

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**ARIANE KAORI MATSUBARA**

**MELHORIA DE PROCESSO DA LOGÍSTICA VERTICAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL  
PREDIAL**

**LONDRINA  
2023**

**ARIANE KAORI MATSUBARA**

**MELHORIA DE PROCESSO DA LOGÍSTICA VERTICAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL  
PREDIAL**

**Process improvement of vertical logistics in building construction**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentada como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador(a): Prof. Dr. Rogério Tondato

**LONDRINA**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**ARIANE KAORI MATSUBARA**

**MELHORIA DE PROCESSO DA LOGÍSTICA VERTICAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL  
PREDIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação de Engenharia de Produção apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 19/junho/2023

---

Rogério Tondato  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

José Ângelo Ferreira  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Silvana Rodrigues Quintilhano  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**LONDRINA**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de deixar registrado o meu reconhecimento e admiração à minha família, que nunca mediu esforços para me ajudar, apoiando minhas decisões pessoais e profissionais, estando presente e me ensinando continuamente.

Agradeço aos meus superiores do estágio, pelos ensinamentos transmitidos, por permitirem a realização deste projeto e por apoiarem e acreditarem do início ao fim no meu trabalho, sendo referências profissionais.

Agradeço a todos os meus colegas do estágio e a equipe de obra que desde o início me acolheram, ensinaram tudo que hoje sei sobre construção civil e me ajudaram durante este e outros trabalhos.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Rogério Tondato, pelo conhecimento, tempo e pela paciência depositados para tornar este trabalho possível.

Agradeço a todos os professores e coordenador do curso pelos conhecimentos passados nos preparando para a vida profissional.

Agradeço, por fim, aos meus colegas de turma Ana, Arthur e Pedro, e aos meus colegas da empresa Júnior pelos momentos e conhecimento compartilhado, sem eles a trajetória teria sido muito mais difícil.

## RESUMO

Na construção civil, a logística interna possui papel fundamental no que tange o fluxo de pessoas e materiais, sem ela há carência de matéria-prima, equipamentos e mão de obra, paralisando atividades e gerando prejuízos. Tal importância é diretamente proporcional a sua complexidade, e em uma obra em construção existe um fator agravante que é a constante mudança do ambiente e da demanda. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi aplicar de forma prática a metodologia PDCA na logística vertical, mais especificamente nos elevadores cremalheiras, em uma obra em atividade afim de promover a melhoria de processos, otimizando viagens e reduzindo a possibilidade de desabastecimento e ociosidade de mão de obra. Após seguir os passos propostos pela metodologia da qualidade focada no MASP, a pesquisa mostrou-se satisfatória, visto que houve uma melhoria de 87% no tempo parado da cremalheira e, também, houve padronização do planejamento e da utilização dos elevadores externos da obra. Por fim, pode-se dizer que o apoio da liderança foi essencial para a criação da cultura de melhoria de processos.

Palavras-chave: PDCA; melhoria de processo; construção civil; logística.

## **ABSTRACT**

In civil construction, the internal logistic has a fundamental role in the flow of people and materials, without it there is a lack of raw materials, equipment and labor, paralyzing activities and generating losses. Such importance is directly proportional to its complexity, and in a construction building there is an aggravating factor which is the constant change of the environment and demand. Therefore, the objective of this research was applying the PDCA methodology in a practical way in vertical logistics, more specifically in rack elevators, in a building construction in order to promote process improvement, optimizing rides and to avoid supply shortages and workforce idleness. After following the steps proposed by PDCA methodology focus on MASP, the research proved to be satisfactory, since there was an 87% improvement in the stopped time of the rack and there was standardization of the planning and operation of external elevators of the construction building. Lastly, it is safe to say that the leadership's support was vital to create a culture of process improvement.

Keywords: PDCA methodology; process improvement; civil construction; logistic.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Definições de qualidade .....	13
Figura 2 - Componentes da Qualidade Total, segundo Campos .....	16
Figura 3 - Relacionamento entre conceitos fundamentais da gestão da qualidade.....	17
Figura 4 - Eras da qualidade – Parte 1.....	19
Figura 5 - Definição de processos .....	20
Figura 6 - Cadeia de Valor .....	21
Figura 7 - Folha de verificação da variação do processo .....	22
Figura 8 - Folha de verificação de falhas do processo.....	22
Figura 9 - Diagrama de Pareto.....	23
Figura 10 - Diagrama de Ishikawa.....	24
Figura 11 - Os 5 Por quês .....	25
Figura 12 - 5W2H.....	25
Figura 13 - Ciclo PDCA .....	26
Figura 14 - SDCA.....	28
Figura 15 - Ciclo MASP .....	29
Figura 16 - MASP e ferramentas de qualidade.....	30
Figura 17 - Plano cadeia de abastecimento .....	32
Figura 18 - Plano de distribuição .....	32
Figura 19 - Plataforma de tesoura.....	35
Figura 20 - Elevador cremalheira .....	35
Figura 21 - Grua .....	36
Figura 22: Diagrama de Ishikawa.....	41
Figura 23: Diagrama de espaguete .....	41
Figura 24: Área de expedição térreo.....	48
Figura 25: Área de expedição subsolo .....	48
Figura 26: Quadro branco do planejamento semanal .....	49
Gráfico 1: Material X Dias transportados – Primeira coleta .....	43
Gráfico 2: Aproveitamento de viagens .....	44
Gráfico 3: Material x Dias transportados - Segunda coleta .....	50

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1: Cronograma do projeto .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabela 2: Ficha de coleta de dados. ....</b>	<b>40</b>
<b>Tabela 3: Apontamentos – Primeira Coleta.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabela 4: Viagens realizadas – Primeira Coleta .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabela 5: Classificação de capacidade .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabela 6: Aproveitamento de viagens .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabela 7: Dados da primeira coleta .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabela 8: Plano de ação.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabela 9: Viagens realizadas - Segunda coleta .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabela 10: Dados coletados - Segunda coleta.....</b>	<b>51</b>



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>11</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Gestão da qualidade</b> .....	<b>12</b>
2.1.1	Evolução Histórica.....	13
<b>2.2</b>	<b>Melhoria de processos</b> .....	<b>19</b>
2.2.1	Folha de verificação .....	22
2.2.2	Diagrama de Pareto .....	23
2.2.3	Diagrama de Ishikawa .....	23
2.2.4	Os 5 Por quês .....	24
2.2.5	5W2H .....	25
<b>2.3</b>	<b>O ciclo PDCA</b> .....	<b>25</b>
2.3.1	Metas para manter .....	27
2.3.2	Metas para melhorar .....	28
2.3.3	PDCA e ferramentas de apoio .....	30
<b>2.4</b>	<b>Logística</b> .....	<b>31</b>
<b>2.5</b>	<b>Logística na construção civil</b> .....	<b>33</b>
2.5.1	Logística vertical.....	34
<b>3</b>	<b>MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA</b> .....	<b>37</b>
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>38</b>
<b>4.1</b>	<b>A empresa</b> .....	<b>38</b>
<b>4.2</b>	<b>O problema</b> .....	<b>38</b>
<b>4.3</b>	<b>Etapa 1: PLAN</b> .....	<b>39</b>
4.3.1	Identificação do problema .....	39
4.3.2	Observação do problema .....	40
4.3.3	Análise do problema.....	42
4.3.4	Plano de ação .....	46
<b>4.4</b>	<b>Etapa 2: DO</b> .....	<b>47</b>
<b>4.5</b>	<b>Etapa 3: CHECK</b> .....	<b>49</b>
<b>4.6</b>	<b>Etapa 4: ACT</b> .....	<b>51</b>
<b>4.7</b>	<b>Discussão</b> .....	<b>52</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>53</b>

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>
-------------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

A logística surgiu com as guerras antigas e tinham como principal objetivo organizar e planejar a distribuição de materiais bélicos e recursos animais e humanos nas batalhas. A partir disso, surgiu o que hoje é conhecido como logística e definido como “processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços de informação associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor” (NOVAES, 2001 *apud*. BIANCHINI *et. al.*, 2007, p.3)

O avanço da logística, principalmente no varejo e na área industrial, desenvolveu-se muito com o passar dos anos, estando hoje na sua 4ª geração. Com o amadurecimento das técnicas e ferramentas, notou-se a aplicabilidade dela em outros setores, como na área empresarial, informacional, transporte aéreo, na construção civil, foco de estudo desse trabalho, e em outras áreas. Assim, muitas empresas passaram a valorizá-la visto que “Investir em logística é uma forma de conciliar maior eficiência, produtividade e rentabilidade” (DIAS, 2016, p.6).

Sabe-se que o setor de construção civil ainda possui processos muito morosos e pouco tecnológicos quando comparados com as indústrias, e uma das áreas mais afetadas é a logística. Segundo Barbosa *et. al.* (2008 *apud*. BOCETTO; JUNIOR, 2015, p.1) a maior parte do investimento é destinado a áreas técnico-estruturais, pois há a percepção de que está é a área que agrega valor e impulsiona a produção. Mas o atual mercado competitivo da área civil está incentivando empresas a mudarem seus processos, aproximando cada vez mais de estilo industrial.

Nesse contexto, a logística dentro da construção civil fica responsável por administrar os estoques de materiais, gerenciamento de compra e recebimento de matéria prima, fluxo de movimentação, leiaute de canteiro e o transporte de material horizontal e vertical baseado no cronograma de execução da obra.

Neste contexto, surge a logística vertical na construção de prédios, que segundo AGUIAR (2016, p.31), pode ser feita por meio de guias, guinchos, bomba de concreto e elevadores cremalheira. Esses maquinários são gargalos para a produção, visto a grande quantidade de material que precisa ser distribuído pelos pavimentos dos prédios. Ademais, as cremalheiras possuem uma dificuldade a mais que é conciliar o transporte de muitos materiais e o transporte diário de recursos humanos. Pensando nisso, pode-se questionar como a melhoria de processos, através de

conceitos da engenharia de produção pode auxiliar na racionalização do processo e gerar melhorias na logística vertical de obras prediais?

### **1.1 Justificativa**

A logística na construção civil está caminhando a passos curtos quando comparado a evolução no setor industrial. De acordo com Cruz (2002 *apud* AGUIAR, 2016, p.16) há poucos estudos sobre logística interna nos canteiros de obra, a maior parte do estudo está focado na gestão de suprimentos, a chamada logística externa.

Nesse sentido, essa pesquisa busca estudar pontos de melhoria da logística interna vertical, especificamente dos elevadores cremalheiras, de uma obra em Londrina, para que tal processo possa ser disseminados para outras obras do grupo empresarial, buscando reduzir desperdício e otimizar o planejamento.

Ademais, esse trabalho justifica-se pela relevância da aplicação da Engenharia de Produção em outros setores que não a indústria, abrindo portas para diversos futuros engenheiros. Com isso, espera-se também trazer visibilidade para o potencial de atuação do engenheiro de produção.

Por fim, a aplicação do projeto, o estudo de tempos e métodos pautado nos princípios da Produção Enxuta, colabora com a formação acadêmica do autor, desenvolvimento profissional e alocação de mercado.

### **1.2 Objetivos**

O objetivo geral deste trabalho é aplicar a metodologia PDCA na logística vertical da construção civil para a melhoria de processos.

Como objetivos específicos tem-se:

- Fazer um referencial teórico sobre o tema;
- Fazer um estudo de tempos e movimentos da cremalheira;
- Levantar quais os principais problemas de operação;
- Aplicar a metodologia PDCA elaborando um plano de ação para gerar melhorias;
- Controlar das ações por meio da coleta de dados.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os processos de produção de bens e serviços utilizam-se da troca de informações e materiais para que os produtos e serviços sofram as alterações na produção e sejam entregues ao cliente final. Durante este processo, várias trocas são efetuadas, e a qualidade do produto ou serviço, depende de uma boa gestão de processos da qualidade. Por outro lado, a logística auxilia diretamente os processos produtivos de bens e serviços, garantindo o fluxo de materiais e ou informações ao longo da cadeia produtiva.

### 2.1 Gestão da qualidade

Segundo Larousse (1992 *apud* TOLEDO, 2017, p.27) qualidade é uma característica, uma atribuição a algo ou a alguma coisa, diferenciando-as das demais. O conceito de qualidade modificou-se com o passar dos anos, as primeiras definições de qualidade estavam atribuídas às características físicas dos produtos comercializados, mas com o aumento dos custos de produção e custos de inspeção, a grande concorrência do mercado e as exigências dos clientes, as empresas foram obrigadas a modificar seu sistema produtivo e a qualidade “passou a dar ênfase ao controle do processo em detrimento da inspeção” (LOBO, 2020, p.21).

Na atualidade, quando se trata de gestão da qualidade, Toledo *et. al.* (2017, p.27) afirma que qualidade está associado ao desempenho das operações em uma organização, assim “qualidade é o resultado do que o cliente quer e o que ele julga ser, constituindo-se em diretrizes na busca da excelência pelas organizações”.

O conceito de qualidade é difícil de ser definido com 100% de precisão. Vários autores já contribuíram com a definição dela, mas como dito por Toledo, a qualidade está relacionada ao que o cliente espera, logo como suas vontades e desejos estão em constante evolução, a definição de qualidade também é mutável, conforme figura 1.

**Figura 1 - Definições de qualidade**

Definição	Autoria da Definição
■ Qualidade é adequabilidade para o uso.	Joseph Moses Juran
■ Possui qualidade o produto que satisfaz ao cliente.	Kaoru Ishikawa
■ Qualidade é fazer certo a coisa certa, já na primeira vez, com excelência no atendimento.	GESPÚBLICA (Ministério do Planejamento – Brasil).
■ Qualidade é at ingir ou buscar o padrão mais alto em vez de se contentar com o malfeito ou fraudulento.	Bárbara W. Tuchmam.
■ Qualidade refere -se às quantidades de atributos sem preço presentes em cada unidade do atributo com preço.	Keith B. Laffer
■ Na análise final de mercado, a qualidade de um produto depende de até que ponto ele se ajusta aos padrões das preferências do consumidor.	Alfred A Kuehn
■ Qualidade (quer dizer) conformidade com as exigências.	Philip B. Crosby
■ Qualidade quer dizer o melhor para certas condições do cliente. Essas condições são (a) o verdadeiro uso e (b) o preço de venda do produto.	Armand V. Feigenbeum
■ Qualidade é um grau previsível de uniformidade, dependência, baixo custo e satisfação do mercado.	William Edwards Deming
■ É o encontro do Estado e do setor produtivo – que cumprem com eficiência suas missões – com a sociedade organizada – que também se sente responsável pelo desenvolvimento do País.	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP)

**Fonte: Ferreira (2016).**

Apesar das várias definições, pode-se observar que a qualidade está associada a preferência do consumidor, que invariavelmente está distribuída em preço, prazo e qualidade intrínseca.

