



ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

## PROPOSTA PARA A OTIMIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DOS MATERIAIS DE ANDAIME INDUSTRIAL POR MEIO DA FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING

*PROPOSAL FOR OPTIMIZING THE MANAGEMENT OF INDUSTRIAL SCAFFOLDING MATERIALS BY THE LEAN MANUFACTURING PHILOSOPHY*

*PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE MATERIALES DE ANDAMIOS INDUSTRIALES MEDIANTE LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING*

**André Luís Kimura Santos**<sup>1\*</sup>, **Lucas Bergami Nascimento**<sup>2</sup>, **Marcos Wagner Jesus Servare Junior**<sup>3</sup>, & **Fernanda Pecemilis Dalla Bernardina**<sup>4</sup>

<sup>1 2 3 4</sup> [Centro Universitário Salesiano - Unisaes](http://www.unisaes.com.br)

<sup>1\*</sup> [andreksantos@yahoo.com.br](mailto:andreksantos@yahoo.com.br) <sup>2</sup> [lucas.bergami@hotmail.com](mailto:lucas.bergami@hotmail.com) <sup>3</sup> [marcos.servare@salesiano.br](mailto:marcos.servare@salesiano.br)

<sup>4</sup> [fernanda.dbernardina@gmail.com](mailto:fernanda.dbernardina@gmail.com)

### ARTIGO INFO.

Recebido em: 30.11.2022

Aprovado em: 25.01.2023

Disponibilizado em: 09.02.2023

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de Estoque; *Lean Manufacturing*; Otimização do Processo.

**KEYWORDS:** *Inventory Management*; *Lean Manufacturing*; *Process Optimization*.

**PALABRAS CLAVE:** *Gestión de Stocks*; *Lean Manufacturing*; *Optimización de procesos*

\*Autor Correspondente: Santos, A. L. K.

### RESUMO

O presente estudo possui a finalidade de aplicar as ferramentas da filosofia *Lean Manufacturing* para contribuir de forma positiva no gerenciamento de material de andaime industrial de uma empresa que presta serviço de manutenção industrial. Conforme os levantamentos das movimentações dos materiais dentro do primeiro semestre do ano de 2022 e *brainstorming*, realizado com o gerente operacional e supervisor operacional, foi possível aplicar a Curva ABC, 5W2H e FMEA que não só classificou a importância de cada item, mas também, propuseram planos de ações para os problemas que causavam desperdícios dos recursos físicos e digitais. Portanto, o artigo traz informações e propostas de otimização que darão norte aos gestores tomarem as decisões mais assertivas que consequentemente melhorarão a qualidade dos serviços, reduzirão os desperdícios e aumentarão a lucratividade da empresa.

### ABSTRACT

The present study has the purpose of applying some tools of the *Lean Manufacturing* philosophy to contribute positively in the management of industrial scaffolding material of a company that provides industrial maintenance service. According to the surveys of material movements within the first half of 2022 and *brainstorming*, carried out with the operational manager and operational supervisor, it was possible to apply the ABC Curve, 5W2H and FMEA that not only classified the importance of each item, but also, proposed action plans for the problems that caused waste of physical and digital resources. Therefore, the data collected and the optimization proposals will serve for more assertive decision-making that will consequently increase the company's profitability.

### RESUMEN

El presente estudio tiene como finalidad aplicar algunas herramientas de la filosofía *Lean Manufacturing* para contribuir positivamente en la gestión del material de andamios industriales de una empresa que presta el servicio de mantenimiento industrial. De acuerdo a las encuestas de movimientos de materiales dentro del primer semestre de 2022 y lluvia de ideas, realizadas con el gerente operativo y supervisor operativo, se logró aplicar la Curva ABC, 5W2H y FMEA que no solo clasificaron la importancia de cada rubro, sino también, propuso planes de acción para los problemas que ocasionaron el despilfarro de recursos físicos y digitales. Por tanto, los datos recopilados y las propuestas de optimización servirán para una toma de decisiones más asertiva que consecuentemente incrementará la rentabilidad de la empresa.



## INTRODUÇÃO

Apesar do avanço tecnológico intenso e veloz, as grandes descobertas, inovações e desenvolvimentos dos produtos e serviços, as empresas são dependentes dos seus recursos físicos ou digitais para exercer e concretizar as suas atividades de forma ininterruptas. Pode-se dizer que gestão de estoque é um fator chave para que as empresas que possam manter a sua cadeia produtiva com intuito de serem destaques e competir no mercado que torna cada vez mais acirrado e exigente.

Segundo Slack, Chambers, Johnston e Betts (2013), conforme as movimentações dos recursos, pode-se dizer que o planejamento e controle do acúmulo deles fazem partes da gestão de estoque. Logo, a velocidade da demanda definirá os níveis dos estoques. Se a constância da procura sobre o material for maior que o tempo de ressurgimento, surge a possibilidade em causar a ruptura ou esvaziamento do estoque, com prejuízos visíveis para produção, manutenção e vendas.

Nesse sentido, Benevides, Antonioli e Argoud (2015) salientam que a filosofia *Lean Manufacturing* veio à tona para desafiar o modelo tradicional de gerenciamento com intuito de buscar o melhor desempenho e qualidade do processo ao menor custo. O pensamento enxuto trouxe para si mesmo a quebra do paradigma e mudança de mentalidade dos envolvidos. Logo, pode-se dizer que a aplicação das ferramentas dele é o maior obstáculo para as instituições.

Ainda com Benevides *et al.* (2015), por meio do ponto de vista do cliente, a criação de um fluxo de valor é imprescindível para iniciar qualquer processo de mudança, ou seja, o entendimento do do fluxo do seu ativo, desde a aquisição da matéria-prima até a entrega do seu produto para o atendimento das suas demandas. Isso, evita a interrupção do seu processo e também possibilita em satisfazer as necessidades dos clientes ao menor custo e na qualidade esperada.

É possível observar que uma boa gestão de estoque garante o giro constante dos seus ativos e aumenta a sua lucratividade, logo, nesse estudo, será necessário identificar os problemas, coletar os dados, aplicar as ferramentas, realizar as análises e, por fim, trazer a proposta de melhoria.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo de apresentar uma proposta de otimização do seu nível de estoque dos materiais de andaimes industriais que a mesma, visa a redução dos custos operacionais;

Para o alcance do objetivo, foi realizado um estudo de caso em uma empresa que atua no segmento da manutenção industrial onde o seu serviço principal é: montagem, locação e desmontagem dos materiais de andaime industrial. Além desta introdução, o trabalho consiste em tópicos que estruturam esta pesquisa: referencial teórico de dois cases idênticos em relação ao tema abordado, *lean manufacturing*, *brainstorming*, 5W2H, FMEA e Curva ABC. Metodologia que demonstra a fase de aplicações das ferramentas revisadas no capítulo anterior e por fim as considerações finais.



