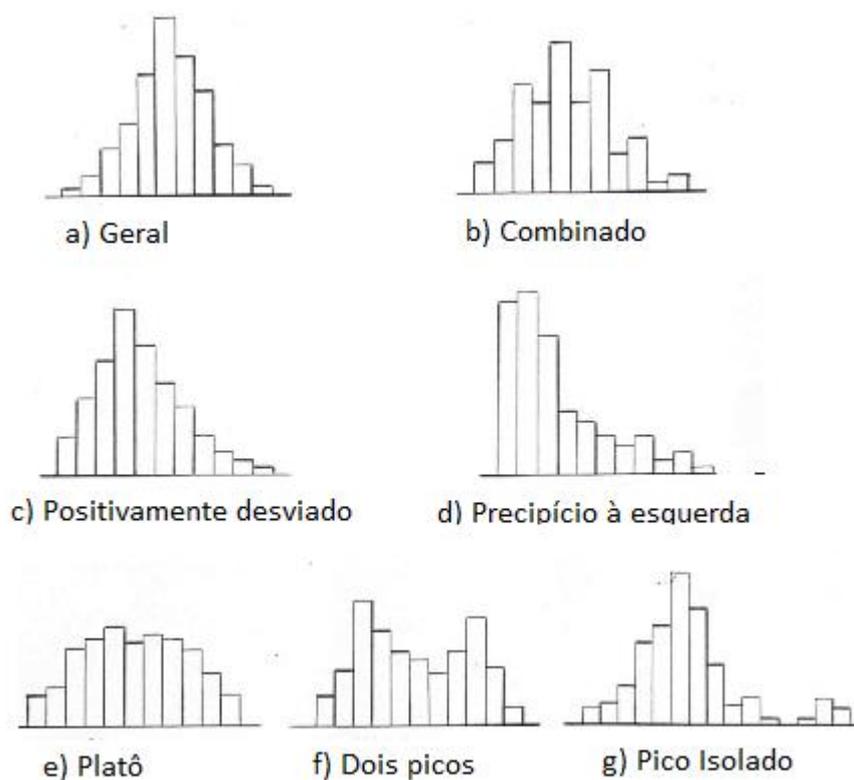
Kume, em seu livro Métodos estatísticos para a melhoria da qualidade, dá um passo a passo simplificado para a execução de um histograma (KUME, 1985).

- Em uma folha de papel, marque o eixo horizontal com uma escala.
- Marque a linha do eixo vertical com uma escala de frequência. O tamanho da classe com a máxima frequência deve ser entre 0,5 a 2 vezes a distância entre o máximo e o mínimo dos valores da linha horizontal.
- Marque a escala horizontal com os valores limites de classes
- Usando o intervalo de classe como uma linha de base, desenhe um retângulo cuja altura corresponda com a frequência naquela classe.
- Desenhe uma linha no histograma para representar a média, e também desenhe uma linha representando o limite de especificação – se houver.

- Na área em branco do histograma, escreva o histórico dos dados (período de coleta, número de dados, média, desvio padrão).

Uma vez elaborado o histograma com os dados a serem analisados, torna-se possível uma série de análises a partir da forma que ele apresenta. Vale ressaltar que a forma não é escolhida por quem está fazendo o estudo dos dados, ela é resultado dos próprios dados. As formas mais comuns de histogramas são as seguintes:

Figura 4 – Exemplos de aplicação de histogramas



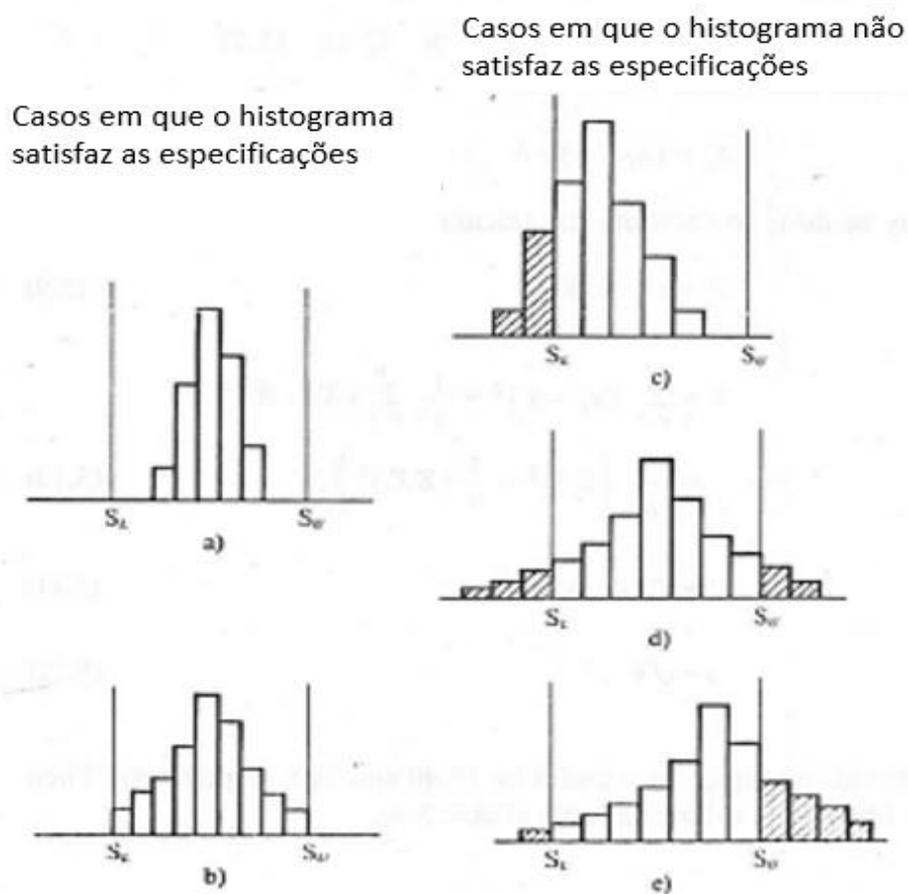
(fonte: KUME, 1985)

Cada um destes formatos indica um diferente comportamento da população amostrada. Na figura 4 tem-se o gráfico do tipo (a), intitulado geral que indica uma distribuição normal, o tipo mais comum e esperado quando não existem causas assinaláveis de variação. Já o tipo b) (combinado) pode indicar um vício na própria coleta de dados, como por exemplo a forma de arredondamento empregada na coleta de dados. O tipo c) (positivamente desviado) sugere o caso em que o limite inferior (ou superior) é controlado para atender o valor especificado, ou quando valores menores (ou maiores) de um certo valor não ocorre por algum tipo de limitação. Já o tipo d) (precipício à esquerda) indica uma distorção acentuada na população, que

frequentemente ocorre quando há um ponto de corte na população, forçando com que todos os itens abaixo do de pico não sejam considerados na população. Os três últimos indicam a mistura de diferentes populações em uma mesma amostra analisada, indicando a sobreposição de duas ou mais curvas normais; nesse caso, deve-se rever o processo de análise (KUME, 1985).

O histograma indica, ainda, se o processo está aceitável, e deve ser mantido, o que ocorre quando os intervalos de ocorrência estão dentro das especificações ou então se é necessário alterar a variabilidade no processo para tornar o diagrama mais estreito, atingindo os limites aceitáveis.

Figura 5 – Exemplo de processos aceitáveis e não aceitáveis



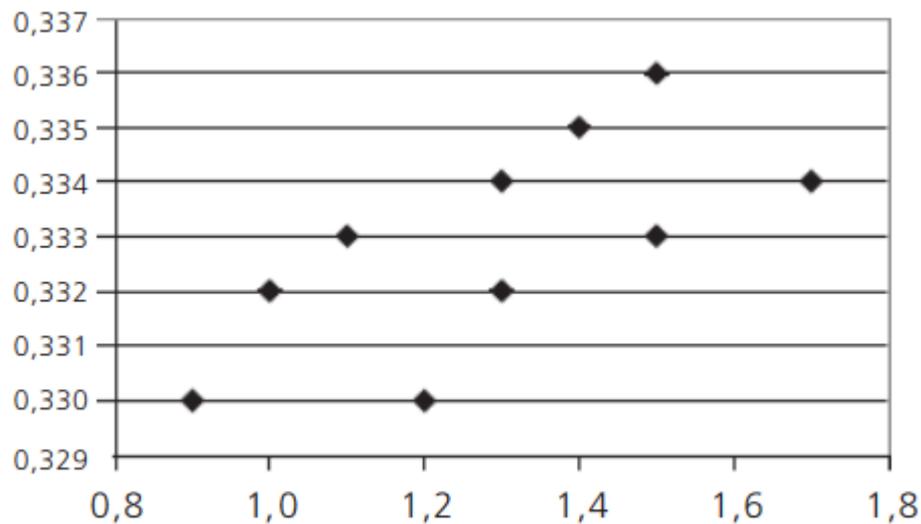
(fonte: KUME, 1985)

3.3.5 Diagrama de Dispersão

O Diagrama de Dispersão também é uma ferramenta muito interessante, uma vez que ele visa correlacionar o acontecimento de duas situações e tem aplicação nas

mais diversas áreas. Um exemplo do dia a dia poderia ser: como varia a idade do marido em relação à idade da mulher. Ele seria da forma abaixo:

Figura 6 – Exemplo de aplicação de diagrama de dispersão



(fonte: adaptado KUME, 1985)