### 2.1.1 Evolução Histórica

O início da qualidade como processo aconteceu simultaneamente ao desenvolvimento das indústrias automobilísticas na década de 20. Esse período ficou conhecido como a era da inspeção, visto que o principal objetivo era identificar os produtos com avarias. Essa inspeção era feita ao final da produção, o que acarretava altos custos com retrabalho e refugos. Com o aumento da demanda, as inspeções finais passaram a ter um volume muito elevado e tornou-se cansativo para os colaboradores. Percebendo a necessidade de melhoria nesse processo, Dr. Walter A. Shewhart deu início aos estudos estatísticos da qualidade a partir da utilização de gráficos de controles e análises das informações obtidas na companhia que trabalhava na época, a *Bell Telephones Laboratories* (LOZADA, 2017, p.109).

O método desenvolvido por Shewhart, denominado de carta de controle de processo, permitiu diferenciar as causas comuns e especiais das avarias a partir de análises por amostragem durante o processo produtivo e não mais no final da

produção, prevenindo a fabricação de mais itens defeituosos (LOZADA, 2017, p.109). Dessa forma, foi possível determinar os limites de variação, aumentar a previsibilidade dos resultados, reduzir do espaço físico necessário para a inspeção, diminuir custos com retrabalhos e reduzir a variabilidade da produção. Os estudos de Shewhart marcou a era do controle da qualidade do processo (TOLEDO *et. al.*, 2017, p.29) e foi de tamanha importância que inspirou outros autores, como William E. Deming, a aprofundarem os estudos nessa área.

As consequências da Segunda Guerra Mundial no ambiente econômico forçaram as empresas a investirem em melhorias nos processos produtivos para poderem produzir mais com menor custo possível. Nesse contexto, foram formados grupos de pesquisas a fim de implantar projetos de melhoria da qualidade nos processos, como foi o caso da JUSE (*Union of Japanese Scientists and Engineers*). Esse mesmo grupo foi responsável por dar início ao protagonismo japonês no desenvolvimento de ferramentas de controle da qualidade na década de 50, convidando William E. Deming e Joseph Moses Juran para palestrarem sobre o que mais tarde viria ser o princípio da gestão da qualidade (WERKEMA, 2021, p.15).

Apesar do bom desempenho, o controle estatístico de qualidade apresentava algumas limitações e não conseguia garantir a qualidade assegurada dos produtos. Assim, era necessário que todo o sistema de produção e todos os departamentos, não só a operação, fossem capazes de garantir a assertividade e a qualidade de suas ações para que os produtos e serviços pudessem ser entregues com qualidade aos clientes (CORDEIRO, 2004 *apud*. NEVES, 2007, p.5). Segundo Werkema (2021, p.15), foi Juran o responsável por disseminar a ideia do controle de qualidade como ferramenta administrativa. Essa fase de transição entre o controle estatístico e a gestão total da qualidade ficou conhecida como era da garantia da qualidade.

De acordo com Toledo *et.al.* (2017, p.32) esse período foi marcado pela elaboração de 4 elementos primordiais no que tange o entendimento sobre gestão da qualidade, são elas:

- Quantificação do custo de qualidade;
- Controle Total da Qualidade;
- Engenharia da Confiabilidade;
- Zero defeito.

A quantificação de custos de qualidade estudados por Juran se dividem em evitáveis, como despesas com retrabalho, e inevitáveis, custos de inspeção (TOLEDO

*et. al.*, 2017, p.357). A partir dessa quantificação as empresas podem tomar decisões sobre os investimentos e metas de qualidade.

O controle total da qualidade (CTQ) foi definido por Armand Feigenbaum em 1957 como:

um sistema voltado para proporcionar satisfação ao cliente, gerando produtos e serviços de forma organizada e econômica, com assistência ao cliente/consumidor, e estruturando de forma que todos os funcionários da organização possam participar, contribuir e estar comprometidos com os esforços de desenvolvimento, manutenção e melhoria da qualidade de forma global. (TOLEDO *et. al.*, 2017, p.33).

O autor defendia que a qualidade depende na satisfação do cliente e para isso, a qualidade deve ser garantida durante todo o processo por meio da eliminação de falhas. Enfatizando a definição de Feigenbaum, Campos (1992) diz que o controle total da qualidade é “o controle exercido por todas as pessoas para a satisfação das necessidades de todas as pessoas”.

Segundo Ballestero-Alvarez (2001 *apud.* ESPERIDIÃO, AVILA, MACHADO, 2013, p.7) Kaoru Ishikawa também enfatizava essa necessidade de uma maior contribuição e comunicação das pessoas dentro dos departamentos e entre os setores “o processo seguinte é o seu cliente”. Isso o incentivou a criar o círculo da qualidade, que consiste em reunir pessoas do mesmo departamento para identificar os problemas de qualidade e discutir possíveis soluções.

Segundo Juran (1991 *apud.* MATOS; GOIS; MIRANDA, 2000, p.4) o controle da qualidade total baseia-se em um ciclo de controle que consiste em: avaliar o desempenho operacional real, comparar o desempenho com objetivos traçados anteriormente e, por fim, tomar alguma ação caso haja diferença entre os dois.

Dessa forma, para avaliar o desempenho operacional da empresa, Campos (1992 *apud.* NEVES, 2007, p.5) diz que a qualidade deve ser avaliada em cinco dimensões: Qualidade, Custo, Entrega, Moral e Segurança. Tais dimensões, demonstrados na figura 2, serão base para o desenvolvimento da Gestão Total da Qualidade.



**Figura 2 - Componentes da Qualidade Total, segundo Campos**

	Dimensões da qualidade total	Pessoas atingidas
Qualidade Total	Qualidade — Produto/Serviço — Rotina	Cliente, vizinho
	Custo — Custo — Preço	Cliente, acionista empregado e vizinho
	Entrega — Prazo certo — Local certo — Quantidade certa	Cliente
	Moral — Empregados	Empregado
	Segurança — Empregados — Usuários	Cliente, empregado e vizinho

Fonte: Werkema (2021).

A engenharia da confiabilidade, por sua vez, consiste em estudar formas de antever a confiabilidade do produto por meio de softwares, técnicas de medições e avaliações que prevejam as falhas dos produtos. (TOLEDO *et. al.*, 2017, p33).

Já o princípio de Zero Defeito defendido por Philip Crosby consiste em “fazer bem a primeira vez” (CROSBY, 1983), estabelecendo metas a longo prazo para a empresa e incentivando a melhoria contínua. Para Crosby (1983), a qualidade está intimamente ligada a abstenção de falhas e erros, visto que para ele, o custo de concertar um erro é muito maior que o custo de prevenção de falha.

A partir desses princípios surgiu a Gestão da Qualidade Total (GQT) ou *Total Quality Management* (TQM) que além de atuar nas dimensões operacionais e táticas, passa a contemplar também a esfera estratégica da empresa. Assim, a melhoria do desempenho da empresa está relacionada a qualidade, custos, prazos, metas, objetivos, missão, valorização do colaborador e as decisões são tomadas para todos os níveis da organização. Portanto, a GQT é “uma estratégia de fazer negócio” (CARPINETTI, 2016, p.22) que visa aumentar a competitividade da empresa dentro do mercado de atuação atendendo as expectativas dos clientes e aplicando conceitos fundamentais e técnicas de gestão da qualidade.

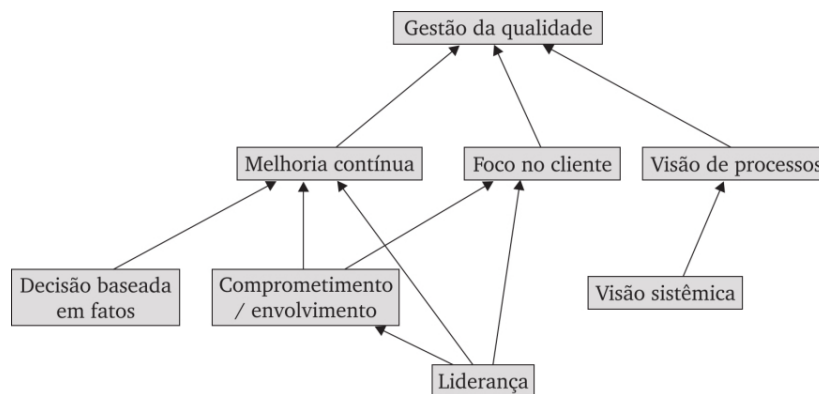
Segundo Scholtes (1998 *apud*. MATOS; GOIS; MIRANDA, 2000, p.5), o TQM segue seis princípios filosóficos:

- I. Foco no cliente externo;
- II. Entender e administrar o sistema que envolve toda a empresa, ou seja, ter uma visão sistêmica de todos os processos da empresa;

- III. Entender e utilizar os dados fornecidos pelo próprio processo sobre as variações e suas causas;
- IV. Entender os colaboradores da empresa e os consumidores;
- V. Ser assertivo com as mudanças, ou seja, melhorar;
- VI. Ter direção e foco, ou seja, saber priorizar.

Complementar a isso, Carpinetti (2016, p.22) diz que o sucesso da GQT consiste em ter uma cultura organizacional forte que valorize a educação, treinamentos, melhoria contínua, foco no cliente, envolvimento e comprometimento desde a linha de produção até a gerência, como demonstrado na figura 3. Visto que “o comprometimento da alta administração é indispensável para garantir uma profunda mudança na cultura da organização” (CHIAVENATO, 2003).

**Figura 3 - Relacionamento entre conceitos fundamentais da gestão da qualidade.**



**Fonte: Carpinetti (2016).**

Diversas ferramentas, métodos e técnicas surgiram durante esse período para a execução da gestão de qualidade total e o aprimoramento do controle da qualidade. Juran, por exemplo, estabeleceu a “Trilogia da qualidade”, três processos administrativos que auxiliam na gestão: Planejamento, Controle e Melhoramento da qualidade (TOLEDO *et. al.*, 2017, p.40). Ishikawa, por sua vez, desenvolveu as Sete Ferramentas do controle estatístico: Folha de coleta de dados, Análise de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Fluxograma, Histograma, Diagrama de Dispersão e Gráfico de Controle (CARAVANTES *et al.*, 2005, *apud.* ESPERIDIÃO, AVILA, MACHADO, 2013, p.9). Outro autor importante foi Taguchi que desenvolveu um método para melhoria da qualidade e redução dos custos com enfoque no

desenvolvimento do produto, conhecido também como método Taguchi (TOLEDO *et. al.*, 2017, p.331).

Além dessas técnicas e ferramentas o avanço da gestão e do controle de qualidade também contribuiu para a criação de novos sistemas de produção como o Lean Manufacturing por Taichii Ohno (Toyota). Outra vertente importante que surgiu desse avanço foi a criação do Seis Sigma pela Motorola. (WERKEMA, 2021, p.16).

Dado essas eras e devido a grande quantidade de empresas atuantes no mercado, a diversificação de produtos e a globalização criou-se sistemas de gestão da qualidade que padronizam e certificam que as empresas têm capacidade de atender os graus de qualidade estabelecidos como padrões satisfazendo as necessidades e desejos dos clientes. A ISO (*International Organization for Standardization*) é um organismo internacional responsável por criar e padronizar normas de processos, produtos, sistemas e materiais. A que corresponde ao sistema de qualidade é a ISO 9000 (TOLEDO *et. al.*, 2017, p.26).

Todas essas ferramentas e ou metodologias podem ser vistas no resumo das eras da qualidade, na figura 4.