## REVISÃO DA LITERATURA

Conforme mencionam Santos, Servare Júnior e Bernadina (2022), os artigos científicos sempre estarão à disposição para que eles possam servir como base fundamentada com a intenção de auxiliar e ampliar cada vez mais as alternativas que solucionam os problemas que surgem em quaisquer instituições.

Logo, neste capítulo divide-se em duas abordagens literárias: revisão sistêmica que aborda de forma objetiva os desafios, dificuldades, aplicações e alternativas apresentados em outros estudos com intuito de contribuir as experiências e informações à esta pesquisa.

Revisão conceitual que aborda conceitos de *Lean Manufacturing*, 5W2H, Curva ABC e FMEA que possuem embasamento por meio de revistas e artigos científicos, livros e entre outras fontes científicas com referência bibliográfica fundamentada.

Araújo, Viriato e Castro (2021) propuseram projeto de pesquisa-ação em um restaurante industrial na cidade de Lorena (SP) com o principal objetivo que é a otimização da gestão de estoque junto com os objetivos específicos que são: mapeamento do processo de gestão de estoque, identificação dos pontos de causas e falhas no processo, aplicação das ações corretivas junto com o setor de estoque e análise do processo futuro dentro da mesma gestão. Para isso, os autores, trouxeram ferramentas como Kanban, Análise de Falhas (FMEA), Brainstorming, 5W2H. Com a particularidade que cada ferramenta possui, os autores concretizaram a melhoria em diversos aspectos no restaurante como: layout do almoxarifado, otimização do processo em geral e redução dos desperdícios através da identificação das causas e efeitos.

A Curva ABC foi aplicada na empresa no segmento de construção civil pelo Siqueira, Melo e Kato (2021), localizada no município de Parará (PA) com intuito de otimizar a gestão e controle de estoque, auxiliando o setor de almoxarifado. Portanto o estudo possibilitou a implementar o critério de aquisição dos materiais, bem fundamentado, através da utilização da classificação ABC, categorizando os materiais desde maior importância até a menor importância tanto financeiramente, quanto de forma operacional. Logo, eliminaram os custos desnecessários e também, melhoraram a qualidade do serviço

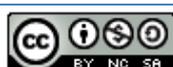
## LEAN MANUFACTURING

O Sistema de Toyota de Produção foi desenvolvido pela empresa Toyota em meados de 1940 pelo Taiichi Ohno e Eiji Toyoda onde revolucionou a produção industrial do mundo todo. Com a sua essência mantida, ele passou por diversas atualizações e incrementos que resultaram em novas nomenclaturas, conhecido como metodologia enxuta (Andrade, 2006).

O termo *Lean* surgiu após o estudo feito pelo Womack (2004) que deu ênfase a forma de produção e de organização conhecido como enxutos. E conforme relata Allen (2018), o *Lean Manufacturing* tem como fundamento de gerar valor com desperdício zero, otimização dos fluxos dos materiais e informações que percorrem durante o processo.

Rodrigues (2014), menciona que o sistema *Lean* foi resumido em cinco princípios:

- Valor: fator que atende de forma leal as necessidades, expectativas e desejos do cliente final;



- Cadeia de Valor: envolve toda organização (fornecedores, organização focal, distribuidores, varejistas e entre outros) para participar no processo com intuito de atender o cliente final;
- Fluxo da cadeia de valor: procura eliminar barreiras entre grupos, setores envolvidos para realizar o planejamento integrado do produto em todas as etapas;
- Produção puxada: busca nivelar a demanda dos diversos clientes puxados pelo cliente final com realização de um planejamento inicial em todas as unidades do sistema produtivo. Portanto, gera-se um fluxo contínuo, eficaz e com pequenos lotes;
- Busca da perfeição: perfeição buscada para melhorar o processo produtivo de forma contínua e permanente em todas as etapas por meio de duas ações, *kaizen* (ação com mudança lenta e pouco impacto, porém, contínua) e *kaikaku* (ação radical, utilizando novos conceitos, tecnologias e práticas).

Ainda conforme Rodrigues (2014), salienta 7 desperdícios que foram elencados pelo Shigeo Shingo que era o consultor da Toyota na época de Ohno, contribuiu em ampliar o entendimento do conceito de desperdício que era levar em consideração as atividades de todas as organizações ao invés de focar apenas na mão de obra específica. Os 7 desperdícios que devem ser levantados conforme a este entendimento são:

- Superprodução: dá origem ao estoque adicional devido a produção em excesso e produção no tempo equivocado;
- Transporte: movimentações desnecessárias dos recursos, causados principalmente pelo layout mal projetado;
- Estoque: quantidade desnecessária do estoque das peças, produtos, matérias-primas, ou seja, imobilização do capital da empresa sem necessidade;
- Defeitos: produção dos produtos e serviços fora do padrão e especificação solicitado pelo cliente;
- Processamento: dimensionamento inadequado e incompatível em relação a demanda;
- Movimento: movimentações desnecessárias dos recursos durante o processo produtivo;
- Tempo de espera: associado a paralização da mão de obra, peças e/ou equipamentos, ou seja, significa a espera do lote ou do processo.

## 5W2H

De acordo com Grosbelli (2014), a ferramenta 5W2H foi desenvolvida pelos profissionais da indústria automobilística do Japão, com intuito de auxiliar o Ciclo PDCA, mais precisamente na fase de planejamento.

Conforme Polacinski (2013), a ferramenta tem como objetivo principal em responder e organizar sete perguntas. Ela funciona não só para traçar plano de ação das atividades pré-estabelecidas, mas também, tem como funcionalidade em mapear elas de forma mais clara possível.

Segundo SEBRAE (2008), a ferramenta é prática e em qualquer momento ela permite levantar as rotinas mais importantes de um projeto, processo ou até mesmo em uma unidade de manufatura. É possível identificar também quem é quem dentro de uma organização, o que faz



e porque executa tais atividades. Para propor as soluções, devem ser respondidas sete perguntas (Quadro 1).