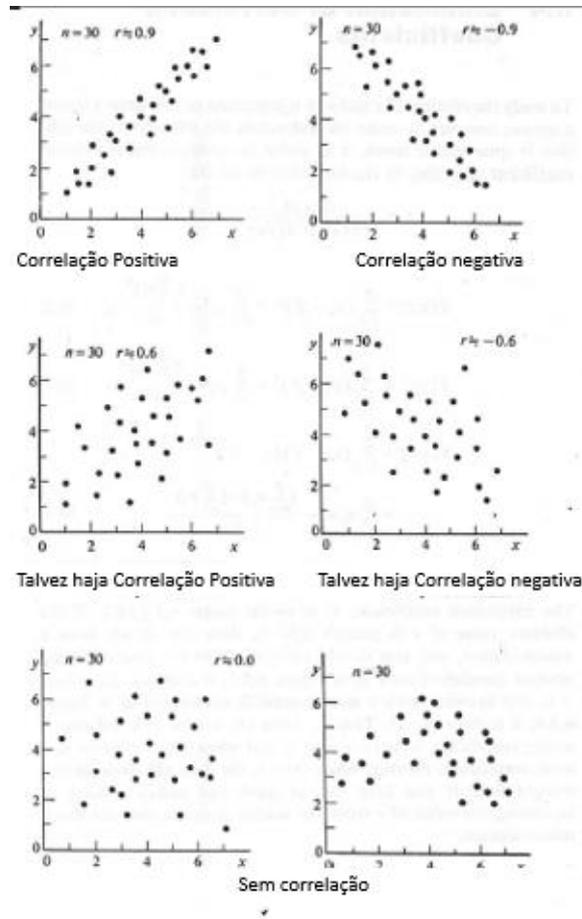
Tais diagramas podem indicar correlação positiva fraca ou forte (quanto mais A aumenta, mais B aumenta), correlação negativa fraca ou forte (quanto mais A aumenta, mais B diminui) ou não apresentar nenhuma correlação. Para tanto, é preciso também avaliar no gráfico a quantidade de pontos fora do desenho padrão, quanto mais descaracterizado ficar tal imagem, menor é a correlação entre os fatores (KUME, 1985).

Kume (1985) também dá as diretrizes básicas para a execução de diagramas de dispersão:

- Coletar pares de dados entre os quais se deseja estabelecer relação e coloque a informação em uma tabela – é desejável ter no mínimo 30 pares de dados.
- Encontre os valores máximos e mínimos para os dois pares de dados, decida as escalas dos eixos horizontais e verticais para que o tamanho fique aproximadamente igual.
- Plote os dados em um gráfico, no eixo $x - y$. Quando um par de valores se repetir, desenhe círculos concêntricos.
- Coloque todos os itens necessários (autor, número de pares de dados, títulos e unidades, intervalo de tempo, título do diagrama).

Além disso, Kume (1985) também ensina a ler os diagramas de dispersão e dá exemplos de qual a aparência dos gráficos dependendo de sua forma.

Figura 7 – Exemplo de formas de diagrama de dispersão



(fonte: adaptado de Kume, 1985)

Kume (1985) também fala do coeficiente de correlação, como forma de estabelecer a força da correlação, nesse ponto, ele descreve o coeficiente de correlação r como sendo:

$$r = \frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx) \times S(yy)}} \quad (1)$$

Onde,

r – coeficiente de correlação

$S(xx)$ - variação dentro dos valores de X

$S(yy)$ - variação dentro os valores de Y

$S(xy)$ - covariação dos valores

Kume (1985) também explica a análise do resultado de r , que quanto mais próximo o valor estiver de $|1|$, maior a correlação e quanto mais próximo de 0 , mais fraca é a correlação.

3.3.6 Gráfico de Controle – Controle Estatístico de Processo

Os gráficos de controle também consistem em uma poderosa ferramenta, que verifica a variação das especificações do produto ao longo do tempo e é capaz de dizer se o processo está ocorrendo de forma controlada ou descontrolada. Seu método considera todas as variações dos maquinários, dos funcionários e etc. e estabelece com base nisso quais são os limites superiores e inferiores de controle. Quando os pontos começam a passar destes limites, se diz que o processo está fora de controle e que soluções para este devem ser buscadas. Ainda, tal ferramenta consegue indicar se o processo está começando a sair de controle, com muitos valores consecutivos perto da região superior ou muitos perto da região inferior, permitindo a ação do gestor antes do processo sair de controle (KUME, 1985).

Um exemplo de gráfico de controle pode ser visto abaixo:

Figura 8 – Exemplo de aplicação de gráfico de controle

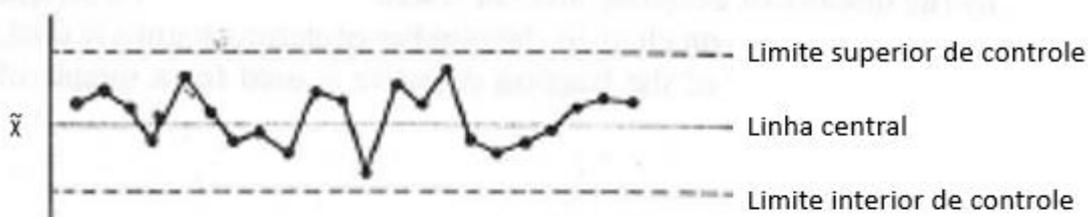


Gráfico de controle para um processo controlado

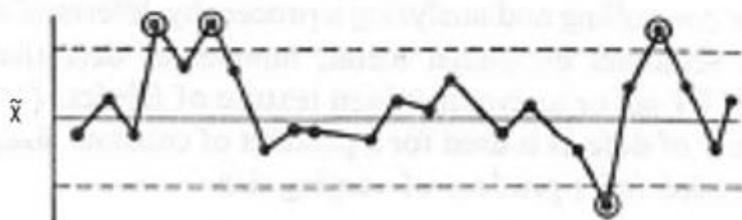


Gráfico de controle para um processo fora de controle

(fonte: adaptado de KUME, 1985)

3.3.7 Fluxograma de processo

Fluxogramas nada mais são que a descrição passo a passo do processo, permitem representar as atividades por meio de formas gráficas para facilitar a análise. Segundo FALCONI (2004), “o estabelecimento de fluxogramas é fundamental para a padronização e, por conseguinte, para o entendimento do processo”.

Fluxogramas permitem ao gerente definir a sequência e interação dos processos através de símbolos gráficos e, além disso, permitem identificar desperdícios no processo produtivo (COSTA FILHO, 2011)

Sua aplicação gera padronização – dado ao fato de que sem um sistema padronizado, as pessoas tendem a executar de formas diversas uma mesma atividade - maior rapidez na descrição dos métodos, uma fácil leitura e entendimento e melhor grau de análise da eficiência do próprio processo (FALCONI, 2004).

Abaixo, os símbolos gráficos do fluxograma e seus significados:

Figura 9 – Símbolos gráficos usados em um fluxograma

	Indica o início ou fim do processo
	Indica cada atividade que precisa ser executada
	Indica um ponto de tomada de decisão
	Indica a direção do fluxo
	Indica os documentos utilizados no processo
	Indica uma espera
	Indica que o fluxograma continua a partir desse ponto em outro círculo, com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior

(fonte: MARTINS, 2012)

3.4 A FERRAMENTA A3

A ferramenta A3 é um método criado pela Toyota, para ajudar seus funcionários a pensar e agir de forma racional. Sua estrutura mistura a execução de PDCA e metodologia científica. Permite, além de tudo, uma objetividade na representação das informações. Na Toyota, a gestão é muito orientada por resultados, entretanto, atingir metas com processos descuidados também é inaceitável (SOBEK II, 2010).

Os relatórios A3 são breves de propósito, forçando a síntese da aprendizagem adquirida durante a pesquisa. Ainda, permitem um formato padronizado, que apesar de resumido, fornece uma quantidade enorme de detalhes. Os relatórios preferencialmente contêm muitas representações gráficas, reduzidos textos explicativos. Também se busca evitar soluções que resolvam problemas em uma parte da organização e criem problemas em outras. (SOBEK II, 2010).

O relatório A3 é do formato abaixo:

Figura 10 – Exemplo de um relatório A3 (continua)