**Figura 4 - Eras da qualidade.**

Quadro 2.5 Características das Eras da Qualidade					
Identificação das características	Eras da Qualidade e descrição das características				
	Inspeção do produto	Controle do processo	Sistema de gestão/garantia	Gerenciamento estratégico	Futuro...
Período da Era da Qualidade	Décadas de 1910 a 1930	Décadas de 1940 e 1950	Décadas de 1960 e 1970	Décadas de 1980 e 1990	Década de 2000 em diante
Objetivo da Qualidade	Deteção de não conformidades	Controle de processos de fabricação	Coordenação dos processos de fabricação, confiabilidade e manutenibilidade	Impacto estratégico da qualidade	Impacto social, económico e ambiental
Preocupação básica ou visão da Qualidade	Verificação/Um problema a ser resolvido	Controle/Um problema a ser resolvido	Coordenação/Um problema a ser resolvido, mas que seja enfrentado pró-ativamente	Impacto estratégico/Uma oportunidade de concorrência	Impacto social, económico e ambiental/Uma oportunidade de diferenciação
Ênfase da Qualidade	Uniformidade do produto	Uniformidade do produto com menos inspeção e o fornecimento de peças uniformes	Todas as etapas de produção e toda a cadeia de adição de valor, desde o projeto até o mercado, e a contribuição de todos os grupos funcionais, especialmente os projetistas, para impedir falhas de qualidade	As necessidades de mercado e do consumidor	As necessidades da sociedade, do mercado e do consumidor
Métodos da Qualidade	Inspeção da produção e Instrumentos de medição	Instrumentos e técnicas estatísticas	Programas e sistemas	Planejamento estratégico, estabelecimento de objetivos e a mobilização da organização	Métodos e ferramentas estatísticas sofisticadas, prática da inovação e capacitação de pessoal
Papel dos profissionais da Qualidade	Inspeção, classificação, contagem e avaliação	Solução de problemas e a aplicação de métodos estatísticos	Mensuração da qualidade, planejamento da qualidade e projeto de programas	Estabelecimento de objetivos, educação e treinamento, trabalho consultivo com outros departamentos e delineamento de programas	Estabelecimento de objetivos, educação e treinamento, trabalho consultivo com outros atores da cadeia produtiva
Quem é o responsável pela Qualidade	O departamento de inspeção	Os departamentos de produção e engenharia	Todos os departamentos, embora a alta gerência só se envolva periféricamente com o projeto, o planejamento e a execução das políticas da qualidade	Todos na empresa, com a alta gerência exercendo forte liderança	Todos na cadeia de produção
Orientação da Qualidade	Em direção ao produto	Em direção ao processo	Em direção ao sistema	Humanística, em direção à sociedade, ao custo e ao consumidor	Relacional entre atores da cadeia de produção
Caráter ou base de atuação da Qualidade	Técnico	Técnico	Técnico	Estratégico e humano	Humano e social
Abordagem ou enfoque da Qualidade	Inspecciona, comprova a qualidade	Controla a qualidade	Constrói ou produz a qualidade	Gerencia a qualidade	Coordena a qualidade na cadeia de produção
Função comprometida	Produção e controle do produto acabado	Produção e projetos do produto e do processo	Projetos e outras funções	Toda a organização e gestão da empresa e da cadeia de produção	Gestão da integrada da cadeia de produção e do relacionamento com a sociedade

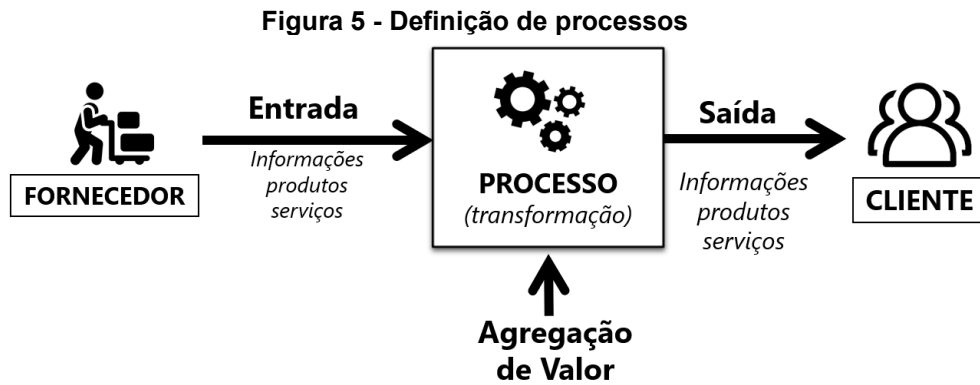
Fonte: Toledo *et. al* (2017).

Como pode ser visto, a qualidade iniciou-se no foco do produto, gerando a inspeção do produto, passou a controle de processo, seguindo para os sistemas de garantia da qualidade, alcançando o Planejamento Estratégico e deixando ainda um futuro em aberto.

## 2.2 Melhoria de processos

Na literatura há diversas definições de processos, em termos gerais, a maioria delas diz que processos são ações que transformam entradas em saídas atribuindo valores e gerando resultado, visto na figura 5. Nesse sentido, processo pode ser definido como:

um conjunto de recursos e atividades inter-relacionados, que transforma elementos de entrada em elementos de saída (transformação da matéria-prima em produto final). Os recursos podem ser: pessoais, financeiros, instalações, equipamentos, técnicas e/ou métodos. (LOBO, 2020, p.26)



Fonte: UFBA (2022).

Segundo Werkema (2021, p.23), os processos são subdivididos em outros processos que possuem outros subprocessos, e essa divisibilidade é importante para estudar e controlar os processos separadamente permitindo a melhor identificação de problemas e soluções mais eficazes.

Todo processo tem como finalidade gerar um resultado e a qualidade do processo está relacionado a forma como os resultados são atingidos e a satisfação ou não do cliente com o produto final. Assim, para estruturar um processo é preciso (WERKEMA, 2021, p.24):

- I. Identificar os clientes internos e externos e quais necessidades é preciso satisfazê-los;
- II. Definir qual o produto será entregue a eles;
- III. Definir as características do produto;
- IV. Definir os itens de controle – ou seja transformar as características em indicadores mensuráveis;
- V. Definir itens de verificação – causas que afetam o processo.

Assim, um processo é gerenciado por meio dos itens de controle e para que eles sejam bem-sucedidos é necessário ter um constante acompanhamento dos itens de verificação. Em geral, os itens de verificação estão associados ao chamado 6Ms: mão de obra, matéria-prima, meio ambiente, método de trabalho, maquinário e medidas. A partir dessas definições, o processo pode ser padronizado através de fluxogramas, procedimento operacional padrão e definindo um responsável (FERREIRA, 2016, p.47), e pode ser mensurado, permitindo assim o seu gerenciamento.

A elevada concorrência do mercado aliado as exigências dos consumidores fizeram com que as empresas entrassem em uma corrida constante por melhoria nos processos, redução de custo, melhoria ou manutenção da qualidade e do desempenho dos seus produtos, visando assim aumentar o valor agregados das suas ofertas pela perspectiva do consumidor.

Nesse contexto, Ferreira (2016, p.84) afirma que a melhoria de um processo inicia com a escolha da equipe responsável pela condução do trabalho, capacitação da equipe selecionada e engajamento de todos os colaboradores com o trabalho que será iniciado. Feito isso, é importante elaborar um plano de trabalho, com objetivo, justificativa, e realizar uma análise do contexto do processo que pretende ser estudado. As ações tomadas para melhorar um processo devem ser feitas de maneira estratégica visando reduzir custos e aumentar o valor percebido pelos stakeholders, assim, a cadeia de valor de Michael Porter auxilia na análise sistemática e estratégica do processo, como mostra a figura 6.

**Figura 6 - Cadeia de Valor**



Fonte: Ferreira (2016).

Após decidir a área que poderá ter melhor resultado diante da qualidade percebida pelo cliente e por isso deve ser o foco da melhoria do processo, deve-se analisar de forma mais pontual o processo, tomar decisões e elaborar ações de

melhorias. Para isso, há ferramentas e métodos já elaborados pelos estudiosos da área que serão explicitados a seguir.

### 2.2.1 Folha de verificação

Carpinetti (2016, p.77) afirma que a folha de verificação consiste em planejar, organizar e simplificar a coleta dos dados do processo. Segundo Lobo (2020, p.51), a folha de verificação reduz as margens de erro da coleta, garante a consistência e a universal da coleta de forma que diferentes pessoas consigam usar, uniformiza o registro dos dados e garante a coleta de informações relevantes. O autor ainda diz que existem dois tipos de folha de verificação:

- Folha de verificação da variação do processo, como mostra a figura 7.

**Figura 7 - Folha de verificação da variação do processo**

Empresa		Sulfato de Sódio: 30 g 50 amostras
<b>Folha de verificação</b>		
Título	Padrão	Somatória
28	XX	2
28,5	XXXX	4
29	XXXXX	6
29,5	XXXXXXXX	8
30	XXXXXXXXXX	10
30,5	XXXXXXXXXX	8
31	XXXXXXXX	7
31,5	XXXXXX	5
32		0
32,5		0

Fonte: Lobo (2010) *apud* Azevedo, Costa e Silva (2018).

- Folha de verificação de falha do processo, demonstrado na figura 8.

**Figura 8 - Folha de verificação de falhas do processo**

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

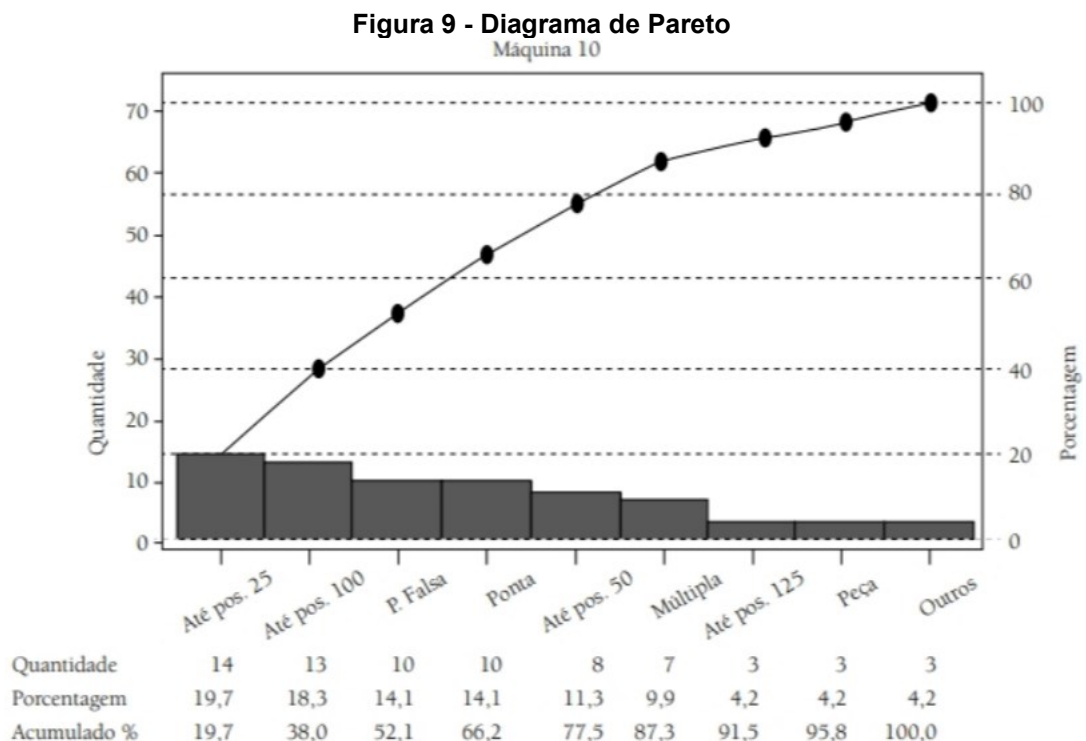
Fonte: Carpinetti (2016).



### 2.2.2 Diagrama de Pareto

O Princípio de Pareto, também conhecido como “Regra 80/20”, foi desenvolvido pelo economista italiano Wilfredo Pareto e adaptado por Joseph M. Juran (TOLEDO *et. al.*, 2017, p.206). De acordo com Lobo (2020, p.53), o Princípio de Pareto diz que “80% dos problemas são resultados de 20% de causas potenciais”, assim escolher as causas certas pode ser essencial para agir com poucas ações e obter bons resultados.

Dessa forma, o Diagrama de Pareto organiza as informações sobre os elementos do processo e auxilia na priorização das ações. O Diagrama de Pareto consiste em um gráfico de barras vertical o qual ordena as frequências de ocorrências na ordem decrescente (TRIVELLATO, 2010 *apud.* AZEVEDO; COSTA; SILVA, 2018, p.6), evidenciando a ordem de importância dos problemas, como mostra a figura 9.



Fonte: Lobo (2020).

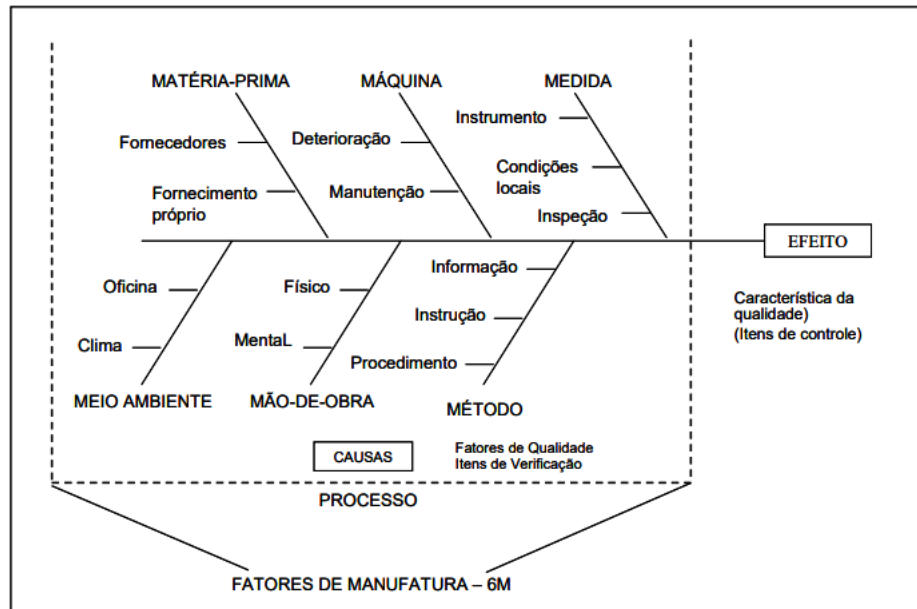
### 2.2.3 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, conhecido também como diagrama de causa e efeito, foi criado por Kaoru Ishikawa com o objetivo de evidenciar as possíveis causas de um problema (efeito) e a inter-relação entre os vários componentes de um processo (CARPINETTI, 2016, p.19). Cada efeito possui diversos tipos de causas, os quais



podem ser agrupados em seis macro causas: Material, Meio Ambiente, Mão de obra, Método, Máquina e Manutenção, essas categorias são conhecidas como 6M (LOBO, 2020, p.55). O exemplo do diagrama pode ser visto na figura 10.

**Figura 10 - Diagrama de Ishikawa**



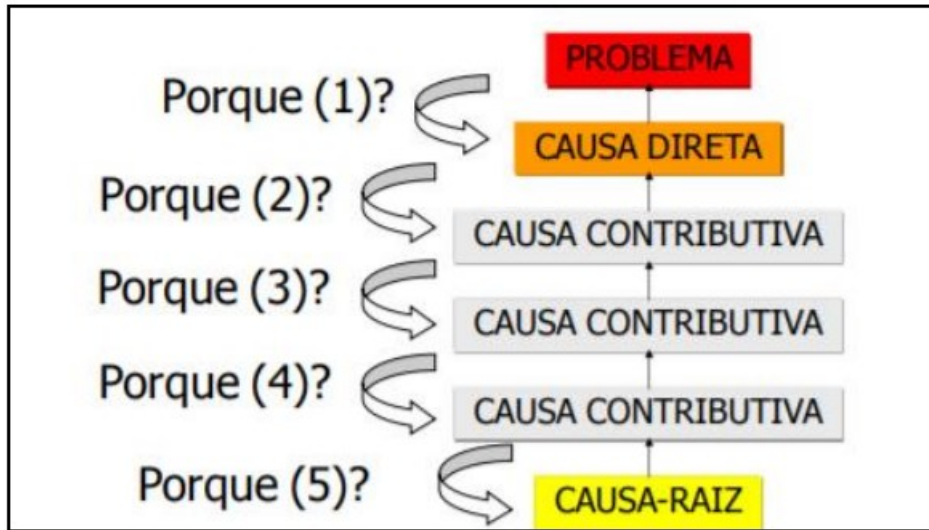
**Fonte: Campos (1992) apud. Neves (2007).**

A identificação das causas secundárias e terciárias do problema pode ser feita utilizando a ferramenta de apoio *Brainstorming* que, segundo Jesus *et. al.* (2021, p.3), consiste em criar um ambiente propício ao compartilhamento de diversas ideias o máximo possível com o intuito de evidenciar problemas.