**Quadro 1.** Modelo 5W2H

Objetivo						
5W					2H	
What	Why	Who	Where	When	How	How Much
O Que ação será executada? (Ação, problema, desafio)	Por que a ação será executada? (Justificativa, explicação, motivo)	Quem irá executar/participar da ação? (Responsável)	Onde será executada a ação? (Local)	Quando a ação será executada? (Prazo, cronograma)	Como será executada essa ação? (Procedimentos, etapas)	Quanto custará para executar a ação? (Custo, desembolso, investimento)

Fonte: Autores

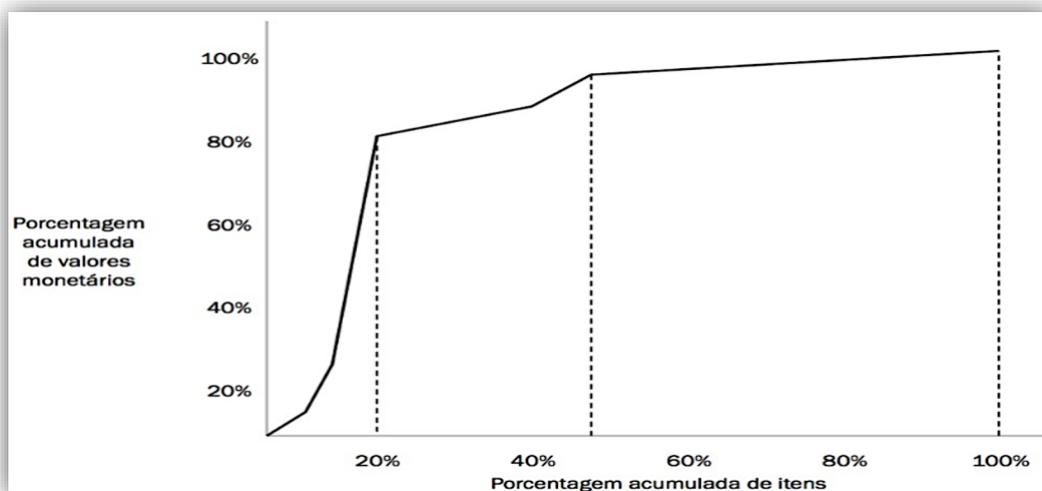
### BRAINSTORMING

Sousa e Loos (2020) falam que *Brainstorming* trata-se de uma técnica que auxilia a desenvolver criatividade do grupo, ou seja, visa gerar ideias de forma isolada ou vinculadas com intuito de provocar outras ideias dando respaldo para solucionar o problema de forma parcial ou integral. Ele deve considerar a quantidade de ideias lançadas e não a qualidade delas.

### CURVA ABC

A Curva ABC trata de uma ferramenta geralmente utilizada no momento do planejamento e no controle de estoques baseado no critério de concentração dos investimentos em pequeno número de itens (Chiavenato, 2014). Esta classificação ABC, divide os estoques de acordo com a sua quantidade ou seu valor monetário (Figura 1).

**Figura 1.** Gráfico de Curva ABC



Fonte: Chiavenato (2014)



- Classe A: Os materiais classificados nesta categoria, são responsáveis em ocupar a maior parte (aproximadamente 80%) do valor financeiro dos estoques apesar de serem constituídos de poucos itens (de 15 a 20% do total). Eles são poucos itens com maior grau de importância tanto no processo produtivo quanto no âmbito financeiro, ou seja, eles merecem uma atenção especial e individualizada.

- Classe B: Nesta categoria, concentra-se em torno de 15% do valor do seu estoque que faz parte de uma quantidade média de itens (35 a 40% do total).

São os itens que possuem uma importância relativamente intermediários em relação ao valor global dos estoques.

- Classe C: Os materiais desta classe fazem a maior parte de quantidade de itens (40 a 50% do total) e baixo impacto financeiro à empresa, ou seja, receberão menos atenção em relação a classe A e B.

Em relação ao funcionamento da Curva ABC, Silva (2010) reitera a teoria elaborada por Pareto e expressa que 20% dos itens da Classe A não deverão ultrapassar de 50% dos custos totais de investimento. Tendo em vista, na classe B, 30% dos itens não são permitidos passar de 30% dos custos totais e na Classe C que ocupa 50% dos itens, não devem ter custo total superior a 20% do seu investimento.

## FMEA

De acordo com Matos e Cecconello (2019), a ferramenta tem como origem na Indústria Militar Americana, porém, foi desenvolvida durante na década de 60 pela NASA através do *Apollo Space Program*. Após os anos de 60, começou a ser utilizada pela Ford em projetos de automóveis com intuito de disseminar as práticas de qualidade. Depois dos anos 80, ela começou a ser usada mais com foco em eliminar os problemas e melhorá-los, levando em consideração diversos setores de bens de consumo e serviço. Conforme Figueiredo e Rodrigues (2017); Zanetti (2019), salientam que há prioridades nas falhas, que devem ser abordadas, classificando-as em três parâmetros:

- Severidade: classificada pela gravidade do modo de falha conforme os seus impactos vinculados ao meio ambiente, processo produtivo e custo;
- Ocorrência: frequência de ocorrência do modo de falhas;
- Grau de complexidade: dificuldade em detectar este problema.

## CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

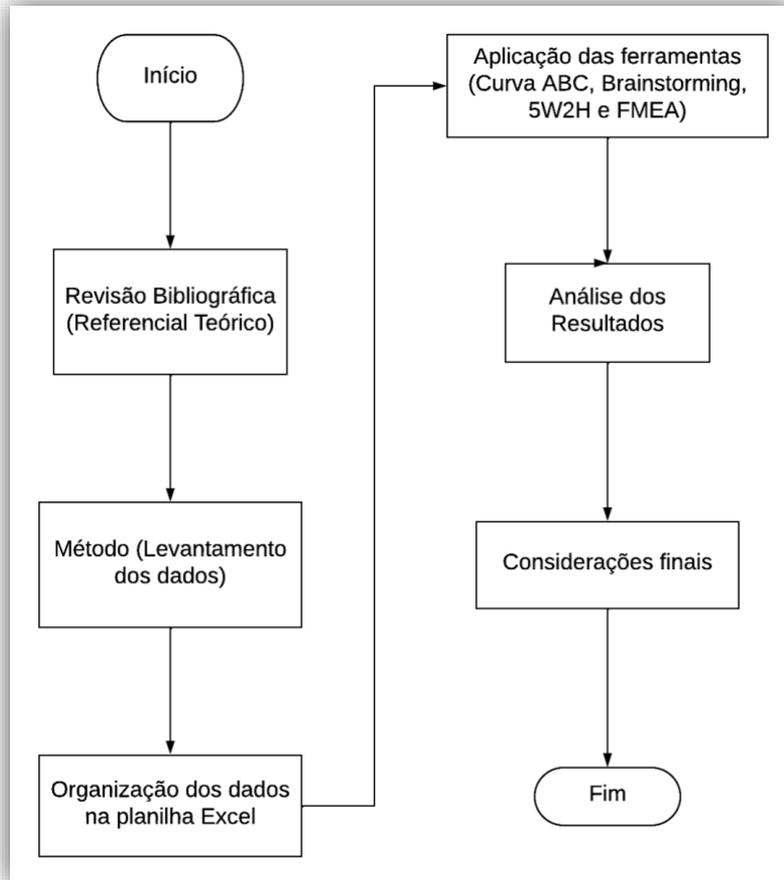
Para o desenvolvimento deste projeto, será realizado um estudo de caso, em uma empresa que atua no segmento de manutenção industrial, que possui a principal atividade como serviço de andaime, localizada no município de Serra, estado de Espírito Santo, com intuito de ofertar a proposta de melhoria de gestão de estoque, assertividade das informações geradas no setor, minimização dos desperdícios e gargalos do processo e, conseqüentemente, maximizando o desempenho do serviço prestado e a lucratividade da instituição. Nesse sentido, este trabalho visa aplicar as ferramentas que compõem a filosofia Lean à gestão de estoque da empresa.