Tema: Execução de esquadrias de alumínio

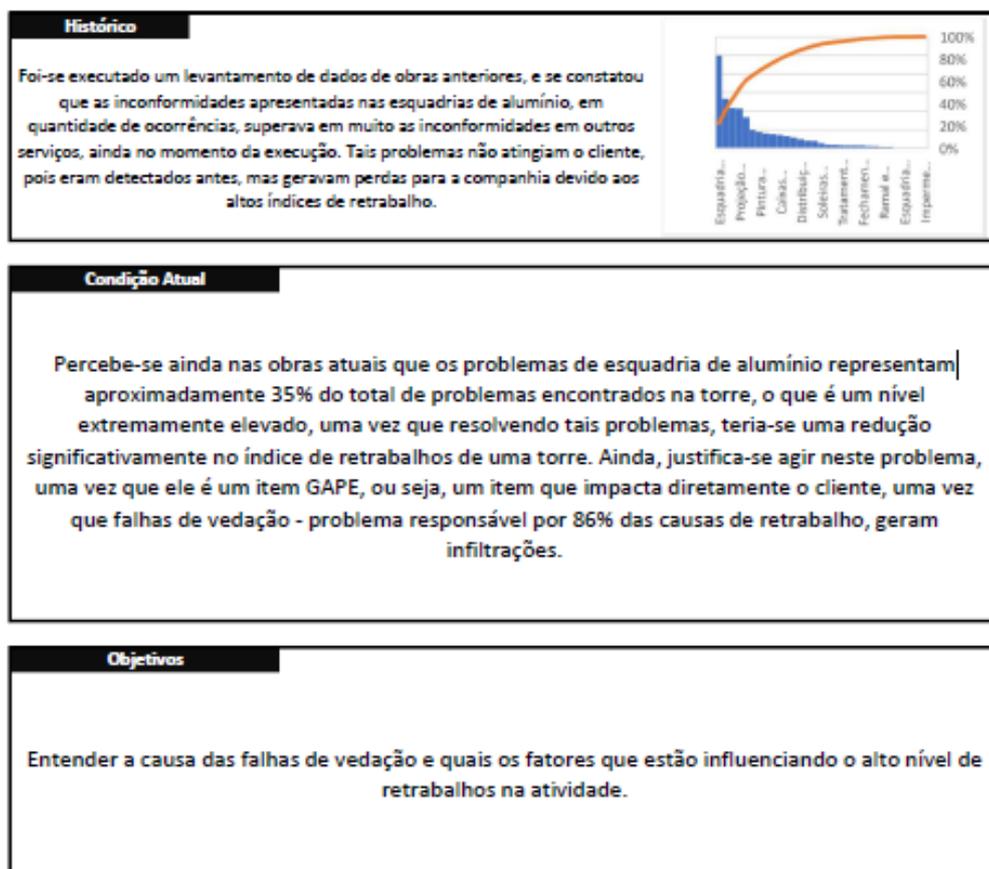
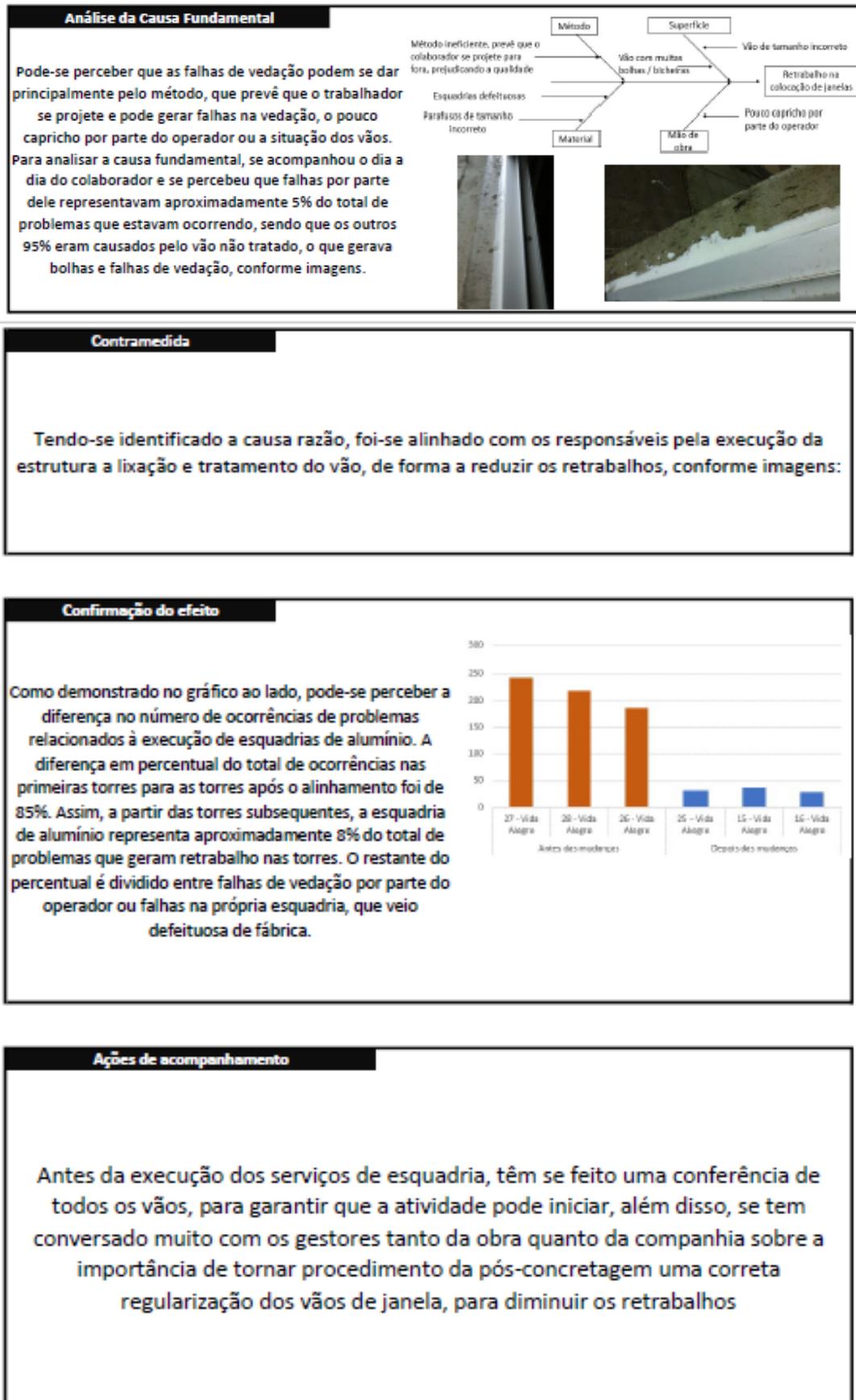


Figura 10 – Exemplo de um relatório A3 (conclusão)



(fonte: elaborado pelo autor)

O que permite perceber que ele segue uma sequência lógica, se voltando inicialmente ao histórico da situação, à condição atual, aos objetivos da intervenção, passando por uma análise da causa fundamental que gera contramedidas. Após se verifica a eficácia das medidas aplicadas e ações de acompanhamento para verificar a resolução do problema. É importante que haja uma avaliação completa do histórico e da situação atual do problema, com índices consistentes, gráficos que demonstrem o problema e sua relevância, etc. Nos objetivos, é necessário que haja expectativas claras de melhora, com percentuais esperados (SOBEK II, 2010).

Também, para identificação da causa fundamental, é imprescindível que haja um acompanhamento no serviço, que seja possível identificar com clareza quais os problemas. Ainda é fundamental que haja conversas com os operadores nessa etapa, para entender as dificuldades que estes enfrentam. As contramedidas devem partir de reflexão dos funcionários e devem impedir a recorrência problema e não apenas resolver a situação atual. Além de se criar contramedidas, é vital que seja criado um plano de implementação, que deixe claro como se dará sua efetivação (SOBEK II, 2010).

Após a etapa de implantação é fundamental que se faça um acompanhamento, que compare resultados reais com os previstos e que identifique motivos caso as contramedidas não sejam eficazes (SOBEK II, 2010).

Pode-se utilizar os relatórios A3 como síntese do ciclo MASP, uma vez que a estrutura dele é bastante semelhante à estrutura do MASP, uma vez que o primeiro passo do A3 é o “Histórico”, que se compara bastante com o primeiro item do MASP, “Identificação do Problema”; ainda, o próximo item do A3, “Condição atual”, engloba o segundo item do método, “Observação”. O terceiro item de ambos é a Análise das causas fundamentais.

O quarto e quinto itens do MASP - “Plano de ação” e “Execução” - cabem muito bem dentro do espaço das contramedidas, enquanto o sexto item entra bem dentro da caixa de “confirmação do efeito”. O item sétimo e oitavo, padronização e conclusão, ficam bem representados dentro do espaço reservado aos "resultados atuais e ações de acompanhamento".

4 ESTUDO DE CASO

Foi feito um trabalho visando comparar dois estudos de caso para testar a aplicabilidade da ferramenta MASP em um canteiro de obras, de tal forma que será apresentado um desenvolvimento passo a passo como demonstrado no Quadro 2.

As obras estudadas foram executadas com estrutura de parede de concreto, moldadas in loco, para o programa Minha Casa Minha Vida, do Governo Federal, a construtora envolvida nestes estudos é uma construtora de tamanho nacional, com diversas obras pelo país e com obras que ocorrem de forma muito dinâmica e ágil, permitindo que haja um volume de dados grande para análise. Os serviços seguem um modelo de fábrica, sendo que o funcionário executa o serviço em um dia e o estagiário / encarregado confirmam o serviço um dia após.

4.1 ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

4.1.1 Situação Atual

Inicialmente, buscou-se entender qual era o problema que mais gerava retrabalhos na companhia, para elencá-lo como primeiro problema a ser resolvido. Assim, trabalhou-se com dados de duas obras que já foram finalizadas, buscando entender qual era o impacto de cada serviço em questão de quantidade de ocorrências de retrabalhos.

Para tanto, utilizou-se dados das fichas de verificação dessas duas obras, fichas com as quais todos os estagiários conferem os serviços que são executados em obras. Cada serviço tem a sua ficha específica e dentro da ficha de cada atividade, existem diversos itens que o estagiário deve avaliar, antes de aprovar ou reprovar um serviço. Abaixo, um exemplo da ficha relacionada aos serviços de esquadria de alumínio, com a discriminação de cada item que deve ser avaliado pelo estagiário:

Figura 11 – Itens conferidos nos serviços de esquadria de alumínio (continua)

FV 11.1 – PREPARAÇÃO: Vão limpo, regular, isento de poeira, óleos, graxas e frestas, peitoris das janelas regularizados com caída para o lado externo/aplicação de resina acrílica/1 demão no perímetro do vão
FV11.2 – CAIXILHO: Antes da instalação verificar se está vedado com selador no encontro de suas peças(quinas/juntas)

Figura 11 – Itens conferidos nos serviços de esquadria de alumínio (conclusão)