#### 2.2.4 Os 5 Por quês

A técnica dos 5 Por quês é utilizada para aprofundar o conhecimento sobre as causas de um problema. A técnica consiste em realizar a pergunta Por Quê? sucessivamente a cada causa que é sugerida até encontrar a causa raiz, vale ressaltar que o número 5 é uma sugestão e não uma imposição (FERREIRA, 2016, p.91). Para melhor compreensão, a figura 11 exemplifica a utilização da ferramenta.

Figura 11 - Os 5 Por quês



Fonte: Menezes (2013) *apud.* Azevedo, Costa e Silva (2018).

2.2.5 5W2H

É uma técnica utilizada na análise das etapas de um processo e, principalmente, na formulação de planos de ações. Segundo Ferreira (2016, p.90), a técnica consiste em responder 7 perguntas: Quem (*Who*)? Onde (*Where*)? Quando (*When*)? Por que (*Why*)? O que (*What*)? Como (*How*)? Quanto (*How Much*)? Sendo assim, a base de um plano de ação, como pode ser visto na figura 12.

Figura 12 - 5W2H

Métodos do 5W2H						
5W					2H	
What?	Who?	Where?	When?	Why?	How?	How Much?
Que ação será executada?	Quem irá executar/participar da ação?	Onde será executada a ação?	Quando será executada a ação?	Por que será executada a ação?	Como será executada a ação?	Quanto custa para executar a ação?

Fonte: Meira (2003) *apud.* Jesus *et. al.* (2021).

2.3 O ciclo PDCA

O Ciclo PDCA significa P(*Plan*) = Planejar, D(*do*) = Executar, C(*check*) = Controlar e A(*act*) = Agir. É um método amplamente utilizado para promover a melhoria dos processos e a melhoria contínua dentro das organizações, visto que ele

“promove o controle para fomentar resultados eficazes e confiáveis em qualquer setor de uma organização, buscando a padronização e controle da qualidade, além de evitar que falhas aconteçam” (FARIAS; MELO, 2022, p.4).

Segundo Werkema (2021, p.28), o método PDCA, conhecido também como Ciclo de Shewhart ou Ciclo de Deming, é um método de gestão que direciona as ações para alcançar os objetivos estipulados. Esse método foi criado pelo engenheiro americano Walter Shewhart nos anos 30 a partir dos estudos prévios de Frederick Taylor e sua metodologia *Plan-Do-See*, posteriormente o Ciclo PDCA foi adaptado e amplamente disseminado por Deming nos anos 50 no Japão.

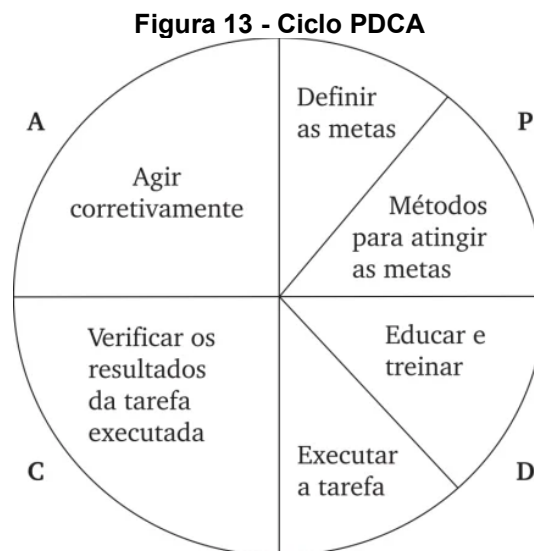
Como o próprio nome sugere, o ciclo PDCA possui quatro fases e ao final de cada ciclo novas ações e metas são definidas para corrigir problemas e falhas identificadas no ciclo anterior, por isso ele é base da melhoria contínua dos processos. As quatro fases básicas do PDCA, exemplificadas na figura 13, são:

(P) Planejar: Nessa etapa deve-se identificar o problema, definir as metas a serem alcançadas e definir um plano de ação para alcançá-las.

(D) Executar: A segunda parte do método é executar o planejamento feito na etapa anterior, para isso deve-se preparar as pessoas e colocar em prática o plano.

(C) Controlar: Após a execução, uma coleta de dados deve ser feita para comparar os indicadores reais com as metas propostas, identificando os desvios.

(A) Agir: Após analisar os dados coletados e identificar os desvios, ações corretivas devem ser tomadas.



**Fonte: Carpinetti (2016).**

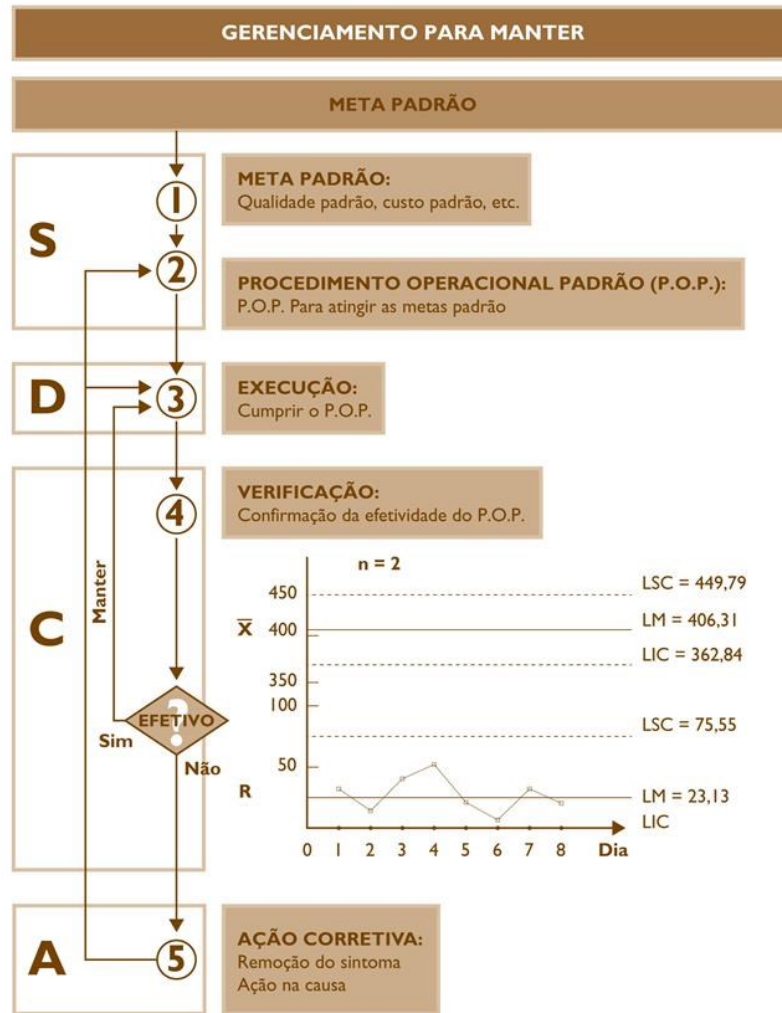
De acordo com Werkema (2021, p.31), o Ciclo PDCA pode ser aplicado para dois tipos de metas: metas para manter e metas para melhorar. Assim, conforme o objetivo principal da meta, a estrutura básica do ciclo PDCA sofre adaptações.

### 2.3.1 Metas para manter

Quando a melhoria do processo é focada em metas para manter, significa que a empresa encontrou a maneira ideal de produzir algo e busca padronizar o processo de forma que atinja as metas e os valores aceitáveis de controle do item. Dessa forma, o plano PDCA é adaptado para o plano SDCA, que significa *Standard, Do, Check e Act*. (Padronizar, Fazer, Checar e Agir)

Segundo Werkema (2021, p.34), a grande diferença é que na primeira etapa (Standard), ao invés de identificar problemas, a empresa deve determinar a meta padrão e o procedimento operacional padrão (POP) que deverá ser seguindo para o atingimento da meta. Para a execução do procedimento operacional padrão faz-se necessário treinamentos dos funcionários, acompanhamento da gerencia e auditorias. Já a fase de checagem é feita ao final no processo com o intuito de monitorar do desempenho comparando-o com a meta. Caso a meta não tenha sido atingida, deve-se agir de maneira corretiva nas anomalias encontradas através do relatório de anomalias e revisões diárias. O resumo pode ser visto na figura 14.

Figura 14 - SDCA

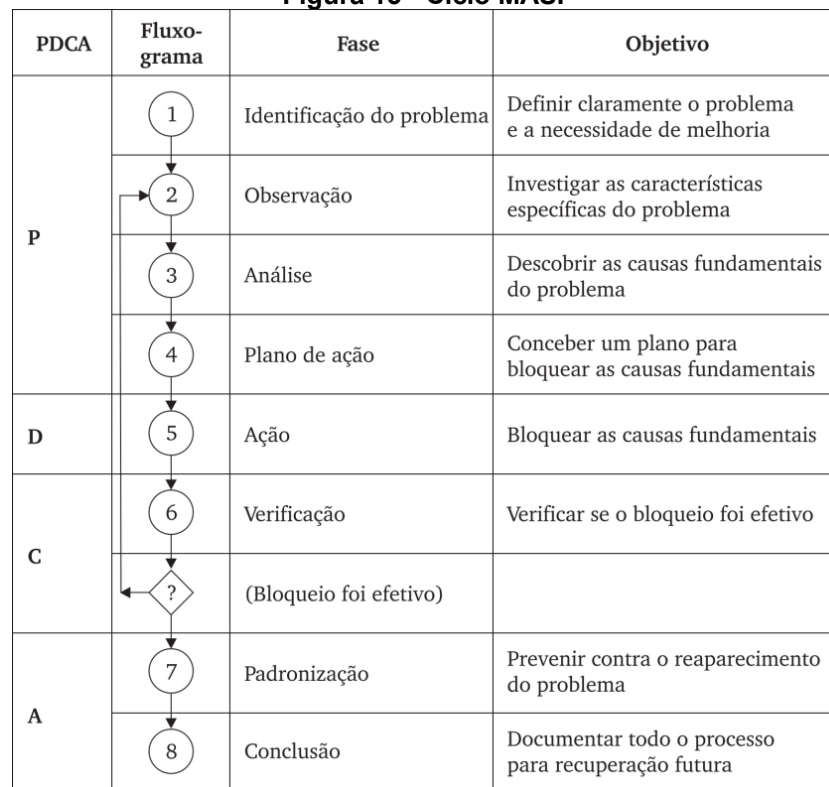


Fonte: Werkema (2021).

### 2.3.2 Metas para melhorar

As metas para melhora são utilizadas quando a empresa busca implementar a melhoria contínua no processo em questão, para isso utiliza a versão adaptada do PDCA: Método de Análise e Solução de Problema (MASP). Segundo Ferreira (2016, p.12), o MASP “é um método prescritivo, racional, estruturado e sistemático para o desenvolvimento de um processo de melhoria num ambiente organizacional, visando à solução de problemas e obtenção de resultados otimizados”. A figura 15 mostra as etapas do PDCA focado para melhorar.

Figura 15 - Ciclo MASP



Fonte: Carpinetti (2016).

Segundo Franz e Caten (2003, p.4), o Planejamento, primeira etapa do método MASP, é subdividida em quatro etapas:

- I. Identificação do problema: Nessa etapa deve-se identificar o problema e dados históricos evidenciando a frequência que ele ocorria, assim como o impacto financeiro dele caso possível.
- II. Observação: Essa etapa é feita uma coleta de dados e de informações do problema no local de ocorrência. Busca entender o contexto em que está inserido e as suas características.
- III. Análise do Processo: Deve-se analisar as informações observadas na etapa anterior e levantar possíveis causas do problema, escolhendo a causa mais provável na qual irá atuar para corrigir.
- IV. Plano de ação: Nessa etapa elabora-se um plano de ação de maneira estratégica, pensando em atuar nas causas e contrapondo com os possíveis efeitos colaterais que irá causar no processo como um todo.

A próxima etapa do método é a V. Execução do plano de ação elaborado na etapa anterior e deve obter a participação de todos os envolvidos no processo. Para isso, as informações devem ser claras e objetivas.

A etapa VI. Controle ou verificação avalia se as ações tomadas geraram melhorias e bloquearam as ações causadoras do problema. Caso a não tenha sido efetivo, volta para a etapa de observação.

A etapa Agir do PDCA é subdividida no método MASP em:

- VII. Padronização: Nessa etapa padroniza as ações que possibilitaram o atingimento da meta para o que o problema não retorne.
- VIII. Conclusão: Essa etapa analisa os problemas restantes e analisa as lições aprendidas durante a implementação do método para aplicar em futuros ciclos.

### 2.3.3 PDCA e ferramentas de apoio

Para a execução das etapas do método MASP, Ferreira (2016, p.104) indica diversas ferramentas que podem ser usadas durante a realização do método como pode ser visto na figura 16.