As informações do referente estudo, foram extraídas pelas notas fiscais que demonstram todas as movimentações de entrada e saída dos materiais de andaimes, utilizados em obras, dentro o



período de 1º semestre de 2022. Além disso, foi realizado *Brainstorming* junto com o antigo supervisor operacional e atual gerente de contrato que possuem experiência no ramo aproximadamente duas décadas. A Figura 2 mostra o fluxo de pesquisa que foi adotado para a realização do estudo.

**Figura 2.** Fluxograma de pesquisa



Fonte: Autores

É possível observar que a figura 2 explicita o fluxograma da metodologia deste estudo com intuito de trazer e demonstrar a coerência da sequência de pesquisa realizada. Iniciou-se com a definição do tema dentro da empresa e área industrial, levantamento das informações, organização das mesmas em Pareto, aplicação das ferramentas, análise dos resultados e por fim as considerações finais do referente estudo.

A empresa estudada atua no ramo de manutenção industrial há, aproximadamente 18 anos, sendo o seu escopo principal a prestação de serviço de montagem, locação e desmontagem dos andaimes industriais. Apesar da empresa ser experiente no ramo, há dificuldades na realização do gerenciamento dos materiais, que são classificados como ativos da empresa, visto que, eles são essenciais para atender à principal demanda do cliente, que é o acesso à altura para a realização de serviços de manutenção industrial.

Com os relatos de experiências dos colaboradores, foi possível identificar que os setores de comercial e orçamento possuíam certa dificuldade em traçar os planos de vendas devido ao



desconhecimento da disponibilidade dos materiais que compõem as torres de andaime. Além disso, a equipe de execução, possuía algumas dificuldades e desafios durante os processos de montagens e desmontagens. Nesse sentido, a implementação da filosofia Lean, junto com as ferramentas de gestão de estoque, auxiliarão em controlar as movimentações dos materiais, consequentemente, melhorando a performance financeiro das obras executadas e, a qualidade do serviço prestado.

### APLICAÇÃO DA CURVA ABC

Por meio das notas fiscais, foram inseridas, na planilha de Excel, todos os dados essenciais para formar a classificação ABC: descrição do material, quantidades, valor do material. Após o lançamento dessas informações, os materiais foram categorizados em 4 tipos: tubo, encaixe, acessório e piso, visto que, existem mais de 90 tipos de materiais e tamanhos distintos entre os materiais. Logo, foi fundamental para auxiliar a observar os itens que foram classificados em forma de Pareto. Conforme as tabelas 1, 2, 3 e 4, é possível observar a classificação dos itens.

**Tabela 1.** Acessórios para andaimes industriais classificados.

Descrição	Valor	Total Saída	R\$ Total	%	% Acumulado	Classificação
Abraçadeira P/48,30 Fixa	R\$ 38,00	17628	R\$ 669.864,00	69,22%	69,22%	A
Abraçadeira P/48,30 Giratória	R\$ 38,00	2517	R\$ 95.646,00	9,88%	79,10%	
Escada Marinheiro 2000 X 500	R\$ 380,00	174	R\$ 66.120,00	6,83%	85,93%	B
Guarda Corpo P/ Escada	R\$ 165,00	200	R\$ 33.000,00	3,41%	89,34%	
Base Regulável	R\$ 105,00	288	R\$ 30.240,00	3,12%	92,47%	C
Luva de Acoplamento União	R\$ 48,00	625	R\$ 30.000,00	3,10%	95,57%	
Base Fixa	R\$ 52,00	393	R\$ 20.436,00	2,11%	97,68%	
Arco Fechado	R\$ 165,00	36	R\$ 5.940,00	0,61%	98,29%	
Rodízio para Andaime	R\$ 360,00	16	R\$ 5.760,00	0,60%	98,89%	
Rodapé Prfv 2000	R\$ 150,00	20	R\$ 3.000,00	0,31%	99,20%	
Escada de Entrada 1500 X 500	R\$ 260,00	10	R\$ 2.600,00	0,27%	99,47%	
Rodapé Prfv 2200	R\$ 165,00	12	R\$ 1.980,00	0,20%	99,67%	
Rodapé Prfv 1700	R\$ 127,50	14	R\$ 1.785,00	0,18%	99,86%	
Rodapé Prfv 3000	R\$ 225,00	4	R\$ 900,00	0,09%	99,95%	
Arco Aberto	R\$ 105,00	4	R\$ 420,00	0,04%	99,99%	
Rodapé Prfv 1000	R\$ 75,00	1	R\$ 75,00	0,01%	100,00%	
Bastão	R\$ 105,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Degraus de Entrada Dupla	R\$ 280,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Degraus de Escada Simples	R\$ 140,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Forcado	R\$ -	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Rodapé Prfv 800	R\$ 60,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Rodapé Prfv 1200	R\$ 90,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Rodapé Prfv 1500	R\$ 112,50	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Rodapé Prfv 1800	R\$ 135,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Rodapé Prfv 2300	R\$ 172,50	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Rodapé Prfv 2400	R\$ 180,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Rodapé Prfv 2500	R\$ 187,50	0	R\$ -	0,00%	100,00%	

Fonte: Autores



**Tabela 2.** Pisos para andaimes industriais classificados

Descrição	Valor	Total Saída	R\$ Total	%	% Acumulado	Classificação
Pranchão Prfv 300 X 3000	R\$ 885,00	760	R\$ 672.600,00	35,04%	35,04%	A
Pranchão Prfv 300 X 2000	R\$ 590,00	593	R\$ 349.870,00	18,23%	53,27%	
Pranchão Prfv 300 X 2500	R\$ 737,50	292	R\$ 215.350,00	11,22%	64,49%	
Pranchão 300 X 3000	R\$ 210,00	1514	R\$ 317.940,00	16,56%	81,05%	B
Pranchão 300 X 2500	R\$ 175,00	1120	R\$ 196.000,00	10,21%	91,26%	
Pranchão Prfv 300 X 1000	R\$ 295,00	144	R\$ 42.480,00	2,21%	93,48%	C
Pranchão 300 X 1500	R\$ 105,00	545	R\$ 57.225,00	2,98%	96,46%	
Pranchão Prfv 300 X 1500	R\$ 442,50	80	R\$ 35.400,00	1,84%	98,30%	
Pranchão 300 X 1000	R\$ 70,00	356	R\$ 24.920,00	1,30%	99,60%	
Pranchão 300 X 2000	R\$ 140,00	55	R\$ 7.700,00	0,40%	100,00%	
Piso Metálico 1000 Mm	R\$ 290,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Piso Metálico 2200 Mm	R\$ 638,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Piso Metálico 3000 Mm	R\$ 870,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Pranchão 300 X 2250	R\$ 157,50	0	R\$ -	0,00%	100,00%	