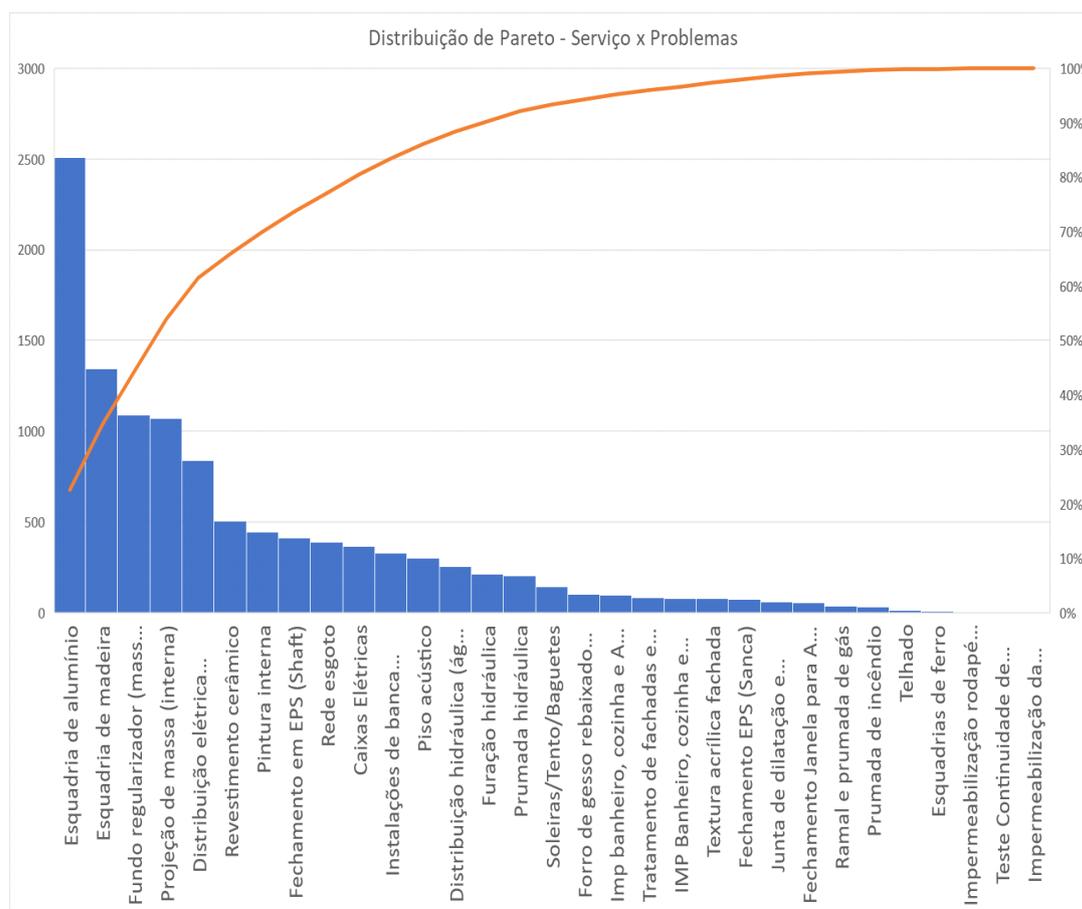
FV11.3 – COLOCAÇÃO: distanciamento da esquadria com relação a parede interna (locais com azulejo 10 mm, demais locais 3 mm) / TRAVAMENTO: com cunhas – retirada de cunhas após cura da espuma/alinhamento/fixação – tolerância máx 2mm parede
FV11.4 – FIXAÇÃO ESPUMA: onde não cabe parafuso todo o perímetro. Demais ambientes opcional 4 pontos, 2 em cada lateral
FV11.5 – FIXAÇÃO PARAFUSOS: conf projeto/et – furos entre 1,5 cm e 3 cm da lateral externa (4 parafusos – 2 em cada lateral) / Executada com buchas de nylon e parafusos em aço ou bicromatizado.
FV11.6 – COMPLEMENTO VÃO: face da vedação – vão entre estrutura e esquadria acima de 1 cm – inserir tarucel / lado oposto da vedação: preenchimento com a massa-fundo regularizador (até 1,5 cm).
FV11.7 – VEDAÇÃO: remoção de poeiras_selante no perímetro do vão_janelas quina inferior da estrutura e parafusos_espessura contínua+-10mm_sem falhas_ sem infiltrações_ sem ponto de luz_ sem rebarbas_ sem rugas_ sem buracos_ sem emendas_EXTERNA: todos os caixilhos (INTERNA: * apenas báculos com aletas fixas)
FV11.8 – CAIXILHO: sem manchas ou riscos em perfil e vidros/sem vidro quebrado, solto ou ausente/borracha de fixação dos vidros alinhada e fixada/funcionamento dos trilhos e travas/ existência de ladrões

(fonte: adaptação de documento padrão da companhia)

As duas obras já finalizadas que foram analisadas para obter-se uma série de dados históricos eram compostas, juntas, por 14 torres e geraram mais de 5000 apontamentos que causaram retrabalho na obra; ressaltando-se que o processo após a reprovação consiste no retorno do funcionário para refazer o serviço e do estagiário para reconferi-lo.

Após o processamento dos dados, verificou-se que o problema com a maior quantidade de ocorrências havia sido as esquadrias de alumínio, que sozinhas apresentaram 1.224 ocorrências, se tornando responsáveis por 22% do total de problemas apontados nas fichas de verificação dos estagiários, conforme apresentado no gráfico abaixo.

Figura 12 – Distribuição de Pareto dos serviços conferidos em obra



(fonte: elaborado pelo autor)

Assim, foi-se optado por aplicar o ciclo MASP para entender melhor o problema e poder agir na causa raiz de forma efetiva, reduzindo as ocorrências futuras e por consequência aumentando a qualidade do trabalho.

4.1.2 Observação e dados

Antes de focar no problema para tentar reduzi-lo, é importante entender como ocorre o processo e, portanto, os primeiros passos envolveram acompanhar o funcionário durante alguns dias de trabalho para entender em que situação se davam os problemas.

A meta do funcionário é a colocação de um pavimento completo de esquadrias e placas cimentícias de ar-condicionado por dia, considerando movimentação das esquadrias para o pavimento, fixação das esquadrias e posterior vedação com selante PU.

No início da manhã o funcionário carrega todas as esquadrias para o pavimento, no total de 21 esquadrias e todas as oito placas cimentícias. Após ele faz a limpeza dos vãos com um pincel seco e aplica resina acrílica no vão, que age como selador e impermeabilizante.

Após o funcionário faz a fixação das 4 esquadrias do apartamento que são fixadas com parafusos em cada apartamento e das placas cimentícias e no final da manhã ele fixa as esquadrias de banheiro com espuma expansível. No início da tarde ele inicia as vedações das esquadrias com o selante PU, aplicando o produto com uma pistola de PU com aplicador e alisando e dando acabamento com o dedo revestido por detergente, para garantir melhor acabamento, finalizando todos os serviços até a metade da tarde.

Vale-se ressaltar que uma das principais dificuldades do colaborador tem sido o fato de que uma das folhas da janela é fixa, o que força com que ele tenha de se projetar para fora do prédio para conseguir fazer a vedação com PU em todo o perímetro da esquadria, sendo necessário o uso de cinto de segurança e talabarte. Devido a tal dificuldade, por vezes o acabamento na parte de mais difícil acesso da esquadria fica falho e o colaborador precisa refazer no outro dia.

Figura 13 – Detalhe do trabalhador precisando se projetar

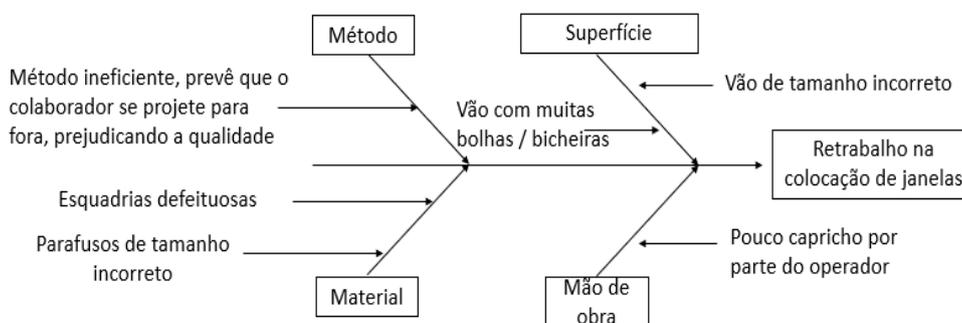


(fonte: acervo do autor)

Após o primeiro acompanhamento, se retornou ao escritório para fazer uma análise mais aprofundada dos problemas envolvendo as janelas. Inicialmente se optou

por fazer um diagrama de Ishikawa para identificar todos os pontos que poderiam ser causas do retrabalho, conforme abaixo:

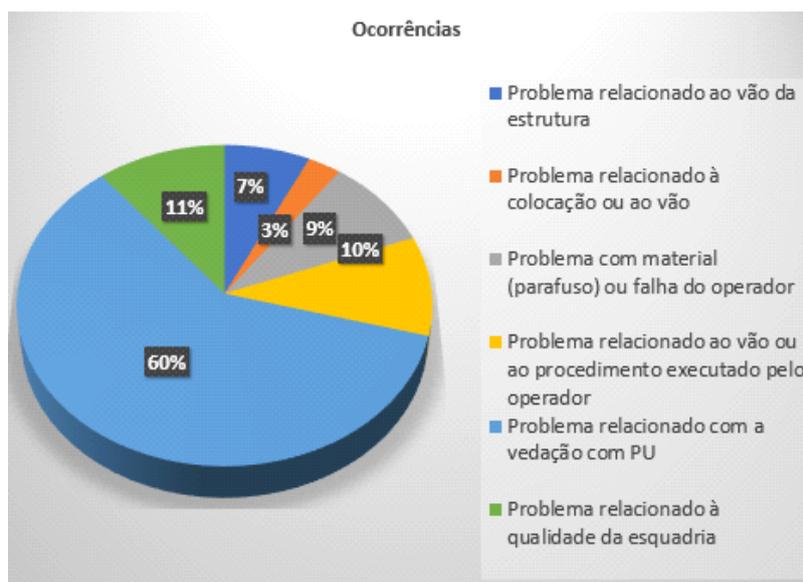
Figura 14 – Método de Ishikawa de retrabalho em colocação de janelas



(fonte: elaborado pelo autor)

Após essa identificação inicial, utilizando os dados da série histórica, buscou-se separar os itens baseados nos apontamentos das outras obras, uma vez que levaria muito tempo / muitas repetições de execução para mapear todos os pontos de falha na obra atual. Portanto, identificou-se de forma mais precisa em que pontos os problemas ocorriam, separando-se os apontamentos das fichas de verificação, de forma que se gerou o gráfico abaixo:

Figura 15 – Ocorrências relacionadas aos apontamentos no diagrama de Ishikawa



(fonte: elaborado pelo autor)

Assim, percebeu-se que a imensa maioria dos problemas era a vedação com PU, e se traçou como meta uma melhoria de 70% nos problemas envolvendo essa vedação, o que geraria uma melhora de por volta de 42% no serviço de colocação de esquadria em geral.