**Figura 16 - MASP e ferramentas de qualidade**

PDCA	Etapas	Fatos e dados existentes	Fatos existentes e dados inexistentes
P	1- Estudo do Processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estratificação</li> <li>- Diagrama de Pareto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Brainstorming</i></li> <li>- <i>Brainwriting</i></li> </ul>
P	2- Identificação e Observação do Problema	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Folha de Verificação</li> <li>- Diagrama de Pareto</li> <li>- 4Q1POC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Votação de Pareto</li> <li>- 4Q1POC</li> </ul>
P	3- Análise	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ishikawa</li> <li>- Folha de Verificação</li> <li>- Diagrama de Pareto</li> <li>- Histograma</li> <li>- Diagrama de Correlação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ishikawa</li> <li>- Matriz GUT</li> </ul>
P	4- Plano de Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4Q1POC</li> <li>- Diagrama de Árvore</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Votação de Pareto</li> <li>- Diagrama de Árvore</li> </ul>
D	5- Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4Q1POC</li> <li>- PDCA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4Q1POC</li> <li>- PDCA</li> </ul>
C	6- Verificação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagrama de Pareto</li> <li>- Gráfico de Controle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gráfico de Controle</li> </ul>
A	7- Normalização	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4Q1POC</li> <li>- Diagrama de Árvore</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4Q1POC</li> <li>- Diagrama de Árvore</li> </ul>
A	8 - Conclusão	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4Q1POC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4Q1POC</li> </ul>

**Fonte: Ferreira (2016).**

A maior parte das ferramentas citadas na figura 16 foram descritas no item 2.2 deste trabalho.

## 2.4 Logística

A logística surgiu nos tempos antigos auxiliando na organização estratégica da guerra visando o posicionamento dos soldados, a distribuição de material bélico, de mantimentos e de remédios. Segundo Paura (2011, p.15), a partir da Segunda Guerra Mundial, a logística passou a ser estudada como uma ciência e, simultaneamente, passou a ser aplicada na gestão operacional promovendo a sincronia dos processos empresariais. Dessa forma, a logística “torna possível uma empresa disponibilizar o produto certo, no momento, local e condições adequadas, fazendo a logística envolvida desde o transporte da matéria prima até o momento em que o cliente recebe o produto final” (DONALD, 2014 *apud*. SILVA *et. al.*, 2019 p.03).

Segundo Dias (2022, p.3), a logística busca administrar as compras, movimentações, armazenamento, distribuição física e estocagem de recursos materiais durante todo o processo, além de permitir a gestão da informação em todas as fases produtivas. Ainda segundo o autor, as atividades de logística estão relacionadas ao planejamento, ao desenvolvimento, a aquisição, ao armazenamento, ao transporte, a distribuição, a manutenção e a expedição de materiais.

Pela literatura, pode-se também definir logística como parte do gerenciamento da cadeia de suprimentos, a qual engloba outras áreas da empresa como finanças, P&D, Vendas e etc. No entanto, por terem os objetivos idênticos, autores como Ballou tratam ambas como similares, visto que o limite entre elas é impreciso, assim:

Logística/Cadeia de Suprimentos é um conjunto de atividades funcionais (transportes, controle de estoques, etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao consumidor. (BALLOU, 2006, p.29)

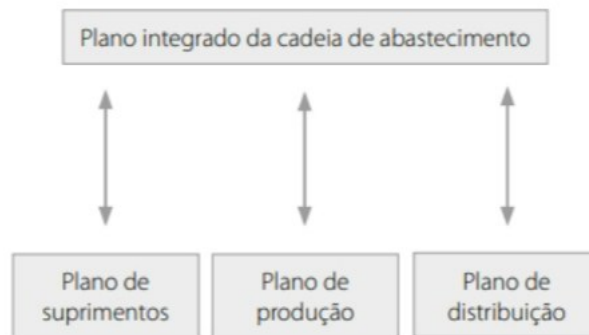
Dessa forma, entende-se que logística integra os setores operacionais de uma empresa coordenando a movimentação de materiais entre elas e o fluxo de informações de maneira sistêmica e estratégica. Logo, otimizar a cadeia de suprimentos resulta em aumento na produtividade e na vantagem competitiva. (BIANCHINI *et. al.*, 2007, p.4). Além disso, segundo Dias (2022, p.6) o custo logístico pode representar até 12% do faturamento de uma empresa, sendo assim a redução



do custo de movimentação influencia diretamente no custo final e no valor percebido pelo cliente.

Segundo Bertaglia (2020, p.144), o ponto de partida para a busca dessa vantagem competitiva é identificar os processos que compõe a cadeia de suprimentos. A partir disso, a estruturação interna é essencial para a redução de custos e otimização de tempo que irá resultar em maiores vendas e lucros. Para tanto, o planejamento da cadeia de abastecimento (apoio a produção) tem papel fundamental e tem como objetivo propiciar “uma visão clara de todo o processo, permitindo que se entendam as limitações e as restrições dos diferentes recursos que compõem a cadeia” (BERTAGLIA, 2020, p.146), organizando o fluxo logístico de maneira eficiente. O autor ainda diz que o planejamento da cadeia de abastecimento pode ser dividido em: plano de suprimento, de produção e de distribuição, conforme figura 17.

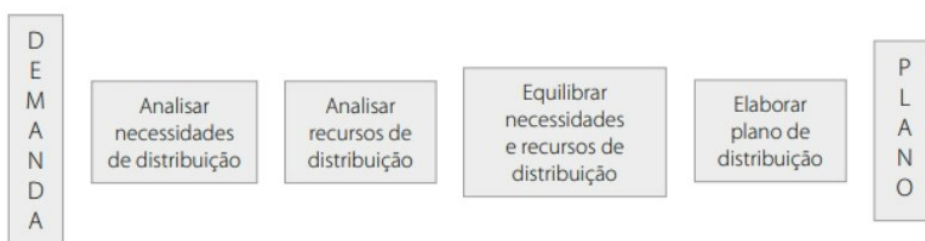
**Figura 17 - Plano cadeia de abastecimento**



Fonte: Bertaglia (2020).

- Plano de suprimentos: Esse planejamento é feito para obtenção de materiais que serão utilizados durante todo o processo.
- Plano de produção: Esse planejamento norteia a sequência de produção e determina as demandas de cada recurso na linha produtiva.
- Plano de distribuição: Esse planejamento visa descrever como os recursos serão distribuídos para atender as demandas elencadas no plano anterior, como mostra a figura 18.

**Figura 18 - Plano de distribuição**



**Fonte: Bertaglia (2020).**

A logística, por ser entendida como um sistema complexo que aborda ações desde a compra com fornecedores até a distribuição física dos materiais aos clientes passando por toda a cadeia de apoio a produção, é difícil de ser analisada e controlada de uma única vez. Por isso, conta com diversas áreas de atuação, como marketing logístico, *supply chain management*, gestão de transporte e etc., e auxílio da tecnologia para gerenciar o sistema de informação.

## **2.5 Logística na construção civil**

A construção civil é uma das engenharias mais antigas que existem, no entanto, segundo Zegarra (2000 *apud.* AGUIAR 2016, p.59) a logística ainda é limitada e teve pouco avanço dentro do ramo, sendo o setor com menor aproveitamento. Assim como nas indústrias, a logística na construção civil abrange desde a compra de materiais com os fornecedores até a entrega do produto final ao cliente.

Cardoso (1996 *apud.* AGUIAR, 2016, p.57) dividi a logística na construção civil em: logística externa e logística interna. No caso da logística externa, os aspectos do plano de suprimentos são muitos similares com os da indústria (MARCONDES; CARDOSO, 2005, p.3), visto que o processo de escolha de fornecedores, compra de materiais, recebimento de materiais e estoque são relativamente iguais.

Quanto a entrega do produto, a construção civil diferencia-se das indústrias pois seu produto final é fixo, logo, o nível de serviço observado pelo cliente está na qualidade e atendimento ao prazo, e não há preocupação com a distribuição do produto final e logística de transportes. (RIBEIRO, 2015)

A principal diferença da logística nas construções civil, principalmente as prediais, está no serviço de apoio a produção, denominada por Marcondes e Cardoso (2005, p.3) como a “logística interna” ou logística do canteiro de obras. Isso porque, ela é muito influenciada pela organização da cadeia produtiva da obra. Além disso a logística do canteiro de obras deve ser realizada em etapas acompanhando o planejamento de execução da obra (FERREIRA, 1998 *apud.* AGUIAR, 2016, p.33), visto que o canteiro divide o espaço concomitantemente a execução do produto principal, ou seja, a obra.

Aguiar (2016, p.29) afirma que canteiro de obra é toda a área dentro dos limites da obra que abrange: área de produção, área de apoio a produção, sistemas de transporte, área administrativa, área de vivência e de circulação. Dessa forma, a logística interna deve administrar os materiais e as informações dentro e entre esses setores.

### 2.5.1 Logística vertical

Várias são as dificuldades encontradas pela engenharia civil quando se trata de logística, entre os fatores pode-se citar: a grande quantidade de processos distintos no desenvolvimento do produto (CASTRO *et. al.*, 1997 *apud.* VEIGA, 2019, p.24), produto final fixo, grande rotatividade de mão de obra, diversidade de materiais utilizados, curto ciclo de vida da matéria prima (ex: argamassa e massa de cimento) e o compartilhamento do espaço para organização de material e produção.

Nas obras prediais, outro fator que dificulta a distribuição de materiais é a verticalidade dos produtos finais. Isso porque a distribuição de materiais e de pessoas fica dependente de poucos maquinários os quais devem conseguir atender ambas as demandas no tempo, quantidade, segurança e qualidade necessárias. Dessa forma, quanto mais andares tiver o prédio, maior o tempo despendido para distribuição de material, maior a demanda e maior a dificuldade da logística vertical.

Qualharini (2017, p.129) traz em sua obra 5 equipamentos que podem ser utilizados no transporte vertical de materiais. São eles:

- Guincho de coluna: É um guincho fixo o qual suporta carga entre 50 a 200kg, portanto é utilizado para pequenos canteiros.
- Plataforma de elevação articulada: É um veículo automotor com uma plataforma articulada que pode chegar a um alcance de 40m de altura, podendo ser substituto para os andaimes.
- Plataformas em tesoura: É uma plataforma que utiliza o sistema pantográfico e alcança alturas de até 14m, como mostra a figura 19.

**Figura 19 - Plataforma de tesoura**



**Fonte: Qualharini (2017).**

- Elevadores de cremalheira: São elevadores de cabines sustentada por torres metálicas que suportam transporte de materiais até 2000kg. Além disso, os elevadores de cremalheira podem também transportar pessoas. Exemplo do elevador cremalheira pode ser visto na figura 20.

**Figura 20 - Elevador cremalheira**



**Fonte: CMI Engenharia (2022).**

- Grua da torre: Conhecida também como guindaste, é um equipamento para transporte vertical e horizontal de materiais, podendo ser fixas, móveis, ascensional, auto montantes ou sobre trilhos. A grua utilizada em construções prediais é geralmente ascensional como mostra a figura 21.

**Figura 21 - Grua**



**Fonte: Central Locadora (2022).**

Para obras de grande porte, os equipamentos mais utilizados são os elevadores cremalheiras e as guias. Ambas exigem um bom planejamento de instalação vinculado com o planejamento de execução da obra e com o projeto de canteiro, visto que são peças grandes e exigem um espaço adequado. Em diversas obras, nota-se que ambos os equipamentos são considerados gargalos da produção, uma vez que a demanda que precisam atender é extremamente alta, isso reflete em atividades paradas por falta de material ou remanejamento de atividades.

### 3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Quanto à natureza, a pesquisa em questão foi classificada como qualitativa, pois através da análise dos dados extraídos de uma coleta de tempos de produção dos elevadores cremalheiras e em conversa com os operadores e clientes internos, determinou-se os motivos de paradas e gargalos do processo, em decorrência dessa análise, foi definida a implementação de um projeto de melhoria a fim de aperfeiçoar o processo.

De acordo com os autores Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa quantitativa quantifica opiniões e informações através de números para que assim seja possível analisá-las e classificá-las. Para isso, são utilizados recursos e técnicas estatísticas como média, percentagem, análise de regressão, entre outros. Para os mesmos autores, a pesquisa qualitativa busca interpretar os fenômenos que ocorrem no campo de pesquisa, visto que para eles a objetividade e a subjetividade caminham juntos nessa situação. Nesse sentido, os dados coletados são descritivos, preocupando-se com o processo.

Quanto aos objetivos, a pesquisa foi do tipo explicativa, pois através da análise da eficiência da utilização dos equipamentos de transporte e das reclamações dos clientes internos desse transporte, assim como de seus operadores, buscou-se identificar os fatores pelos quais os resultados não estão sendo satisfatórios através da implementação de um projeto de melhoria e da comparação dos resultados pós e pré-projeto.

A pesquisa explicativa é quando o pesquisador procura explicar os porquês das coisas e suas causas, por meio do registro, da análise, da classificação e da interpretação dos fenômenos observados (GIL, 2010 *apud*. PRODANOV e FREITAS 2013, p.53).

Quanto ao método de pesquisa adotado, se trata da pesquisa-ação, pois foram aplicados conceitos teóricos na prática, buscando a melhoria de processos produtivos. O conceito de pesquisa-ação é unir a pesquisa com a prática, adquirindo conhecimento concomitantemente a execução prática da pesquisa. Dessa forma, a pesquisa-ação age de forma situacional e, durante o processo de pesquisa, busca intervir na prática de maneira inovadora, deixando de ser apenas uma recomendação final da pesquisa. (ENGEL, 2000, p.182).

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 A empresa

O presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa do ramo de construção civil que atua a mais de 50 anos no mercado, sendo seu foco a construção de prédios de alto padrão. Atualmente, o grupo empresarial possui mais de 20 obras em andamento, sendo uma delas foco deste estudo.

A obra em questão possui 29 pavimentos, o que corresponde a aproximadamente 115 metros de altura, cada qual tem 560 metros quadrados de laje construída e, ao todo, o empreendimento conta com mais de 100 apartamentos. A demais, o prazo de conclusão da obra é de apenas 36 meses, fator crucial para as tomadas de decisões.