Fonte: Autores

**Tabela 3.** Classificação dos materiais de encaixes para andaime industrial

Descrição	Valor	Total Saída	R\$ Total	%	% Acumulado	Classificação
Travessa 2500	R\$ 850,00	2502	R\$ 2.126.700,00	28,82%	28,82%	A
Poste 3000	R\$ 1.020,00	1500	R\$ 1.530.000,00	20,73%	49,56%	
Travessa 1700	R\$ 578,00	2068	R\$ 1.195.304,00	16,20%	65,76%	
Travessa 1000	R\$ 340,00	3015	R\$ 1.025.100,00	13,89%	79,65%	
Travessa 2200	R\$ 748,00	1083	R\$ 810.084,00	10,98%	90,63%	B
Poste 2500	R\$ 850,00	330	R\$ 280.500,00	3,80%	94,43%	
Poste 2000	R\$ 680,00	116	R\$ 78.880,00	1,07%	95,50%	C
Poste 1000	R\$ 340,00	218	R\$ 74.120,00	1,00%	96,50%	
Travessa 1200	R\$ 408,00	176	R\$ 71.808,00	0,97%	97,47%	
Travessa 2400	R\$ 816,00	73	R\$ 59.568,00	0,81%	98,28%	
Quebra Vão 1000	R\$ 340,00	109	R\$ 37.060,00	0,50%	98,78%	
Travessa 800	R\$ 272,00	100	R\$ 27.200,00	0,37%	99,15%	
Diagonal 17 X 20 = 2,60 1700	R\$ 884,00	26	R\$ 22.984,00	0,31%	99,46%	
Poste 1500	R\$ 510,00	45	R\$ 22.950,00	0,31%	99,78%	
Diagonal 22 X 20 = 2,95 2200	R\$ 1.003,00	14	R\$ 14.042,00	0,19%	99,97%	
Poste 250	R\$ 85,00	30	R\$ 2.550,00	0,03%	100,00%	
Diagonal 12 X 20 = 2,32 1200	R\$ 788,80	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Diagonal 24 X 20 = 3,08 2400	R\$ 1.047,20	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Poste C Espiga 500	R\$ 170,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Poste S Espiga 500	R\$ 170,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Quebra Vão 800	R\$ 272,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Quebra Vão 1200	R\$ 408,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Quebra Vão 1700	R\$ 578,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Quebra Vão 2200	R\$ 748,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Quebra Vão 2400	R\$ 816,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Quebra Vão 2500	R\$ 850,00	0	R\$ -	0,00%	100,00%	

Fonte: Autores



**Tabela 4.** Classificação dos tubos para andaimes industriais

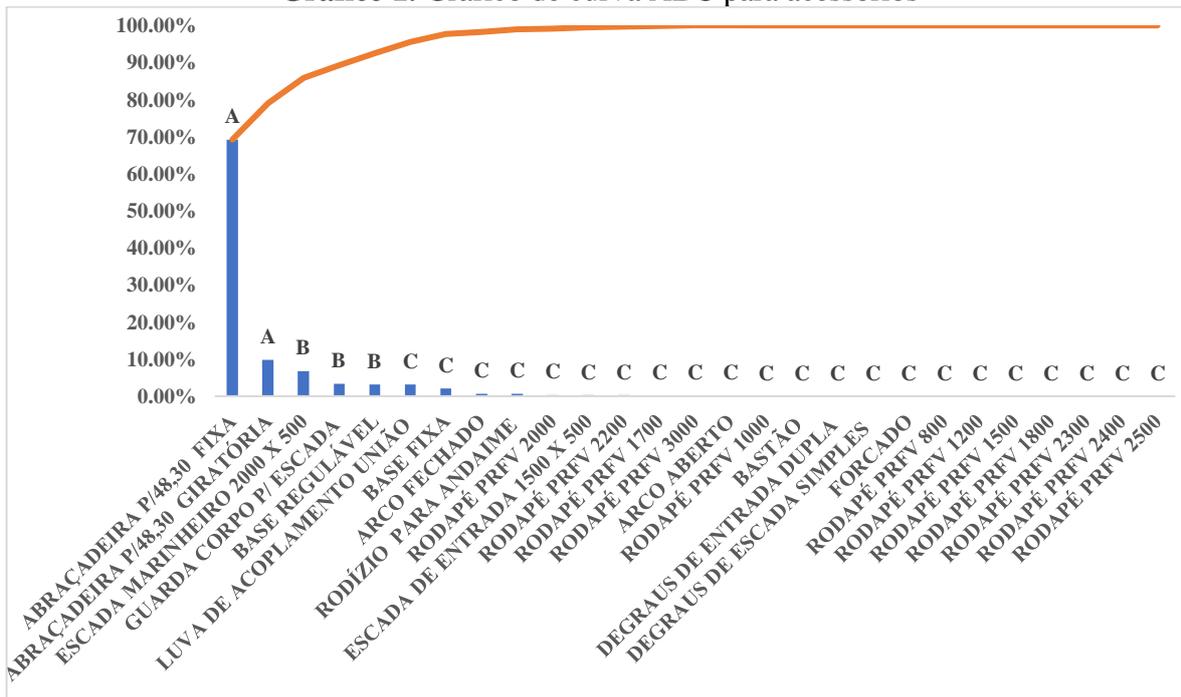
Descrição	Valor	Total Saída	R\$ Total	%	% Acumulado	Classificação
Tubo 48,30 X 3,00 X 6000	R\$ 450,00	1762	R\$ 792.900,00	43,01%	43,01%	<b>A</b>
Tubo 48,30 X 3,00 X 1250	R\$ 93,75	1671	R\$ 156.656,25	8,50%	51,51%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 4500	R\$ 337,50	420	R\$ 141.750,00	7,69%	59,20%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 3000	R\$ 225,00	547	R\$ 123.075,00	6,68%	65,88%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 3500	R\$ 262,50	342	R\$ 89.775,00	4,87%	70,74%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 2000	R\$ 150,00	511	R\$ 76.650,00	4,16%	74,90%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 1500	R\$ 112,50	651	R\$ 73.237,50	3,97%	78,88%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 2500	R\$ 187,50	336	R\$ 63.000,00	3,42%	82,29%	<b>B</b>
Tubo 48,30 X 3,00 X 3750	R\$ 281,25	190	R\$ 53.437,50	2,90%	85,19%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 5000	R\$ 375,00	134	R\$ 50.250,00	2,73%	87,92%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 3250	R\$ 243,75	196	R\$ 47.775,00	2,59%	90,51%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 4000	R\$ 300,00	130	R\$ 39.000,00	2,12%	92,62%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 4250	R\$ 318,75	100	R\$ 31.875,00	1,73%	94,35%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 2750	R\$ 206,25	128	R\$ 26.400,00	1,43%	95,79%	<b>C</b>
Tubo 48,30 X 3,00 X 1000	R\$ 75,00	306	R\$ 22.950,00	1,24%	97,03%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 750	R\$ 56,25	313	R\$ 17.606,25	0,96%	97,99%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 2250	R\$ 168,75	102	R\$ 17.212,50	0,93%	98,92%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 1750	R\$ 131,25	98	R\$ 12.862,50	0,70%	99,62%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 500	R\$ 37,50	188	R\$ 7.050,00	0,38%	100,00%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 4750	R\$ 356,25	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 5250	R\$ 393,75	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 5500	R\$ 412,50	0	R\$ -	0,00%	100,00%	
Tubo 48,30 X 3,00 X 5750	R\$ 431,25	0	R\$ -	0,00%	100,00%	