4.1.3 Análise

Para iniciar a análise, sabendo que decidimos agir nos problemas com vedação de PU, elaboramos as hipóteses para os problemas com PU:

- O selante PU utilizado é ineficaz;
- O funcionário aplica o PU com falhas por descuido;
- O funcionário aplica o PU com falhas devido à posição incômoda em que precisa executar a atividade (se projetando para fora do vão)
- A base (superfície) na qual o operador aplica o PU é irregular, dificultando a aplicação;
- O PU, por ser um material agressivo, machuca a mão do colaborador, fazendo com que este não consiga executar o serviço com perfeição.

Com as seguintes hipóteses para serem validadas ou rejeitadas, partimos ao canteiro para acompanhar a execução do serviço e entender quais causas eram as fundamentais, nas quais deveria ocorrer uma ação.

Assim, foi conversado com o funcionário para entender as dificuldades deste que afirmou que o fato de ter de se projetar para fora o atrapalhava na execução do serviço e reclamou bastante dos vãos das esquadrias, que apresentavam com muitas bolhas e falhas em sua superfície, conforme o exemplo abaixo:

Figura 16 – Situação da superfície dos vãos das esquadrias e vedação ineficaz com PU



(fonte: acervo do autor)

Ainda, fez-se a verificação e percebeu-se que os dedos do colaborador apresentavam diversas lesões devido ao uso do PU e detergente sem a aplicação de nenhum produto de proteção.

Quanto as demais hipóteses, o PU utilizado pela obra é o Selante de PU Afix Pro, que, segundo o fornecedor, “[...]pode ser usado para colar e selar: concreto, madeira, alumínio, [...]”, logo, como o selante tem boa aderência, pode-se excluir essa hipótese.

Quanto à hipótese da falta de capricho do operador na aplicação, verificou-se que tal hipótese não se confirmava, uma vez que o mesmo durante a execução fazia o serviço da forma que a superfície do PU ficasse lisa e sem rebarbas.

Por fim, resolveu-se agir nos três problemas que foram identificados como relevantes da aplicação, (i) no procedimento que exige que ele se projete demasiado para fora da estrutura, (ii) nos vãos que foram constatados estarem em péssima forma e eram a principal fonte de imperfeições e também, visando a própria saúde do operador, além da melhora do serviço, (iii) na falta de proteção para as mãos do colaborador.

4.1.4 Ação

O motivo pelo qual o trabalhador era forçado a se projetar para fora da estrutura era que uma das folhas da janela era fixa, então se conversou com a empresa que produz as esquadrias e com os projetistas e se optou para, nas próximas obras, utilizar uma janela com as duas folhas móveis, o que facilita bastante a execução da atividade, além de ajudar a garantir a segurança do colaborador.

Em outra frente, como foi-se percebido que as mãos do colaborador estavam ficando lesionadas devido ao contato excessivo com detergente para acabamento do PU, foram feitos diversos testes, alguns utilizando as luvas emborrachadas, ou ainda espumas, para que o dedo do colaborador não ficasse em contato direto com o PU e o detergente, entretanto tal solução não foi efetiva, tendo-se optado, posteriormente, ao uso de Luva Química, que permitia que as mãos do colaborador ficassem protegidas e este não perdesse o tato, fundamental para o acabamento do PU na superfície.

Para os problemas dos vãos com muitas bicheiras e problemas, pensou-se inicialmente em utilizar um concreto autoadensável, que evitasse qualquer problema de adensamento e que garantisse uma superfície lisa e sem bolhas ou falhas de concretagem, entretanto, uma mudança no tipo de concreto utilizado não foi aceito pela construtora, em função do custo que esta alteração acarretaria.

Dada a situação, resolveu-se criar um procedimento de estucagem dos vãos antes da instalação da esquadria, de forma a preencher as falhas da concretagem, sempre se atentando em fazer o tratamento com pouca espessura, uma vez que os vãos eram do tamanho correto para a colocação da janela e qualquer espessura em excesso poderia prejudicar a colocação. Essa estucagem é feita preenchendo o vão já regularizado com lixadeira – quando há necessidade – com uma espessura inferior a 0,2 cm, apenas para preencher os pontos de falha com uma argamassa única de revestimento, que já vem pronta, sendo apenas necessário a sua mistura com água.

Figura 17 – Tratamento dos vãos



(fonte: acervo do autor)

4.1.5 Estudo da Eficácia

Quanto à substituição do modelo de janelas, não foi possível fazê-la na obra de estudo, por questão de padronização dos apartamentos, mas a partir da outra obra foi feita essa modificação e, apesar da obra estar em fase inicial e ainda não se tem resultados para fazer uma quantificação, se nota uma melhora das condições de trabalho e da satisfação do funcionário, o que, no médio prazo, deve resultar em uma maior qualidade nas áreas que eram mais inacessíveis ao funcionário e que ficavam com um acabamento pior.

Além disso, quanto à utilização de luva química, o funcionário após algumas semanas conseguiu se adaptar bem ao uso delas e agora tem menos dificuldades ao passar o PU, o que também resultou em uma qualidade superior de acabamento.

Mas dentre todos, o problema mais relevante ainda era o da qualidade do vão da estrutura, e neste item, buscando verificar a eficácia do plano de ação, se fez um projeto piloto em 3 torres, estucando todos os vãos e buscando verificar se tal ação gerava uma melhora na qualidade da vedação com PU. Foi-se feito o acompanhamento gradual, com orientações aos funcionários responsáveis pelo tratamento dos vãos da importância daquele procedimento.

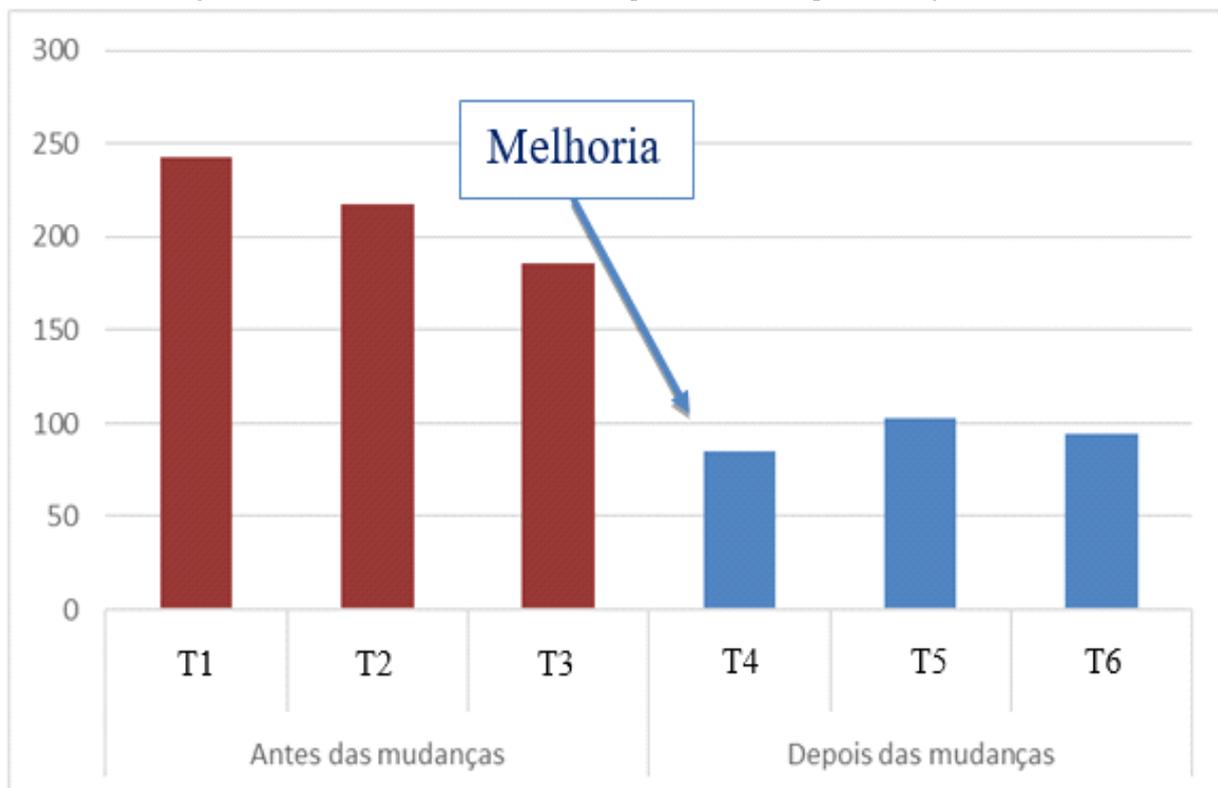
Figura 18 – Situação dos vãos após tratamento e vedação do PU



(fonte: acervo do autor)

A melhora da qualidade de vedação foi perceptível, uma vez que mesmo as pequenas falhas da estrutura já comprometiam a vedação com PU. Então, após a conclusão das 3 torres se fez um estudo comparativo da quantidade de falhas envolvendo a instalação de esquadrias de alumínio, não restringindo nessas falhas apenas os problemas de vedação. O que se constatou fica evidente na imagem abaixo:

Figura 19 – Ocorrências relacionadas a esquadrias antes e após mudanças



(fonte: elaborado pelo autor)

4.1.6 Padronização

A mudança das janelas para uma com as duas folhas móveis se tornou especificação em projeto em todas as obras nacional e mesmo nessa etapa inicial de substituição por esse novo modelo, percebe-se que a qualidade aumentou bastante, especialmente nas quinas, que ficavam com um acabamento pior devido à dificuldade do colaborador em alcançar esses pontos.

O uso de luva química se tornou parte do padrão, sendo que ele é considerado EPI do colaborador que faz a instalação das esquadrias e seu uso se tornou obrigatoriedade. Nos primeiros dias o colaborador teve um pouco de dificuldade quanto a adaptação, mas agora está adaptado e não apresenta mais lesões na mão, o que também contribuiu com a qualidade.