### 4.2 O problema

A construção de um prédio é realizada em diversas etapas, desde a fundação, passando pela atividade de estrutura, alvenaria, reboco, instalações hidráulicas, instalações elétricas, contramarco, forro de gesso, impermeabilização, revestimento cerâmico, instalação de granitos, pintura, esquadrias, acabamentos, e entre outras micro atividades. Ao passo que o prédio vai “subindo”, ou seja, os pavimentos vão sendo construídos, as atividades subsequentes vão avançando em um mesmo ritmo. Dentro da filosofia de *Lean Construction*, esse movimento é descrito como um trem e seus vagões, em que a estrutura é o primeiro vagão a qual puxa as outras atividades. Dessa forma, existe uma época em que a maioria dos pavimentos possuem atividades e para atendê-las é necessário ter um bom gerenciamento de equipe, equipamento e material, foco deste trabalho.

Antes mesmo de “subir” as atividades para o próximo pavimento, é necessário pensar como subir os recursos, entre eles materiais, mão de obra e equipamentos, que serão utilizados durante o trabalho. Como os elevadores convencionais ainda não possuem condições para serem instalados, é necessário instalar e utilizar os elevadores externos do prédio que são chamados de cremalheiras. Tais meios de transportes acabam sendo o gargalo da distribuição de material, visto que precisam atender todos os pavimentos e todas as atividades.

Na obra de estudo, esse gargalo foi constatado através das reclamações feitas pelos encarregados os quais relataram ficar parados algumas vezes devido à

falta de material no pavimento. Além disso, havia um estudo por parte da engenharia sobre a necessidade de instalar ou não uma terceira cremalheira na obra para suprir tal necessidade. Dessa maneira, visando melhorar o processo de logística vertical da obra foi realizado um trabalho junto com a engenharia, o mestre e os líderes da obra e os operadores das duas cremalheiras.

### 4.3 Etapa 1: PLAN

O trabalho de melhoria tinha como principais focos: conseguir executar a obra com apenas 2 cremalheiras, reduzir as possibilidades de desabastecimento e reduzir a necessidade de trabalho aos sábados e hora extra. Para guiar este trabalho, utilizou-se a teoria do Ciclo Masp (figura 15) e foi elaborado um cronograma, como pode ser visto na tabela 1.

**Tabela 1: Cronograma do projeto**

Atividade	Etapa PDCA	Período	Responsável
Coleta de dados iniciais	<i>Plan</i>	1 semana	Estagiários e aprendiz
Brainstorming	<i>Plan</i>	1 dia	Encarregados, cremalheiros e estagiários
Análise	<i>Plan</i>	2 semanas	Estagiária e Engenheiros
Aplicação das melhorias	<i>Do</i>	1 mês	Encarregados, cremalheiros e estagiários
Re-coleta dos dados	<i>Check</i>	1 semana	Estagiários e aprendiz
Análise	<i>Check</i>	2 semanas	Estagiária e Engenheiros
Conclusão	<i>Act</i>	1 semana	Estagiária e Engenheiros

**Fonte: Autoria própria (2022).**

#### 4.3.1 Identificação do problema

Nesta fase foi feita a identificação clara do problema, ou seja, distinguiu-se quais os motivos que causavam lentidão no processo de abastecimento vertical. Para isso, foi realizado uma tomada de tempos de ambas as cremalheiras durante uma semana de trabalho das 7:00 até as 18:30 pelos estagiários e aprendiz da obra em questão. A pessoa responsável pela coleta acompanhava a logística e movimentação da cremalheira do lado de fora dela no pavimento térreo, pois era o pavimento de maior concentração de materiais de estoque e movimentação de pessoas.

A coleta desses dados consistia em identificar qual material estava sendo transportado, o tempo que a cremalheira dispunha para transportar o material efetivamente, ou seja, o tempo que ela saía do pavimento térreo até o momento em que ela retornava, a quantidade de material que ela estava transportando, o pavimento que estava indo e a classificação de transporte da viagem: pessoas, materiais,



maquinário, outros, parado ou pessoas e materiais. Para a coleta, foram utilizados um relógio digital e uma ficha padrão, como pode ser visto na tabela 2.

**Tabela 2: Ficha de coleta de dados.**

CREMALHEIRA	MATERIAL / SERVIÇOS	QUANTIDADE	Data	H. INÍCIO	H. FIM	DURAÇÃO	PAV Início	PAV Fim	TIPO DE TRANSPORTE
1	peessoas	10	06/jul	08:12	08:18	00:06	Térreo	23º Pav	Pessoas
2	girica de massa	2	06/jul	08:17	08:25	00:08	Térreo	14 e 13	Material
1	palete de bloco + cimento	2	06/jul	08:22	08:29	00:07	Térreo	17º Pav	Material
2	cimentado	2	06/jul	08:27	08:29	00:02	Térreo	inter 2	Material
1	girica de massa	2	06/jul	08:31	08:41	00:10	Térreo	13 e 17	Material
2	Palete de bloco	1	06/jul	08:31	08:43	00:12	Térreo	21 e 20	Material
1	girica de massa	2	06/jul	08:43	08:52	00:09	Térreo	16 e 14	Material
2	Palete de bloco	1	06/jul	08:45	08:55	00:10	Térreo	22º Pav	Material
1	girica de massa	2	06/jul	08:54	09:00	00:06	Térreo	16 e 14	Material
2	girica de cimentado	2	06/jul	08:57	09:00	00:03	Térreo	inter 2	Material
2	girica de cimentado	2	06/jul	09:02	09:04	00:02	Térreo	inter 2	Material
1	massas	2	06/jul	09:03	09:12	00:09	Térreo	17º Pav	Material
2	Deslocamento para pegar material	0	06/jul	09:04	09:07	00:03	Térreo	-	Parado
2	Palete de bloco 11,5	1	06/jul	09:09	09:19	00:10	Térreo	20 e 22	Material
1	peessoas	7	06/jul	09:14	09:25	00:11	Térreo	23º Pav	Pessoas
2	Deslocamento para pegar material	0	06/jul	09:19	09:23	00:04	Térreo	-	Parado
2	1 palete de bloco	1	06/jul	09:23	09:31	00:08	Térreo	22 e 21	Material
1	Deslocamento para pegar material	0	06/jul	09:23	09:27	00:04	Térreo	-	Parado
1	2 girica de massa	2	06/jul	09:28	09:34	00:06	Térreo	16º Pav	Material
2	girica de cimentado	2	06/jul	09:33	09:36	00:03	Térreo	inter 2	Material
1	1 palete de vergas	1	06/jul	09:36	09:57	00:21	Térreo	3 ao 11	Material
2	cimentado	2	06/jul	09:39	09:41	00:02	Térreo	inter 2	Material
2	palete de bloco e churrasqueira	1	06/jul	09:42	09:50	00:08	Térreo	17º Pav	Material
2	palete de bloco 14	1	06/jul	09:53	10:02	00:09	Térreo	21º Pav	Material
1	peessoas	7	06/jul	10:00	10:08	00:08	Térreo	23º Pav	Pessoas
2	girica de massa	2	06/jul	10:04	10:10	00:06	Térreo	14º Pav	Material
1	girica de massa	1	06/jul	10:11	10:12	00:01	Térreo	3º Pav	Material
2	girica	2	06/jul	10:11	10:19	00:08	Térreo	13 e 14	Material

**Fonte: Autoria própria (2022).**

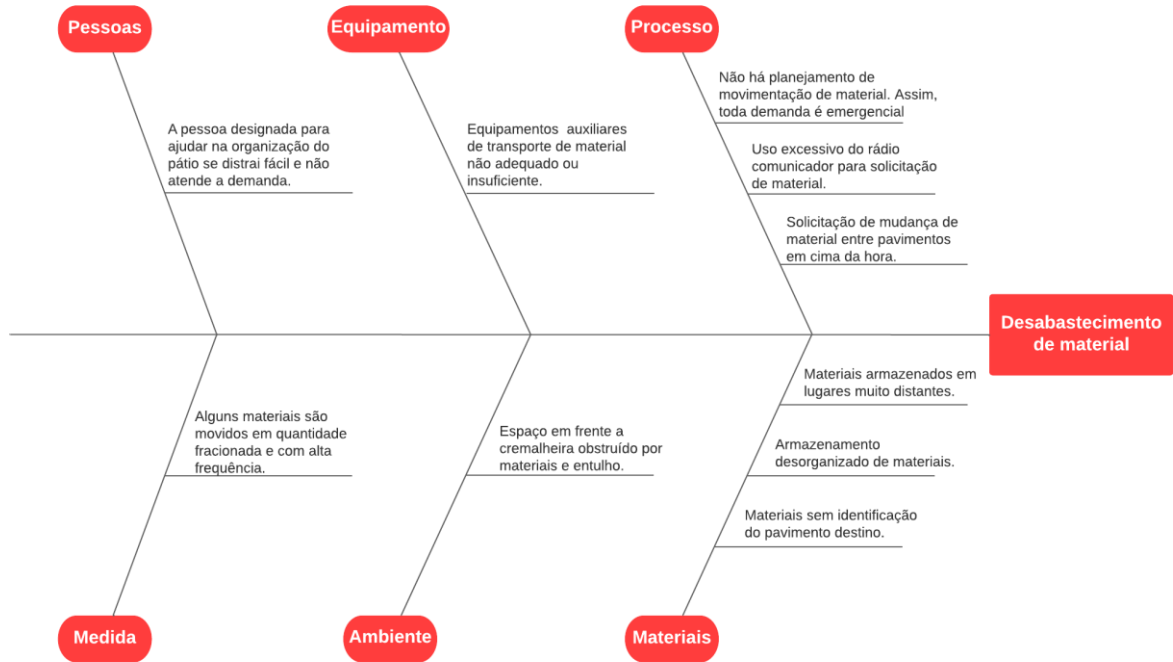
Além disso, foi constatado que o pavimento mais alto que a cremalheira conseguia chegar era o 23º Pavimento, com isso a média de tempo necessário para chegar no último pavimento era de 7:42 min e na ocasião estavam acontecendo 14 atividades simultaneamente que precisavam ser atendidas pelas cremalheiras, tanto com transporte de pessoas quanto com transporte de materiais.

#### 4.3.2 Observação do problema

Além da coleta de dados, foi realizado uma conversa informal com os operadores das cremalheiras e, em um segundo momento, com os estagiários e aprendiz que fizeram a coleta de dados e acompanharam 100% do dia a dia da logística vertical. A partir disso, foi possível extrair algumas informações complementares e foi um momento que novas ideias surgiram as quais iriam contribuir para o plano de ação.

A conversa com todos os envolvidos permitiu construir o diagrama de Ishikawa, como pode ser visto na figura 22.

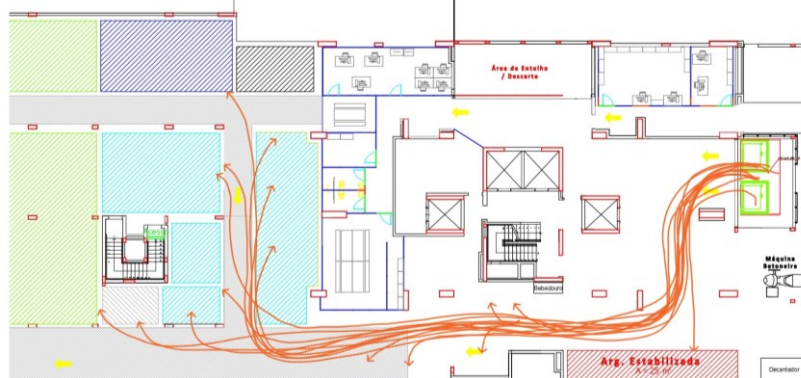
**Figura 22: Diagrama de Ishikawa**



Fonte: Autoria própria (2022).

Nota-se que a maioria das causas estão na disposição dos materiais e no processo. Por isso, foi realizando um diagrama de espaguete, figura 23, afim de entender a disposição dos materiais.

**Figura 23: Diagrama de espaguete**



Fonte: Autoria própria (2022).

Assim, essa etapa foi importante para ter uma visão holística do funcionamento das cremalheiras.

### 4.3.3 Análise do problema

Após as etapas de identificação e de observação, foi realizado um tratamento dos dados coletados, levando em consideração os materiais, as quantidades transportadas e a produtividade dos cremalheiros.

A primeira análise é correspondente aos tipos de viagens que foram feitas. Para isso, foi levantado o quantitativo de viagens feitas no dia e dentre essas viagens quais eram de: pessoas, materiais, maquinário, outros, parado ou pessoas e materiais, como pode ser visto na tabela 3.

**Tabela 3: Apontamentos – Primeira Coleta**

	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5
Quantidade de apontamento	132	138	128	138	117
Outros	0	0	0	0	0
Manutenção	0	1	0	0	1
Quantidade de viagens somente com pessoas	21	28	17	16	15
Quantidade de paradas	14	11	9	11	2
Quantidade de viagens somente com materiais	70	88	96	102	92
Quantidade de viagens com pessoas e materiais	27	10	6	9	7

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Percebe-se que em termos quantitativos houve uma grande quantidade de paradas durante a semana, a representatividade delas variam entre 1,7% a 10,6% em relação aos apontamentos do dia. Além disso, o transporte de pessoas mostrou-se ser significativo, visto que representa de 11,6% a 20,3% dos apontamentos diários. Nota-se também que o pior dia de transporte exclusivo de materiais foi o dia 1, uma segunda-feira, tendo apenas 58% de participação nos apontamentos.

Veja na tabela 4 o resumo de viagens.

**Tabela 4: Viagens realizadas – Primeira Coleta**

CREMALHEIRAS	Total de viagens	Viagens apenas com pessoas	Viagens apenas com material
Dia 1	109	16	93
Dia 2	60	12	48
Dia 3	119	17	102
Dia 4	127	16	111
Dia 5	114	15	99

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Após a classificação dos tipos de viagens realizadas, foi a hora de classificar os tipos de materiais transportados durante a semana. Assim, pode-se notar no gráfico 1 quais materiais foram levados e em quantos dias isso ocorreu.