Fonte: Autores

A partir das Tabelas 1, 2, 3 e 4, é possível observar os materiais mais requisitados para a execução da obra e também o valor do ativo que envolve para atender a demanda de andaime dentro de um semestre de 2022. Dentro do conceito, os itens da classificação A demonstram uma representatividade de 80% do valor total. Até 95% do valor, são classificados como B e o restante do 5% foram classificados como C. Para ilustrar melhor a análise da ferramenta, foram gerados os Gráficos 1, 2, 3 e 4 que correspondem a relação entre nome dos materiais, percentual acumulado e classificação:

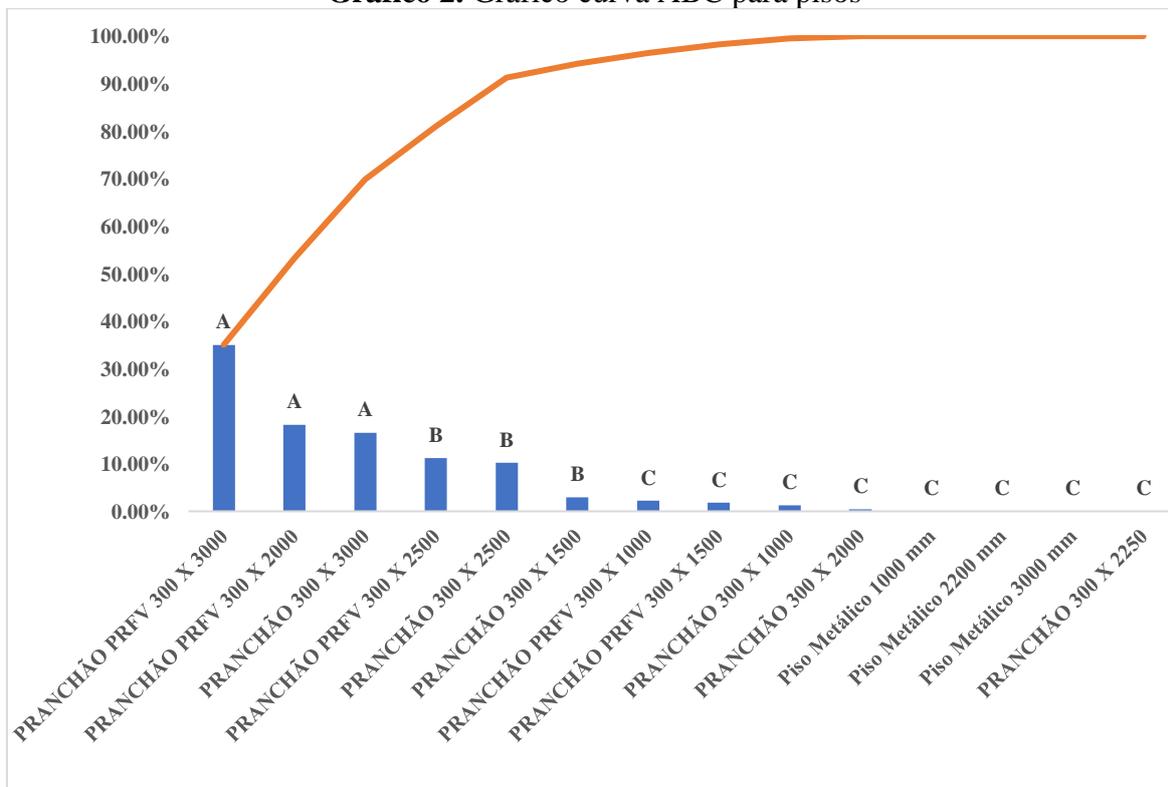


**Gráfico 1.** Gráfico de curva ABC para acessórios



Fonte: Autores

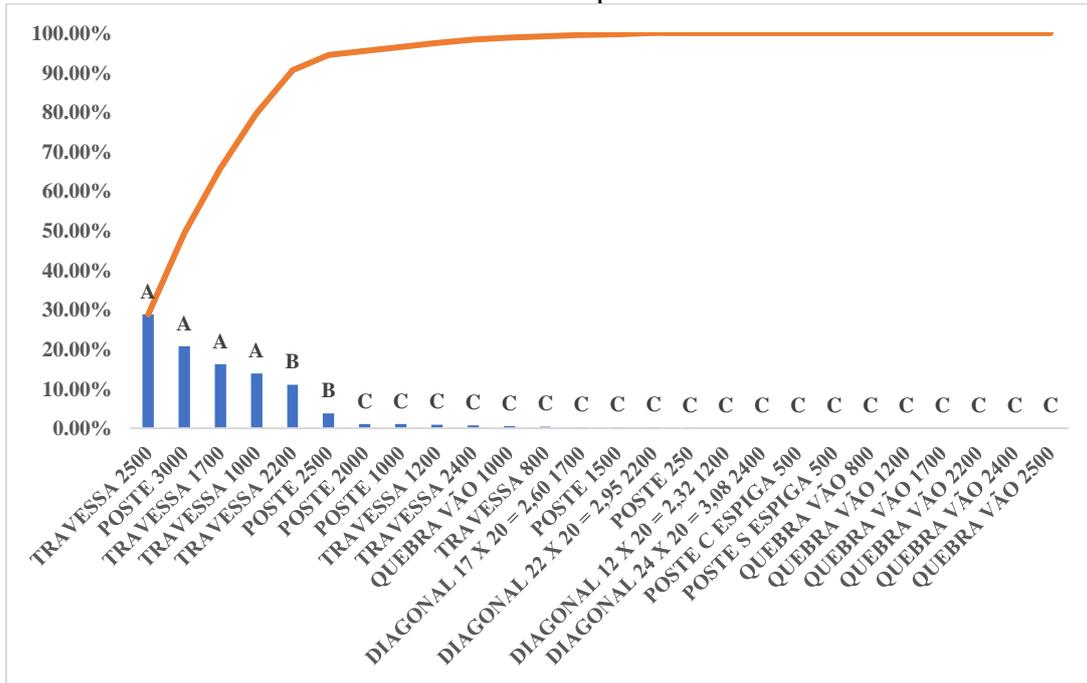
**Gráfico 2.** Gráfico curva ABC para pisos