Figura 20 – Lista de EPI's para colocação de esquadrias com a inclusão da Luva Química

EPI					
CAPACETE C/ JUGULAR 	ÓCULOS DE SEGURANÇA 	LUVA QUÍMICA (LUVEX) 	BOTA DE SEGURANÇA 	PROTETOR AURICULAR 	LUVA ANTI-CORTE 
CINTO SEG. C/ TALABARTE 					

(fonte: procedimento da empresa)

Além disso, dentro da parte de reparação da estrutura, e após o sucesso do projeto piloto, fez-se uma revisão geral nos padrões, de forma a incluir os tratamentos de vãos dentro do escopo dos funcionários da estrutura, e também se fez um treinamento, visando conscientizar os funcionários da melhora enorme que se apresentou com essa simples ação. Ainda assim, o projeto enfrenta dificuldades, uma vez que há poucos funcionários que fazem arremates pós-concretagem e estes têm uma grande carga de trabalho.

Desta forma, é necessário um acompanhamento mais próximo da situação, envolvendo mais membros da gerência na conscientização da importância do tratamento dos vãos, pois até então, mesmo tendo-se uma proposta de resolução do problema com eficácia comprovada, pouco se alterou a situação dos vãos, que ainda são um problema para a atividade de colocação de Esquadrias de Alumínio.

4.1.7 Conclusão

Após o trabalho, embasado na ferramenta MASP e seguindo as etapas que o método recomenda, têm-se algumas lições. A primeira é quanto a validade de utilizar um método científico na construção civil, uma vez que como o processo é todo embasado em dados e análises, consegue-se fazer um acompanhamento da eficácia ou não das soluções.

Quanto ao problema com as esquadrias de alumínio, tivemos avanços na mudança do tipo de esquadria, para um com duas folhas móveis, que tudo indica que irá

melhorar os pontos nos quais a qualidade da vedação dependia apenas do capricho do colaborador.

Também, outro avanço importante foi a implantação do uso de Luva Química para o profissional, não apenas por ser um item que acaba impactando na qualidade, uma vez que o funcionário com a mão lesionada não conseguia fazer um acabamento tão satisfatório na vedação com PU, mas principalmente por ser uma questão de saúde ocupacional, haja vista que aquelas lesões apenas aumentavam, com o passar dos dias e repetição da atividade que gerava a lesão.

Quanto ao terceiro item, o principal problema têm sido a não aplicação da solução encontrada, uma vez que os funcionários de pós-concretagem são extremamente sobrecarregados em sua função. É fundamental uma mudança de visão por parte da empresa quanto da necessidade de arrematar os vãos, uma vez que tal processo reduz em muito a quantidade de retrabalhos nos serviços posteriores. Ainda, uma outra opção seria fazer um estudo comparativo utilizando concreto auto adensável para a execução das paredes, que iria excluir a necessidade de arremates nos vãos, mas tal solução não foi aceita nem testada durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ainda assim, pôde-se considerar que a aplicação do MASP foi bem-sucedida, uma vez que as soluções, quando empregadas, geraram resultados significativos e inclusive superiores ao resultado esperado, uma vez que a aparição de problemas reduziu em até 60%. Somando-se esse ganho à melhora que ainda deve ocorrer devido ao novo modelo de esquadria, os resultados serão bem expressivos.

4.2 DESPLACAMENTO DE CERÂMICAS

4.2.1 Situação Atual

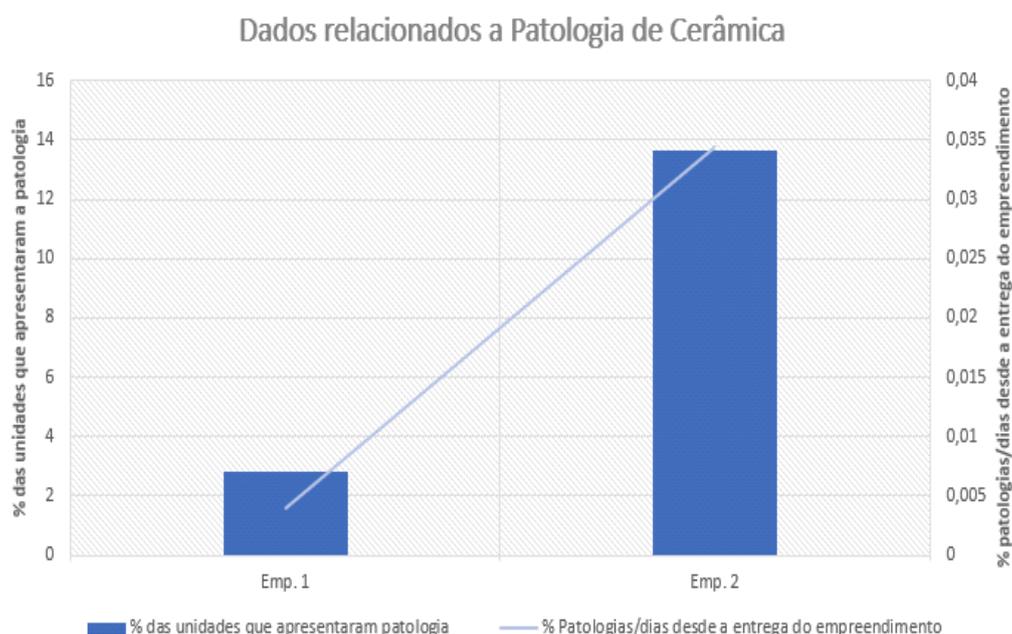
O revestimento cerâmico historicamente não era um ponto de atenção dentro da companhia, uma vez que não haviam muitas reclamações por parte dos clientes. Desta forma, tratava-se o revestimento cerâmico como um item do processo, avaliado pelo cliente durante o momento da vistoria e que possuía garantia contra o deslocamento, que era pouco utilizada.

Entretanto, nos últimos dois anos as reclamações cresceram muito, sendo que nas obras de que se tem histórico o crescimento foi de aproximadamente 500%,

considerando-se um cenário nacional, tornando-se assim um problema de grande relevância na companhia.

Em duas obras em Porto Alegre, segundo dados da companhia, apresenta-se a situação comparativa abaixo, sendo que na primeira obra, mais antiga, apenas 2,85% das unidades apresentavam a manifestação patológica de deslocamento de cerâmica e no segundo empreendimento, lançado há pouco mais de um ano, o índice chegava a 13,57%.

Figura 21 – Deslocamento em cerâmica/dias desde a entrega do condomínio.



(fonte: elaborado pelo autor)

Por ser um problema que apresentou crescimento expressivo na construtora e se tornou muito relevante no sentido de aumento de ocorrências e também por ser um problema que chega ao cliente, prejudicando a reputação da empresa e a satisfação dos compradores, optou-se por aplicar o ciclo MASP para reduzir a quantidade de causas.

Figura 22 – Desplacimento de cerâmica em apartamento entregue



(fonte: acervo próprio)

Além disso, colocando esses dados unicamente como custos para reparo na empresa, utilizando como base a parede do banheiro, que é o ponto que hoje apresenta o maior número de deslocamentos e o custo de recolocação das peças, temos um total de R\$ 168,00 por unidade habitacional que apresentar a manifestação patológica, comparando os índices das obras acima, teríamos os valores conforme a tabela abaixo:

Quadro 2 – Comparativo de custo de reparo entre obras

Empreendimento	Dias desde a entrega	Quantidade de unidades	Unidades com patologia	Custos com reparos	Custo / Unidade
Empreendimento 1	700	880	25	R\$ 4.200,00	R\$ 4,77
Empreendimento 2	397	560	76	R\$ 12.768,00	R\$ 22,80

(fonte: elaborado pelo autor)

4.2.2 Observação e dados

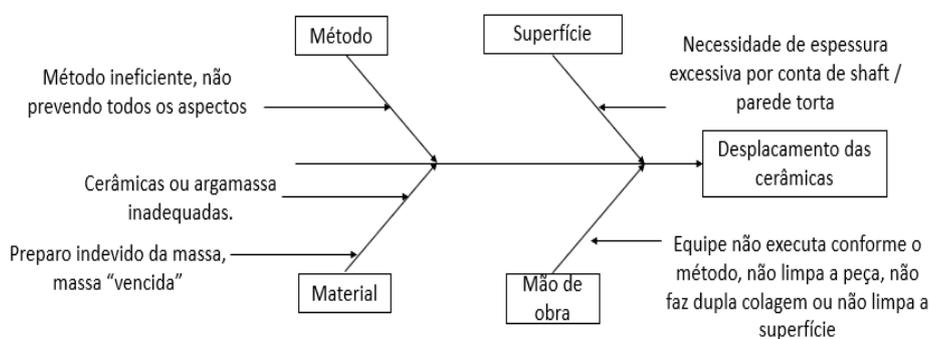
Em ordem de diminuir a quantidade de ocorrências, resolveu-se fazer uma análise mais aprofundada dos problemas que poderiam causar o deslocamento de cerâmica na bibliografia conhecida e se encontraram diversas causas para as patologias, tais quais as descritas abaixo:

- Falta de dupla colagem na superfície;
- Espessura excessiva de argamassa colante por imperfeições nas paredes;
- Falta de limpeza da superfície;
- Falta de limpeza da placa;
- Uso de argamassa vencida;
- Rejunte executado de forma inadequada ou juntas de assentamento ineficientes;
- Cerâmica com alto índice de expansão por umidade (EPU), dado ao fato que as principais manifestações patológicas ocorriam na parede do box do banheiro;
- Argamassa inadequada para assentamento.

Sabe-se, de antemão, que a utilização de peças pelo processo produtivo de via seca gera índices maiores de expansão por umidade, sendo que a maior quantidade de ocorrências de deslocamento, conforme uma pesquisa desenvolvida pela Neoway Criactive, se dá em peças fabricadas pela via seca.