**Gráfico 1: Material X Dias transportados – Primeira coleta**



**Fonte: Autoria própria (2022).**

Percebe-se que a massa, as giricas vazias e o concreto foram transportados todos os dias da semana, sendo coerente com a demanda, visto que são materiais consumíveis de alto giro dentro da obra e/ou possuem tempo de validade curto, de apenas horas. Os blocos cerâmicos, por sua vez, é um caso especial, pois apesar de não ter um prazo de validade curto, ele não pode ser estocado em grande quantidade no pavimento devido ao grande espaço que ele exige e porque não pode haver alta concentração de carga em cima de uma laje. Já os outros materiais apontados poderiam ser transportados apenas um dia na semana que atenderia a necessidade, visto que não exigem muito espaço para serem armazenados e o tempo de consumo de todo o material utilizado em um pavimento é de 7 dias. Desta forma, esse gráfico corrobora com a informação levantada no diagrama de Ishikawa de que não havia um planejamento de distribuição dos materiais nos pavimentos.

Ainda sobre os materiais, foi analisado o aproveitamento das viagens. Para isso, foi levantado qual a capacidade máxima da cremalheira pra determinados materiais (tabela 5).

**Tabela 5: Classificação de capacidade**

	Baixo	Médio	Alto
Pessoas	1 a 4	5 a 8	9 a 13
Churrasqueira	1	2	3
Giricas vazias	2	3	4
Giricas cheias	1	-	2
Caixa 200L	1	-	2
Caixa 500L	-	-	1
Palete	-	-	1

Fonte: Autoria própria (2022).

A partir disso, classificou-se as viagens em: alto, médio, baixo ou inconclusivo, com as respectivas cores: verde, azul, vermelho e cinza. Veja o gráfico 2 e a tabela 6 de aproveitamento das viagens.

**Gráfico 2: Aproveitamento de viagens**



Fonte: Autoria própria (2022).

**Tabela 6: Aproveitamento de viagens**

APROVEITAMENTO	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5
Alto	30%	52%	73%	59%	70%
Médio	2%	2%	3%	2%	0%
Baixo	8%	32%	11%	21%	14%
Inconclusivo	60%	14%	13%	18%	16%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autoria própria (2022).

Vale observar que, em geral, as viagens foram bem aproveitadas, com exceção do dia 2, mas poderiam ser ainda mais aproveitadas, sendo ponto de atenção para a elaboração do plano de ação. No mais, a classificação “inconclusivo” se dá

pela falha de apontamento, em sua maioria pela falta de informação quanto a quantidade de material transportado na viagem.

Finalizada a análise dos materiais, o próximo passo foi observar o tempo gasto nas viagens e o que isso representa em termos de produtividade. Para isso, as cremalheiras foram avaliadas quanto a:

- Tempo disponível para trabalho;
- Tempo parado para buscar material;
- Tempo ativo da cremalheira;
- Quantidade total de viagens realizadas;
- Tempo de carregamento ideal;
- Tempo perdido;

Para calcular o tempo disponível para trabalho foi necessário olhar a hora ponto dos colaboradores, assim o tempo disponível foi calculado como:

$$\text{Tempo disponível} = \text{Hora saída} - \text{Hora entrada} - (\text{Tempo lanche} + \text{Tempo café} + \text{Tempo almoço}).$$

(Equação 1)

O tempo parado para buscar material, a quantidade total de viagens realizadas e o tempo ativo da cremalheira, ou seja, tempo que ela passou se movimentando, são quantificados pela própria coleta de dados. Já o tempo de carregamento ideal foi estimado como sendo 1 minuto por viagem, isso porquê durante a coleta de dados não foi informado o tempo de carregamento, apenas o tempo ativo da cremalheira. Por fim, o tempo perdido é um tempo que não foi apontado, podendo ser um tempo a mais gasto durante o carregamento, tempo de descanso do colaborador, tempo para organização, tempo de comunicação, entre outras possibilidades.

Dessa forma, a partir dos dados dispostos, foi possível calcular também a disponibilidade das cremalheiras:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo ativo} + \text{Tempo de carregamento}}{\text{Tempo disponível}}.$$

(Equação 2)

Veja na tabela 7 os dados e a disponibilidade das cremalheiras.

**Tabela 7: Dados da primeira coleta**

CREMALHEIRAS	Tempo disponível	Tempo parado	Tempo ativo	Tempo total	Tempo de carregamento ideal	Tempo "perdido"	Quantidade de viagens feitas	Disponibilidade
04/jul	19:56	1:41	14:55	16:36	1:49	1:31	109	84%
05/jul	10:24	0:30	7:24	7:54	1:00	1:30	60	81%
06/jul	18:31	0:32	14:32	15:04	1:59	1:28	119	89%
07/jul	19:50	0:49	14:58	15:47	2:07	1:56	127	86%
08/jul	19:38	0:10	14:21	14:31	1:54	3:13	114	83%

Fonte: Autoria própria (2022).

Avaliando as informações obtidas, chama a atenção o tempo parado das cremalheiras para buscar material, ao todo foram 3 horas e 44 minutos. Tendo em vista que o tempo médio necessário para chegar no último pavimento (23º Pavimento) é de aproximadamente 7:42 minutos, o tempo total parado corresponde a 29 viagens a mais que as cremalheiras deixaram de realizar. Tornando-se, assim, uma causa para ser mitigada.

#### 4.3.4 Plano de ação

Após a identificação do problema e a análise os dados obtidos, foram definidos junto com os engenheiros e o mestre de obras três ações afim de acabar com os tempos de parada para busca de material, otimizar as viagens de pessoas e criar uma rotina de subida de material. Assim, veja na tabela 8 o plano de ação elaborado.

**Tabela 8: Plano de ação**

5W					1H
WHAT	WHO	WHERE	WHEN	WHY	HOW
Definição de mão de obra específica para ajudar na logística	Engenheiro e administrativo	Obra	Agosto	Para organizar o local e agilizar atividades de logística	Contratação ou transferência de um servente.
Melhorar a disposição de armazenamento dos materiais	Serventes	Pavimento térreo e subsolo	Agosto	Para reduzir o tempo de procura do material	Organização do espaço físico de armazenamento de material.

Criação da Área de Expedição	Almoxarife e serventes	Pavimento térreo e subsolo	Agosto	Para reduzir o tempo de parada das cremalheiras para buscar material.	Deixar uma área reservada próximo das cremalheiras para área de expedição dos materiais.
Paradas de embarque e desembarque de pessoas fixos	Mestre de obras e cremalheiros	Pavimentos	Agosto	Para otimizar as viagens de pessoas	O embarque e desembarque de pessoas será feito a cada 5 pavimentos, contando a partir do térreo.
Criar planejamento de subida de material	Estagiária e encarregados	Reuniões semanais	Agosto	Para reduzir a urgência de distribuição de materiais.	O planejamento de distribuição de materiais será feito semanalmente nas sextas-feiras.

Fonte: Autoria própria (2022).

As atividades propostas no plano de ação são dependentes uma das outras ou são possíveis de serem realizadas simultaneamente.

#### 4.4 Etapa 2: DO

A execução do plano de ação foi realizada durante um mês, para isso foi necessário a colaboração de todos, inclusive dos funcionários da obra. Pensando nisso, após o alinhamento do plano de ação com as lideranças da obra, foi transmitido aos colaboradores, durante uma reunião semanal, a DDS, o plano de ação envolvendo o embarque e desembarque de pessoas de 5 em 5 pavimentos. Além do mais, foram distribuídos informativos sobre a nova mudança de embarque e desembarque.

Quanto a organização do espaço físico, o primeiro passo foi a transferência de um servente, que estava em outra obra, para ficar responsável por organizar o ambiente e auxiliar na separação e transporte horizontal dos materiais. Após a contratação, o mestre de obras, o encarregado de pedreiro junto com o almoxarife e o novo servente organizaram o espaço em frente a cremalheira para não obstruir a passagem de paleteiras e outros equipamentos. Além disso, foi definido o espaço da “área de expedição” no térreo e no subsolo, como pode ser visto nas figuras 24 e 25, assim todo o material que era para ser transportado no dia ficava nesse espaço para que os operadores de cremalheira não precisassem sair em busca do material. No térreo, a área de expedição compreendia toda a área na frente da cremalheira, como



pode ser visto na figura 24, já no subsolo, a área reservada era ao lado direito da cremalheira, figura 25. Por fim, foi orientado aos encarregados que identificassem no material qual o pavimento onde este deveria ser deixado, principalmente os materiais de hidráulica e elétrica que são mais específicos quando comparado com materiais de revestimento e forro por exemplo.

**Figura 24: Área de expedição térreo**



**Fonte: Autoria própria (2022).**

**Figura 25: Área de expedição subsolo**



**Fonte: Autoria própria (2022).**

Ademais, todas as sextas-feiras, os encarregados e a estagiária faziam o planejamento de subida de material da semana seguinte de acordo com o

planejamento de execução das atividades e suas respectivas demandas. Os materiais que não poderiam ficar muito tempo exposto subiam na semana que seriam utilizados, como materiais de pintura, já os materiais que poderiam ficar expostos ao meio ambiente subiam com uma semana de antecedência a sua necessidade, como forro de gesso e revestimento cerâmico. O planejamento era feito de maneira simples em um quadro branco, figura 26, mas era crucial que todos estivessem juntos no momento desse planejamento, para que houvesse alinhamento e concordância de prioridades entre todos os líderes operacionais. Dessa maneira, ficou alinhado que pessoas, massa e bloco cerâmico são materiais do topo de prioridade, depois deles a prioridade de materiais que iriam subir era a planejada por eles. Assim, após esse planejamento, a estagiária digitalizava a informação e passava para ambos os cremalheiros.

**Figura 26: Quadro branco do planejamento semanal**

	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
DIÁRIO	PESSOAS MASSAS BLOCO CERÂMICO	PESSOAS MASSAS BLOCO CERÂMICO	PESSOAS MASSAS BLOCO CERÂMICO	PESSOAS MASSAS BLOCO CERÂMICO	PESSOAS MASSAS BLOCO CERÂMICO
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MASSA PVA</li> <li>6 caixas</li> <li>10° Pavim (4)</li> <li>6° Pavim (2)</li> <li>• FUNDO PREPAR</li> <li>4 baldes</li> <li>10° PAVIMENTO</li> <li>• 3 CHUZZO 26° PAV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 169 PLACA GESSO</li> <li>• PAV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 148 caixas</li> <li>PORCELANATO</li> <li>13° PAV</li> <li>• 3 PALETE</li> <li>AZULEJO 13°</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>TUBUL PRUMPA</li> <li>26° PAV</li> <li>MATERIAL ESCOTO</li> <li>21° PAV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 TUB. ELÉTRICA</li> <li>27° PAV</li> </ul>

Fonte: Autoria própria (2022).

#### 4.5 Etapa 3: CHECK

Um mês após a implementação dos planos de ação, foi realizado uma nova coleta de dados. Dessa vez, a coleta foi feita durante três dias devido a disponibilidade da mão de obra que iria realizar a coleta. A coleta de checagem foi feita da mesma maneira que a primeira coleta, com as mesmas pessoas e as mesmas ferramentas, assim não haveria desvio ao comparar com a primeira.

É importante informar que durante essa nova coleta, o pavimento mais alto que as cremalheiras conseguiam ir era o 28° Pavimento, 5 pavimentos a mais que a primeira coleta. Assim, o tempo médio necessário para chegar no último pavimento

era de 10:41 minutos, 3 minutos a mais que a primeira coleta. Isso impacta diretamente no número de viagens feitas pelas cremalheiras. Veja na tabela 9 as viagens feitas nesse período.

**Tabela 9: Viagens realizadas - Segunda coleta**

CREMALHEIRAS	Viagens totais	Pessoas	Material
Dia 1	96	15	81
Dia 2	94	15	79
Dia 3	96	18	77

Fonte: Autoria própria (2022).

Além disso, nota-se que os materiais utilizados são praticamente os mesmos e com o planejamento houve uma melhora na utilização dos dias na distribuição de materiais, por exemplo: materiais hidráulicos e revestimento de piso, como pode ser visto no gráfico 3.

**Gráfico 3: Material x Dias transportados - Segunda coleta**



Fonte: Autoria própria (2022).

Outro ponto importante de ser constatado é que durante a nova coleta, houve manutenção periódica da cremalheira. Nessa manutenção, realizada durante o horário de almoço, foi constatado avarias e por isso foi necessário estender o tempo de

manutenção. Nota-se que a disponibilidade da cremalheira se manteve na média entre 80% a 90%, como pode ser visto na tabela 10. Não tendo um resultado expressivo nesse ponto.

**Tabela 10: Dados coletados - Segunda coleta**

CREMALHEIRAS	Tempo disponível para trabalhar	Tempo parado da cremalheira	Tempo parado por manutenção (fora do horário almoço)	Tempo ativo da cremalheira	Tempo total	Tempo de carregamento ideal	Tempo "perdido" da cremalheira	Quantidade de viagens feitas	Disponibilidade
Dia 1	20:30	0:05	0:00	15:20	15:25	1:36	3:29	96	83%
Dia 2	20:24	0:03	2:26	13:57	16:26	1:35	2:23	95	86%
Dia 3	20:22	0:20	2:05	14:51	17:16	1:37	1:29	97	90%

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Ademais, notou-se que houve uma redução expressiva da quantidade de paradas dos cremalheiros. Na primeira coleta o tempo parado foi de 3 horas e 44 minutos, já o tempo parado nessa nova coleta foi de apenas 28 minutos, tendo uma melhora de 87%.

Por fim, em conversa com os encarregados e com os cremalheiros, foi relatado que o trabalho teve impacto positivo nas atividades. Não houve mais relato de falta de material por parte da operação e, também, os cremalheiros disseram que estava melhor de se trabalhar, pois sabiam o que tinham que fazer durante a semana.

#### **4.6 Etapa 4: ACT**

O estudo, apesar de não ter tido expressivos resultados numéricos, foi bem visto pela operação e pela engenharia. Dessa maneira, optou-se por manter o planejamento da cremalheira durante todo o ano, principalmente durante as atividades de alvenaria e reboco as quais exigiam a maior parte da demanda da cremalheira.

Assim, ficou padronizado o embarque e desembarque de pessoas na cremalheira de 5 em 5 pavimentos e, também, o planejamento semanal da cremalheira. Ao longo do tempo, padronizou-se naturalmente que:

- Segunda-feira: Materiais de pintura + churrasqueiras pré-moldadas
- Terça-feira: Materiais para forro de gesso
- Quarta-feira: Materiais para revestimento cerâmico
- Quinta-Feira: Materiais de hidráulica
- Sexta-feira: Materiais de elétrica

Não houve necessidade de documentar tal padronização.