Fonte: Autores

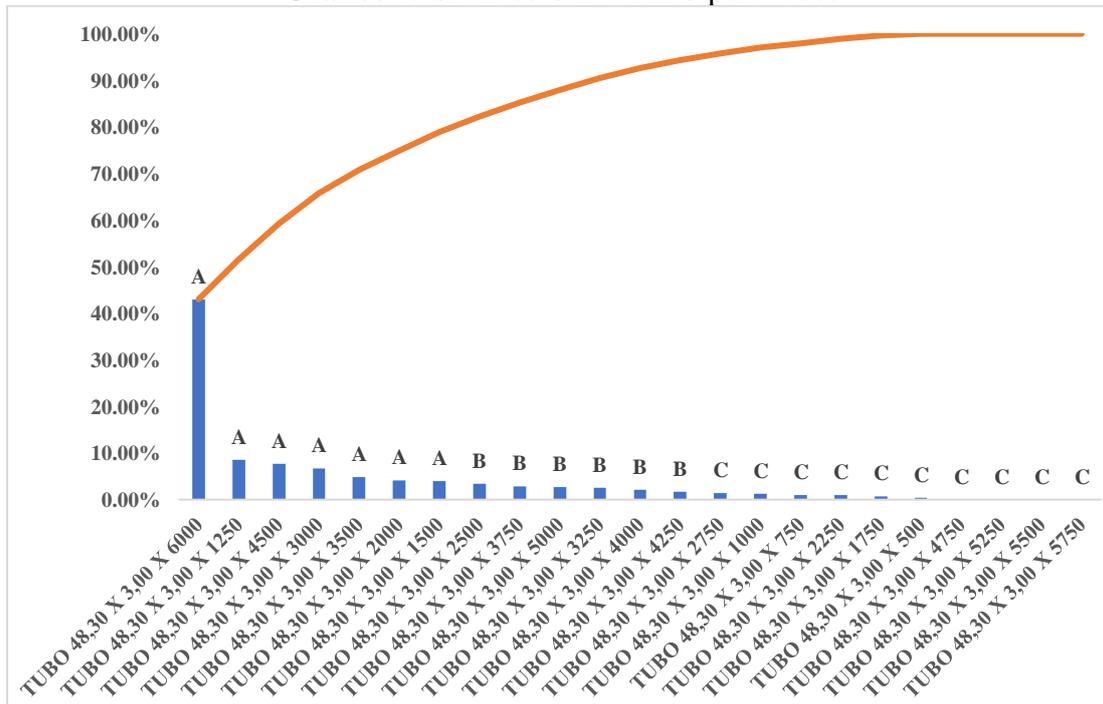


**Gráfico 3.** Gráfico Curva ABC para materiais de encaixe



Fonte: Autores

**Gráfico 4.** Gráficos Curva ABC para tubos



Fonte: Autores

Conforme os Gráficos 2, 3 e 4, pode-se observar que as peças com maior dimensão, são as mais demandadas em relação as peças menores devido a flexibilidade de aplicação na montagem, ou seja, elas proporcionam à equipe da contratada, maior praticidade e versatilidade para concretizar o acesso em lugares específicos. Em relação aos acessórios, de acordo com o Gráfico 1, é possível detectar a relevância das abraçadeiras para a composição das torres de andaime.



## REALIZAÇÃO DO BRAINSTORMING

Após a Curva ABC, foi elaborado um questionário ao supervisor de operações e gerente de contrato com intuito de verificar e reforçar a coerência da ferramenta aplicada. As perguntas foram elaboradas de acordo com as análises que os próprios autores realizaram para identificação das observações que são possíveis levantar por meio do *Brainstorming* (Figura 3).

**Quadro 2.** Questionário para *brainstorming*

<b>Brainstorming de execução de serviço de andaime</b>	
Pergunta 1	Observando a Curva ABC, concorda com a categorização dos itens (acessório, tubo, piso e encaixe) para a realização da análise e estudo do caso?
Resposta 1	<b>Sim, a separação está coerente.</b>
Pergunta 2	O resultado da classificação ABC, está coerente em relação a importância de cada itens de acordo com a sua experiência e know-how de obra de andaime?
Resposta 2	<b>O resultado da curva ABC está equivalente em relação a necessidade da obra.</b>
Pergunta 3	Qual é o maior desafio e dificuldade encontrados durante o processo de montagem e desmontagem?
Resposta 3	<b>Mão de Obra qualificada escassa para a execução de montagem e desmontagem dos andaimes e interferências no local da obra como vigas, válvulas, piso irregular e entre outros fatores.</b>
Pergunta 4	É possível descrever a vantagem e desvantagem entre tubo e encaixe?
Resposta 4	<b>Para o material de encaixe, existe uma facilidade e praticidade maior que o tubo e abraçadeira, porém, dependendo das interferências no local da montagem, o tubo e abraçadeira tornam-se mais adequados.</b>
Pergunta 5	Quais são as peças essenciais para compor uma torre de andaime?
Resposta 5	<b>Travessas, postes, escadas, terminal de escada, arcos para escadas, rodapés, diagonais, pisos abraçadeiras, tubos e bases.</b>

Fonte: Autores

É possível observar que as respostas 1, 2, e 5 reforçaram a coerência da Curva ABC que foi elaborada por meio das movimentações de saídas que tiveram para atender a demanda de andaime. Agora a resposta 4 esclarece as vantagens e desvantagens em relação aos tubos e encaixes com o intuito de facilitar a montar as estratégias para cada serviço de andaime. Porém, para isso, é possível observar que é necessário montar um plano de ação em relação a resposta 3, visto que, sem a mão de obra qualificada, todas as considerações podem ir em vão. Nesse sentido, vai ser montada o 5W2H com o objetivo de suprir a escassez de mão de obra qualificada.

## APLICAÇÃO DO 5W2H

Ainda com os problemas levantados no *brainstorming*, foi possível identificar dois problemas agravantes que geram gargalos em todos os fatores que agregam a qualidade de serviço de andaime são: escassez da mão de obra qualificada e interferências no local que o andaime vai ser montado. Nesse sentido, foi montado o plano de ação por meio da ferramenta 5W2H para propor diversas alternativas de forma detalhada com intuito de reduzir os desperdícios. O Quadro 3 foi aplicada para o problema da mão de obra e o Quadro 4 foi utilizada para o problema das interferências.