De posse desses dados, fez-se um diagrama de Ishikawa buscando identificar e subdividir em categorias todos esses pontos, conforme abaixo:

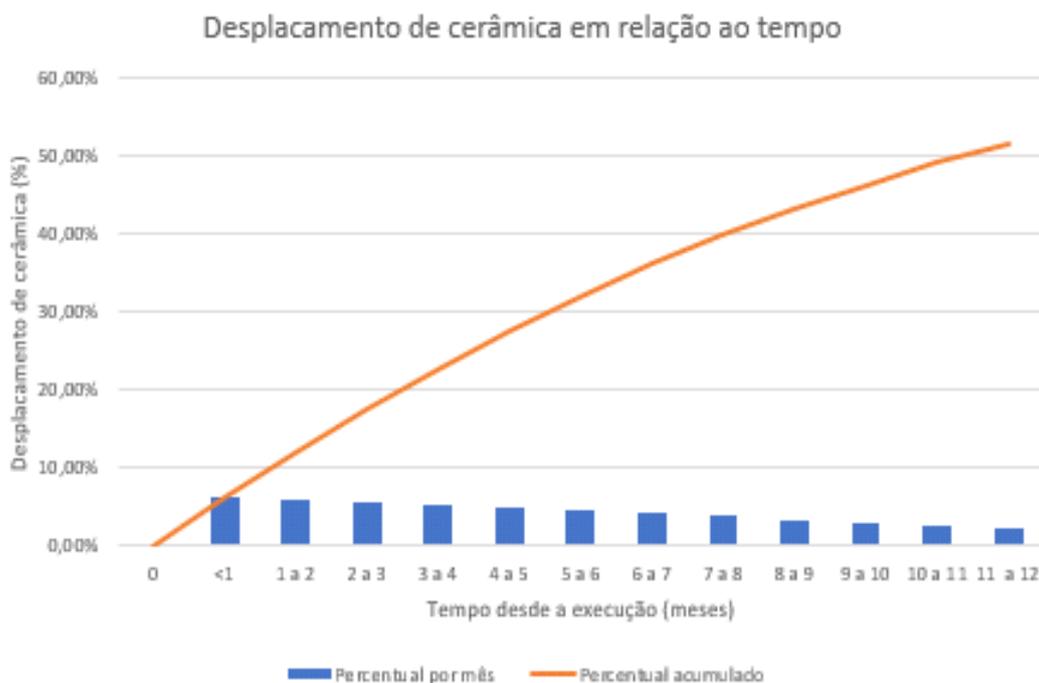
Figura 23 – Método de Ishikawa de deslocamento em cerâmica



(fonte: elaborado pelo autor)

Outro ponto importante, tendo como fonte dados da companhia e utilizando também dados da pesquisa desenvolvida pela Neoway Criactive, sabe-se que a quase totalidade de manifestações patológicas relacionadas a deslocamento ocorrem nos primeiros dois anos após o assentamento e que, extrapolando os dados para o primeiro ano (período de interesse para fatores de comparação entre as obras do estudo), têm-se o gráfico abaixo:

Figura 24 – Deslocamento em cerâmica ao longo do 1º ano desde o assentamento



(fonte: elaborado pelo autor)

De posse destes dados e incapaz de se tomar decisões com os dados recolhidos no momento da conferência (ao contrário do estudo anterior, as Fichas de Verificação da cerâmica não eram muito efetivas no controle de deslocamento, uma vez que o estagiário apenas fazia a análise da aderência um dia após a colocação da cerâmica, qualquer falha de aderência que se desse após esse período não era computada na FV), partiu-se ao campo para analisar *in loco* as condições de colocação.

4.2.3 Análise

Partiu-se inicialmente para uma análise dos procedimentos e se verificou que o procedimento previa que a superfície estivesse limpa, sendo que era sugerida a limpeza da área com vassoura para retirar o pó, também se pedia a dupla colagem para peças que seriam colocadas nas paredes e a limpeza do engobe das peças.

Neste ponto constatou-se que o procedimento apresentava algumas falhas: não especificava como devia ser feita a limpeza do engobe, deixando a cargo dos operadores, também não ficava especificado que não se podia molhar as peças, o que sabidamente causa a retração da peça no momento da secagem. Também pedia dupla colagem apenas nas peças assentadas na parede, o que contraria a norma de desempenho, que pede que em peças acima de 900 cm² de área seja feita a dupla colagem. Além disso, é sabido que uma limpeza simples com vassoura não elimina o pó presente na superfície do ambiente, o que também prejudica a aderência.

Partindo ao campo para avaliar as condições, conversou-se inicialmente com o encarregado da cerâmica, que culpou a espessura excessiva da argamassa e os shafts tortos como causadores principais dos deslocamentos. Entretanto, as reclamações deste provaram-se insuficientes como causas, uma vez que em pontos que a argamassa foi mais espessa (como nos pontos do piso do box, que precisam ter caimento) não houve grandes problemas com deslocamento e nos pontos de shaft praticamente não há deslocamento (dados informados pelo setor de atendimento pós entrega).

Quanto aos materiais utilizados, verificou-se a argamassa e esta é do tipo AC-II, um tipo adequado para o emprego em ambientes internos e de até maior aderência que o AC-I, que também seria adequado para o uso que a companhia tem. Então, é improvável que a origem dos deslocamentos seja o tipo de argamassa colante utilizada. Ainda, não houve troca de produto ou de fornecedor entre as duas obras para justificar o crescimento do número de deslocamentos.

Analisando ainda os materiais, sabe-se que a cerâmica utilizada na obra é produzida por via seca, o que pode favorecer o deslocamento uma vez que tais cerâmicas tem o índice de expansão por umidade maior, o que, na presença de ligações fracas, aumenta a quantidade de ocorrências de deslocamento.

Além disso, verificou-se a cerâmica utilizada e percebeu-se que esta tem dimensões de 30 x 30 cm, o que faz com que a área da peça seja de 900 cm², exigindo-se a dupla colagem em todos os pontos de assentamento, ao contrário do que o procedimento inicial exigia.

Quanto aos demais itens, surgiram grandes problemas no momento de realizar a análise. O procedimento, ao qual vínhamos apontando falhas, sofreu 5 alterações em 3 meses, conforme imagem abaixo:

Figura 25 – Alterações nos procedimentos relacionados ao assentamento cerâmico

Revisão	Data
09	09/02/2018
10	27/02/2018
11	02/04/2018
12	23/04/2018
13	29/05/2018

(fonte: adaptado arquivo da companhia)

Tais mudanças envolveram mudança no preenchimento da junta entre parede e piso (junta de dessolidarização), que era executada com rejunte e passou a ser executada com Poliuretano, além de alterações quanto ao processo de limpeza das peças (que primeiro deveria ser feito com pano úmido e posteriormente passou a ser com broxa seca), quanto à dupla colagem (que passou a ser obrigatória em todas as peças e quanto à limpeza do chão (que inicialmente deveria ser feita com vassoura e passou a ser feita com aspirador de pó).

Além disso, há grande resistência por parte da empresa terceirizada em seguir os procedimentos de acordo, mesmo recebendo sucessivos treinamentos, o que implicaria em uma supervisão em tempo integral da execução do serviço, o que não têm ocorrido.

O último item, o ponto que a massa é utilizada, foi amplamente testado a aderência dos colaboradores e eles têm cumprido à risca, sendo improvável que seja este o fator que gere os deslocamentos.

Têm-se então um problema, após todas essas alterações temos um procedimento novo que ainda foi pouco testado na companhia, ficando então uma incerteza: o procedimento é ineficiente ou ele é eficiente e os colaboradores que não o aplicam?

Figura 26 – Cerâmica não aderida sem limpeza do engobe



(fonte: acervo do autor)

4.2.4 Ação

Como forma de ação, a empresa definiu, em caráter nacional, um procedimento de “auditoria flagrante”, no qual auditores internos, que vão mensalmente na obra, ao identificarem a execução incorreta do procedimento param os colaboradores e os instruem novamente, além de aplicar pesadas multas internas à obra na qual se identificam irregularidades.

Além disso, como já mencionado anteriormente, foram feitas diversas alterações nos procedimentos de execução de cerâmica na obra, com base em testes em laboratório, buscando uma efetividade maior e a redução efetiva das causas de deslocamento.

Ainda que as cerâmicas possam contribuir com o problema, por terem um índice de expansão por umidade alto, a empresa optou por não fazer a alteração do produto, uma vez que o custo não se justifica, bastando apenas uma melhora dos procedimentos para impedir a ocorrência de novos deslocamentos.

4.2.5 Estudo da Eficácia

Para se fazer o estudo da eficácia, foi feita a comparação entre duas obras, o Empreendimento 1, com 380 apartamentos, executado antes das mudanças de procedimento e das auditorias flagrantes, onde não havia muito controle na efetiva aplicação do procedimento, e o Empreendimento 2, com 280 apartamentos, executado após as mudanças de procedimento e onde, por conta das auditorias flagrantes, houve um maior controle do processo de colocação de cerâmicas. Os resultados comparativos entre os dois empreendimentos se encontram na tabela abaixo.

Quadro 3 – Comparativo em relação à patologia de revestimento cerâmico

Empreendimento	Quantidade de unidades	Aptos com peças ocas	Percentual de aptos com peças ocas	Data desde a execução (meses)
Empreendimento 1	380	13	3,421 %	6
Empreendimento 2	280	2	0,714 %	4

(fonte: acervo do autor)

Como pode-se perceber na tabela acima, houve uma diferença, ainda que não muito significativa nesse momento, entre os dois, tendo o Empreendimento 2 apresentado um percentual menor de apartamentos com a manifestação patológica de deslocamento. Ainda assim, pairam muitas incertezas sobre todo o estudo de caso, uma vez que como a primeira obra ocorreu há mais tempo, além do que, como a segunda obra é menor, o surgimento de um ou mais novos casos altera muito a situação.