#### 4.7 Discussão

O grande ganho deste trabalho foi a criação de rotina de planejamento de distribuição do material, que permitiu uma maior organização do tempo das cremalheiras e dos responsáveis de cada atividade. Além disso, a redução do tempo parado da cremalheira para a busca de material, também foi muito significativo para a melhora do desempenho da atividade. Tais fatores e o trabalho em conjunto de toda a liderança foram importantes para que todos os colaboradores da obra entendessem a importância do trabalho da cremalheira e tratassem os cremalheiros com mais seriedade, por exemplo: levar todos os equipamentos (furadeira, lixadeira, martetele e etc.) em uma única viagem, não ficar “passeando” durante o dia, ter mais paciência com os cremalheiros na hora de esperar para embarcar, não esperar a próxima viagem mais “vazia” para subir para o pavimento e entre outros benefícios.

O trabalho realizado, apesar de não mostrar otimização numérica expressiva no que tange a disponibilidade e a quantidade de viagens realizadas, foi de extrema importância para toda a obra, pois trouxe a necessidade de olhar a organização e a distribuição de materiais com maior atenção. Visto que através do controle de operação da cremalheira, possibilitou o acompanhamento da eficiência desta, diminuindo a possibilidade de viagens em vazio. Ademais, quanto aos objetivos propostos na obra, foi possível realizar a obra com apenas duas cremalheiras em operação e, de acordo com os relatos dos encarregados, reduziu-se o desabastecimento de material.

A padronização da operação da cremalheira possibilitou uma melhor atuação dos próprios cremalheiros, tendo regras e atividades definidas, determinação do que pode e o que não pode na operação do equipamento. Isso pode ser visto, nos relatos dos próprios cremalheiros e dos encarregados, que corroboram com a afirmativa anterior e expressam, também, redução de tensão e melhorias do clima de trabalho.

Para um próximo trabalho, seria interessante pensar em uma outra maneira de monitorar a cremalheira, podendo usar câmera ou até um timer instalado na própria cremalheira, para que todas as hipóteses de erro em apontamento possam ser descartadas. Além disso, seria interessante trabalhar com *kanban* de material para otimizar o planejamento semanal de materiais. Por fim, seria ideal ter um espaço físico melhor pensado, com identificações no chão.

## 5 CONCLUSÃO

A logística dentro de uma empresa é extremamente importante, visto que ela gerencia os fluxos de pessoas, matéria-prima, material de estoque, produto acabado e maquinário de acordo com um planejamento. Dessa forma, é exigido dela um desempenho de qualidade e que satisfaça os clientes, sejam eles internos ou externos. Assim, sua falha pode causar, durante o processo produtivo, falta de material, colaboradores ociosos, custos de desperdício e entre outros problemas. Para mitigar esses problemas, a aplicação da melhoria de processo se torna impreterível. A melhoria de processos, por sua vez, requer primeiro identificar os processos e os subprocessos das atividades que estão sendo avaliadas para então agir utilizando diversas metodologias e ferramentas.

Dentro da construção civil os processos não são tão bem definidos como nas indústrias, notou-se durante a elaboração deste trabalho que a falta de padronização dos processos dificulta a tomada de dados e a análise dos mesmos. Assim, as técnicas de melhoria de processos são ainda mais importantes para amadurece-los e otimizá-los na medida que é implementado. A metodologia PDCA aplicada dentro da logística interna de obra mostrou-se ser uma ferramenta efetiva para a criação de processos padrões e otimização dos mesmos, visto que direcionou do começo ao fim as atividades de maneiras simples e eficiente.

Neste trabalho, a aplicação do PDCA direcionada pelos critérios do MASP e auxiliada pela aplicação de ferramentas como diagrama de Ishikawa e diagrama de espaguete permitiu identificar falhas na organização do *layout*, dificuldades na cultura organizacional e desperdícios de transporte e movimento. A partir da identificação das falhas no processo e utilizando a ferramenta de qualidade 5W1H foi possível elaborar um plano de ação coerente com a necessidade da obra que resultou em uma melhora de 87% em relação ao tempo parado das cremalheiras e manteve-se a consistência da disponibilidade entre 80% a 90%. Apesar das dificuldades encontradas, foi possível elaborar boas práticas as quais foram mantidas após a finalização do projeto.

Ao fim deste trabalho, pode-se afirmar que o mesmo atingiu o objetivo de melhoria de processo na logística vertical da construção civil visto que criou uma padronização no processo, elaborando rotina de planejamento, regras e acordos de uso das cremalheiras.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, G. S. G. **Inovação em logística de canteiro de obras na construção de edifícios**. 2016. Dissertação de mestrado – Mestre Profissional em Inovação na Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-23082016-150658/publico/GustavodosSantosGuimaraesdeAguiarCorr16.pdf> . Acesso em: 24 set. 2022.
- AZEVEDO, T. N.; COSTA, R. S.; SILVA, R. G. A aplicação da etapa p do ciclo PDCA em uma empresa metalúrgica para redução de perdas e aumento da produtividade. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - XXXVIII ENEGEP**. Maceió: 2018. Disponível em: [https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_259\\_490\\_35726.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_259_490_35726.pdf). Acesso em: 17 out. 2022.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007. E-Book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788560031467/>. Acesso em: 23 out. 2022.
- BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 4. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2020. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788571440975/> . Acesso em: 23 out. 2022.
- BIANCHINI, V. K.; ONOYAMA, M. M.; PACO, T. R.; MUNETTI, M. A.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. Aplicação de um modelo de excelência de logística: um estudo de caso em uma processadora de bebidas. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção – XXVII ENEGEP**. Foz do Iguaçu: UFSCAR, 2007. Disponível em: [https://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007\\_TR570428\\_0435.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_TR570428_0435.pdf) . Acesso em: 22 out. 2022.
- BOCETTO, J. B. D.; JUNIOR, C. F. J. Simulação de fluxo de pessoas e materiais em obra de construção civil. **IV JORNACITEC - Jornada Científica e Tecnológica**. Botucatu: FATEC, 2015. Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/IVJTC/IVJTC/paper/view/229>. Acesso em: 24 set. 2022.
- CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Rio de Janeiro: Bloch, 1992.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade - Conceitos e Técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597006438/epubcfi/6/22%5B%3Bvnd.vst.idref%3Dhtml11%5D!/4> . Acesso em: 16 out. 2022.

CENTRAL LOCADORA. Conteúdo encontrado no site da Central Locadora. Disponível em: <http://centrallocadora.com.br/aluguel-de-gruas-e-mini-gruas/>. Acesso em: 15 out. 2022.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**: uma visão abrangente da moderna administração das organizações. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CMI ENGENHARIA. Conteúdo encontrado no site da Central Locadora. Disponível em: <https://www.cmiengenharia.com.br/empresas-elevadores-cremalheira>. Acesso em: 15 out. 2022.

CROSBY, P. B. **Quality is free. The art of making quality certain**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1983.

DE MATOS, J. B. C. F.; GOIS, F. C. de A.; MIRANDA, L. C. As Mensurações da Qualidade em Empresas Industriais: Custo da Má Qualidade. **Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC**, [S. l.]. Recife: UFPE, 2000. Disponível em: <https://anaiscbc.abcustos.org.br/anais/article/view/2975> . Acesso em: 16 out. 2022.

DEMING, W. E. **O método Deming de administração**. 5. ed., São Paulo: Marques Saraiva, 1989.

DIAS, M. A. **Introdução à logística - fundamentos, práticas e integração**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2022. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597009927/> . Acesso em: 23 out. 2022.

ESPERIDIÃO, M.; AVILA, R. N. P.; MACHADO, W. P. **Gestão da qualidade total e suas ferramentas**. INESUL, 2013. Disponível em: [https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol\\_21\\_1348774929.pdf](https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol_21_1348774929.pdf) . Acesso em: 16 out. 2022.

ENGEL; G. I. **Pesquisa-ação**. Educar, Curitiba, n. 16, p. 181-191, dez 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/dDzflYyDpPZ3kM9xNSqG3cw/?lang=pt> . Acesso em: 13 nov. 2022.

FARIAS, M. L. A. de; MELO, R. M. Implementação do ciclo pdca integrado ao Masp com uso sequencial de ferramentas da qualidade para redução das rejeições internas de uma indústria metalúrgica. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção – XLII ENEGEP**. Foz do Iguaçu: UFPE, 2022. Disponível em: [https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_ST\\_385\\_1907\\_43631.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_ST_385_1907_43631.pdf). Acesso em: 17 out. 2022.

FERREIRA, A. R. **Análise e melhoria de processos**. Brasília: ENAP/DDG, 2016. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/2443>. Acesso em: 15 out. 2022.



FRANZ, L. A. dos S.; CATEN, C. S. ten. Uma discussão quanto à relação entre os métodos DMAIC e PDCA. **Anais da III Semana de Engenharia de Produção e Transportes**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. Disponível em: [https://www.oocities.org/br/luisantoniofranz/pe04\\_franz\\_03dez.pdf](https://www.oocities.org/br/luisantoniofranz/pe04_franz_03dez.pdf) . Acesso em: 15 out. 2022.

JESUS, B. da S. de; OLIVEIRA, M. H. B. de; RODRIGUES, R. dos S.; BERNINI, D. S. D. A utilização de ferramentas da qualidade na gestão de um estoque com a dificuldade de aquisição de materiais. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção – XLI ENEGEP**. Foz do Iguaçu: Faculdade Brasileira Multivix, 2021. Disponível em: [https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_357\\_1841\\_42603.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_357_1841_42603.pdf). Acesso em: 15 out. 2022.

LOZADA, G. **Controle estatístico de processos**. 1. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2017. E-Book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595021174/pageid/0> . Acesso em: 16 out. 2022.

LOBO, R. N. **Gestão da qualidade**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2020. E-Book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536532615/pageid/0> . Acesso em: 15 out. 2022.

MARCONDES, F. C. S.; CARDOSO, F. F. **Contribuição para aplicação do conceito de logística reversa na cadeia de suprimentos da construção civil**. Porto Alegre: USP, 2005. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Cardoso-2/publication/242471526\\_CONTRIBUICAO\\_PARA\\_APLICACAO\\_DO\\_CONCEITO\\_DE\\_LOGISTICA\\_REVERSA\\_NA\\_CADEIA\\_DE\\_SUPRIMENTOS\\_DA\\_CONSTRUCAO\\_CIVIL/links/5694ec0e08ae425c6898049a/CONTRIBUICAO-PARA-APLICACAO-DO-CONCEITO-DE-LOGISTICA-REVERSA-NA-CADEIA-DE-SUPRIMENTOS-DA-CONSTRUCAO-CIVIL.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Cardoso-2/publication/242471526_CONTRIBUICAO_PARA_APLICACAO_DO_CONCEITO_DE_LOGISTICA_REVERSA_NA_CADEIA_DE_SUPRIMENTOS_DA_CONSTRUCAO_CIVIL/links/5694ec0e08ae425c6898049a/CONTRIBUICAO-PARA-APLICACAO-DO-CONCEITO-DE-LOGISTICA-REVERSA-NA-CADEIA-DE-SUPRIMENTOS-DA-CONSTRUCAO-CIVIL.pdf) . Acesso em: 23 out. 2022.

NEVES, T. F. **Importância da utilização do ciclo PDCA para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística**. 2007. Monografia - Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2007. Disponível em: [https://www2.ufjf.br/ep//files/2014/07/2007\\_3\\_Thiago.pdf](https://www2.ufjf.br/ep//files/2014/07/2007_3_Thiago.pdf) . Acesso em: 14 out. 2022.

PAURA, G. **Fundamentos da logística**. Curitiba: E-tec/MEC, 2011. E-Book. Disponível em: [http://www.proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/464/3a\\_Livro\\_-\\_Fundamentos\\_da\\_logistica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/464/3a_Livro_-_Fundamentos_da_logistica.pdf?sequence=1&isAllowed=y) . Acesso: 30 set. 2022.

Portal de Gestão de Processos Organizacionais – UFBA. Conteúdo encontrado no site UFBA. Disponível em: [https://www.proplan.ufpa.br/gestaodeprocessos/index.php?option=com\\_content&view=article&id=407&Itemid=400](https://www.proplan.ufpa.br/gestaodeprocessos/index.php?option=com_content&view=article&id=407&Itemid=400). Acesso em: 16 out. 2022.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho científico**. 2. ed. Novo Hamburgo:

Universidade Feevale, 2013. E-book. Disponível em:  
[https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/291348/mod\\_resource/content/3/2.1-E-book-Metodologia-do-Trabalho-Cientifico-2.pdf](https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/291348/mod_resource/content/3/2.1-E-book-Metodologia-do-Trabalho-Cientifico-2.pdf) . Acesso em: 13 nov. 2022.

QUALHARINI, E. **Coleção construção civil na prática - canteiro de obras**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. E-book. Disponível em:  
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595152434/epubcfi/6/2%5B%3Bvnd.vst.idref%3Dcover%5D!/4/4/2%5Bcover01%5D/2%4051:2> . Acesso em: 23 out. 2022.

RIBEIRO, V. **Logística, sistema toyota de produção e suas implicações na construção civil**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2015.

TOLEDO, J. C. de; BORRÁS, M. A. A.; MERGULHÃO, R. C.; MENDES, G. H. de S. **Qualidade - gestão e métodos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2017. E-Book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/978-85-216-2195-9/pageid/0> . Acesso em: 15 out. 2022.

VEIGA; S. A. da. Análise da importância da logística lean para a construção civil. **Interação - Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 20, n. 2, p. 18 - 33, 8 mar. 2019. Disponível em:  
<https://periodicos.unis.edu.br/index.php/interacao/article/view/153>. Acesso em: 23 out. 2022.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e Dmaic e suas ferramentas analíticas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2021. E-Book. Disponível em:  
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595154537/epubcfi/6/22%5B%3Bvnd.vst.idref%3DCHP001%5D!/4/2/66/14%5BU0090%5D/5:33%5B!%20d%2Ce%20g%5D> . Acesso em: 15 out. 2022.