Entretanto, utilizando os dados da figura 20, pode-se considerar que o Empreendimento 2, no momento, apresenta um índice menor de manifestações patológicas relacionadas ao deslocamento de cerâmica, pois pode-se considerar que o empreendimento 2, por ter 4 meses, já apresentou 22,7% do total de manifestação que irá apresentar, enquanto o empreendimento 1 já manifestou 36,1% do total que irá apresentar. Assim, corrigindo pelos totais, pode-se estimar qual será o total de apartamentos que apresentará as manifestações patológicas relacionadas com cerâmica de acordo com a tabela abaixo:

Quadro 4 – Comparativo em relação à patologia de revestimento cerâmico (%)

Empreendimento	Quantidade de unidades	Aptos com peças ocas	Percentual de aptos com peças ocas
Empreendimento 1	380	35,986	9,470 %
Empreendimento 2	280	8,792	3,140 %

(fonte: acervo do autor)

Além disso, como comentado durante todo esse estudo, pairam incertezas quanto a mudança do processo e também quanto à correta execução, uma vez que nessa segunda obra, durante uma das auditorias, verificou-se que um funcionário não estava seguindo o procedimento.

4.2.6 Padronização

Atualmente, a situação que se tem é a da última revisão de padrões, que prevê a limpeza com aspirador de pó da área, a dupla colagem em todas as peças, a limpeza abaixo da peça com uma brocha seca e auditorias "flagrantes" da aplicação. Como o estudo foi inconclusivo, não foi sugerida nenhuma mudança no padrão atual além das mudanças que já foram efetuadas pela empresa.

4.2.7 Conclusão

O Estudo enfrentou muitas dificuldades, haja vista que, ao contrário do estudo anterior, as patologias são de mais difícil reconhecimento e aparecem algum tempo depois da execução do serviço. O estudo foi inconclusivo em diversos aspectos, como mencionado acima, não há como ter comprovação da eficácia dos padrões adotados pela companhia no momento atual, tais resultados se refletirão nos atendimentos do setor de pós-obra, que ocorrerão após a entrega dos empreendimentos. Hoje, o único dado que temos são de patologias de deslocamento que já foram identificadas antes da entrega dos condomínios, um dado que, por si só, não é conclusivo o suficiente.

Entretanto, mesmo que no futuro os dados mostrem que a diferença não foi significativa, ainda restarão dúvidas quanto ao motivo: procedimento ou equipe de

trabalho, uma vez que houve muita resistência da equipe quanto a execução do procedimento correto. O estudo do deslocamento de cerâmica mostra claramente a problemática de não utilizar um método científico para a resolução do problema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente trabalho, fica evidente que há viabilidade na aplicação do MASP na construção civil e que tal ferramenta serve de grande auxílio na resolução de problemas de obra. No primeiro objeto de estudo, as Esquadrias de Alumínio, é possível perceber como o levantamento de dados de forma sistemática e objetiva proporcionado pelo seguimento do passo a passo da ferramenta levam à causa-raiz do problema e posteriormente a sua solução, ainda, com a formação de um novo padrão, evita-se a repetição do problema, por fim, percebe-se que a aplicação do MASP permite ainda a ação em causas secundárias que geram os problemas.

O segundo caso, do deslocamento de cerâmicas, demonstra o problema da não utilização de um método científico, uma vez que a companhia alterou muitas vezes o padrão, não há como ter certeza de qual ou quais mudanças causaram uma redução do índice de manifestações patológicas, e a resistência da equipe em aplicar o procedimento gera ainda mais variáveis ao sistema, pois não há como garantir que eles aplicaram o procedimento corretamente durante todo o turno de serviço. Entretanto, é possível perceber que há um menor índice na quantidade total de ocorrências, o que evidencia uma melhora no problema.

Quanto ao uso das ferramentas da qualidade, o quadro abaixo demonstra quais ferramentas foram utilizadas quando da aplicação do MASP nos dois casos e também sugere espaços em que as ferramentas poderiam ter sido utilizadas.

Quadro 5 – Uso das ferramentas da qualidade (continua)

Ferramenta	Uso durante o trabalho	Espaços de utilização
Análise de Pareto	Utilizado no caso 1 para elencar prioridades.	Indicado como ferramenta de gestão/gerência para a definição de prioridades de ações.
Diagrama de Ishikawa	Utilizado em ambos os casos	Muito interessante como forma de permitir um brainstorming de possíveis causas e permitir a identificação de causas principais.

Quadro 5 – Uso das ferramentas da qualidade (conclusão)

Ferramenta	Uso durante o trabalho	Espaços de utilização
Folha de verificação	A companhia utiliza para controle da execução dos serviços.	Interessante para fazer o controle durante a execução da atividade.
Histograma	Não foi utilizado durante a execução do trabalho.	É mais indicado para casos em que há muitas repetições e para avaliar o intervalo de variação de um parâmetro, como em geral os resultados dos processos avaliados eram do tipo Conforme ou Não-conforme, não fez sentido utilizar o histograma, principalmente considerando que a amostragem feita na conferência é total.
Diagrama de dispersão	Não foi utilizado durante a execução do trabalho.	Poderia ter sido utilizado no caso 1 para verificar a correlação entre os vãos danificados e a qualidade do PU.
Gráfico de controle	Não foi utilizando durante a execução do trabalho.	Poderia ser executado para identificar causas comuns e causas especiais no caso 1.
Fluxograma de processo	Não foi utilizado durante a execução do trabalho	É utilizado pela companhia para treinamento dos colaboradores quanto à execução da atividade

(fonte: acervo do autor)

Percebe-se desta forma que o espaço de utilização das ferramentas é ainda mais amplo do que foi desenvolvido no trabalho, possibilitando ganhos ainda maiores quanto à análise dos problemas e das causas-raiz. O quadro A3, como demonstrado no decorrer do trabalho, serviu e serve como forma de explanação organizada do desenvolvimento da solução, tendo sido utilizada neste trabalho para apresentar aos gestores a solução proposta no caso 1.

Por fim, conclui-se que há viabilidade na implementação do MASP como forma de resolver os problemas de canteiro de obra e que os ganhos potenciais são enormes, haja vista que o próprio método, aliado às ferramentas da qualidade, direciona a equipe de trabalho para a causa-raiz do problema.

6 REFERÊNCIAS

AFIX. Boletim técnico. Disponível em http://www.useafix.com/produto/download.php?link=../uploads/boletim_tecnico/201308121613280.Selante%20de%20PU%20PRO%20Afix.pdf>. Acesso em set 2018.

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês). Editora Falconi, Minas Gerais, 2004.

Construtoras de todo o Brasil se mobilizam para encontrar saídas para o descolamento cerâmico. Revista Técnica Pini. Disponível em: <https://techne.pini.com.br/2016/09/construtoras-de-todo-o-brasil-se-mobilizam-para-encontrar-saidas-para-o-descolamento-ceramico/>>. Acesso em outubro 2018.

COSTA FILHO, Manassés. As ferramentas da qualidade no processo produtivo com enfoque no processo enxuto. Disponível em http://www.icap.com.br/biblioteca/180026010212_TCC_-_As_Ferramentas_de_Qualidadeno_Processo_Produtivo_com_enfoque_no_Processo_Enxuto.pdf>. Acesso em: dez 2017

DHUMAL, Yogesh & Teli, S & Lad, Siddhesh. Problem Solvin Methodology by Quality Control Story – A Review. Japão, 26° ICAST (International Conference on Adaptives Structures and Technologies), 2015. Disponível em < https://www.researchgate.net/publication/317873255_Problem_Solving_Methodology_by_Quality_Control_Story_A_Review >. Acesso em novembro 2018.

FEIGENBAUM, Armand V. Controle da Qualidade Total. v.1 a 4. São Paulo, 1994.

FELIX, Matheus Goes. Ferramenta de Ishikawa como método de influência direta na qualidade de serviço. Jus, 2017. Disponível em <https://jus.com.br/artigos/61633/ferramenta-de-ishikawa-como-metodo-de-influencia-direta-na-qualidade-de-servico>>. Acesso em: dez 2017.

FILGUEIRAS, Kelly Cristina Teixeira. Aplicação do MASP e ferramentas da Qualidade para redução de refugos e retrabalhos no processo de tintura de fios. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/39500/R%20-%20E%20-%20KELLY%20CRISTINA%20TEIXEIRA%20FILGUEIRAS.pdf?sequence=1>> Acesso em: nov 18.

FORMENTINI, Fabiano. Utilização do MASP (Método de Análise e Solução de problemas) em uma empresa calçadista. Centro Universitário Univates, Lajeado, 2014. Disponível em : <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/746/1/2014FabianoFormentini.pdf>> Acesso em: nov 2018.

IMAI, Masaaki. Kaisen: a estratégia para o sucesso competitivo. São Paulo, 2005.

ISHIKAWA, Kaoru; Controle de qualidade total: à maneira japonesa. Rio de Janeiro : Campos, 1993

JABLONSKI, Joseph R. Implementing total quality management – competing in the 1990s. New Mexico (EUA), 1990.

KUME, Itoshi. Statistical Methods for Quality Improvement. Tokio, 1985

MARTINS, Rosemary. Fluxograma de processo. Disponível em <<http://www.blogdaqualidade.com.br/fluxograma-de-processo/>>. Acesso em: dez 2017

OMACHONU, Vincent K. & ROSS, Joel E. Principles of total quality. Estados Unidos, 2005.

SANTOS, Clemente Vieira. Uso do método MASP para melhoria da produtividade. Universidade Tecnológica do Paraná. Ponta Grossa, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5955/1/PG_CEEP_2014_1_09.pdf>. Acesso em: nov 2018.

SELEME, Robson. & Stadler, Humberto Controle da qualidade: as ferramentas essenciais. Curitiba, 2012.

SOBEK II, Durward K. Entendendo o pensamento A3: um componente crítico do PDCA da Toyota. Porto Alegre, 2010.

VAZ, Paula. As ferramentas de Controle da Qualidade. Disponível em <<http://www.administradores.com.br/artigos/academico/as-ferramentas-de-controle-da-qualidade/104635/>> . Acesso em dez 2018.