**Quadro 3. 5W2H para suprir a escassez a mão de obra qualificada**

Melhorar a qualidade da mão de obra consequentemente a qualidade do serviço						
5W					2H	
What	Why	Who	Where	When	How	How Much
Aumentar a mão de obra qualificada	Falta de programas de treinamentos	Instrutor (técnico de andaime)	Centro de treinamento como SEBRAE, SENAI	Duas Semanas	Providenciar instrutores que possuem conhecimentos de andaime para ministrar o curso teórico e prático nas aulas	Salário do funcionário e materiais para aula prática
Mão de obra desmotivada	Salário abaixo em relação aos concorrentes	Acordo entre a diretoria, gerência e os sindicatos	No sindicato trabalhista	Todo mês de outubro	Reunião para formalizar o acordo sindical	12% de aumento para cada colaborador
Supervisão escassa	Mão de obra de supervisor operacional escassa	Supervisor de andaime	Nos canteiros de obra	No momento da execução de atividade: montagem e desmontagem	Formar supervisores, líderes, encarregados para distribuir a função de monitoramento e controle das obras	R\$ -
Reconhecer a mão de obra em destaque	Colaborador sem expectativa de crescimento	Montador de andaime	Nos canteiros de obra	Anualmente	Por meio de alinhamento entre supervisão, gerência e diretoria com intuito de reconhecer e promover aqueles colaboradores que se destacaram	R\$ -

Fonte: Autores

No plano de ação do Quadro 3 exige uma pesquisa mais aprofundada em relação ao valor que vai ser investido para a realização visto que, o planejamento se trata de um longo prazo. Nesse sentido, o investimento pode variar e também o tempo de retorno pode ser bem relativo devido a particularidade e desempenho que cada colaborador possui. Existem diversos fatores que podem ser considerados mais complexos para solucionar de forma mais ágil pelo fato de ser uma profissão ocupado geralmente, pelas pessoas que não possuem alta escolaridade, ou seja, gera uma dificuldade em providenciar instrutores aptos a transmitirem os conceitos, disciplinas e conhecimentos necessários aos alunos.

**Quadro 4. 5W2H para o problema da interferência nos processos de andaime**

Elaborar um padrão de formulário de inspeção e avaliação técnica para superar as interferências externas na montagem						
5W					2H	
What	Why	Who	Where	When	How	How Much
Interferências nos processos de montagens e desmontagens	Levantamento realizado de forma despadronizada	Colaborador que vai a visita técnica	Local da demanda	1 dia	Por meio do brainstorming, elaborar uma ficha padronizada para possibilitar a levantar as informações necessárias de forma padronizada	R\$ -
Informação escassa por parte do contratante	Falta de esclarecimento da atividade que vai ser realizado por parte do cliente	Colaborador que vai a visita técnica	Local da demanda	1 dia	Montar um questionário padrão para eliminar o desentendimento entre as partes	R\$ -
Desconhecimento do local da obra	Falta de entendimento das normas, procedimentos das plantas da contratada	Colaborador que vai a visita técnica	Local da demanda	1 dia	Estudar e pesquisar os procedimentos de cada planta da contratada para otimizar a execução	R\$ -

Fonte: Autores



É possível observar no Quadro 4 uma implementação de padronização dos procedimentos e processos de forma mais prática em relação aos problemas do Quadro 2 por exigir o prazo e valor de investimento maior para o alcance do objetivo. Cabe um formulário montado por meio de *brainstorming* entre os colaboradores para a otimização do processo de inspeção e levantamento do escopo de forma detalhada. O documento padronizado possibilitará uma redução de desperdícios nos tempos, retrabalhos, movimentos, transportes e entre outros.

### APLICAÇÃO DO FMEA

Ainda por meio de *Brainstorming* foi possível preencher a planilha de Análise de Modo e Efeito e Falha (FMEA) dos processos de: montagem e desmontagem. A ferramenta inicia-se com a análise qualitativa na qual destaca o modo de falha do componente, efeito da falha do componente e causa da falha do componente. Em seguinte, foi preenchido os números com intuito de calcular o RPN (*Risk Priority Number*) e conseqüentemente a elaboração do plano de ação para prevenir ou corrigir os problemas críticos detectados. Os Quadros 4 e 5 demonstram a o modo de falha, efeito da falha e causa de falha:

**Quadro 5.** FMEA para processo de montagem

Processo	Ponto da Falha				Análise de Falhas	
	Equipamento	Função do Equipamento	Nome do Componente	Modo de Falha (Sintoma)	Efeitos de Falha (Consequência)	Causa de Falha (Por Que?)
Montagem	Mão de Obra Especializada	Acesso a altura	Tubo	Estado do tubo (corrosão, empeno)	Reduz a resistência do tubo (corrosão) Atrapalha no processo de montagem (empeno)	Mau manuseio de tubo, falta de manutenção, carga e descarga inadequada (munck, guidaste), ataque de produto químico
Montagem	Mão de Obra Especializada	Acesso a altura	Encaixe	Travamento das cunhas das travessas nos postes	Queda humana no guarda corpo, queda do material, desestabilidade da torre po causa da diagonal.	Mau manuseio de encaixe, falta de manutenção, carga e descarga inadequada (munck, guidaste), ataque de produto químico, verificação
Montagem	Mão de Obra Especializada	Acesso a altura	Piso	Travamento, pranchão trincado	Queda humana, queda do material	Falta de inspeção, manutenção (anti racha, adequar padrão), verificação
Montagem	Mão de Obra Especializada	Acesso a altura	Acessório	Aperto das abraçadeiras	Tira a estabilidade da torre, torção, reduz a resistência da torre	Utilização da chave catraca inadequada, falta de verificação e pressa

Fonte: Autores



**Quadro 6. FMEA para processo de desmontagem**

Processo	Ponto da Falha			Análise de Falhas		
	Equipamento	Função do equipamento	Nome do componente	Modo de falha (Sintoma)	Efeitos de falha (Consequência)	Causa de falha (Por que?)
Desmontagem	Mão de Obra Especializada	Desmobilização	Tubo	Corrosão	Queda da estrutura	Muito tempo montado (ambiente corrosivo)
Desmontagem	Mão de Obra Especializada	Desmobilização	Encaixe	Corrosão	Queda da estrutura	Muito tempo montado
Desmontagem	Mão de Obra Especializada	Desmobilização	Piso	Mau estado do piso	Queda do material e queda humana	Intempérie
Desmontagem	Mão de Obra Especializada	Desmobilização	Acessório	Quebra dos parafusos	Queda do material	Muito tempo montado

Fonte: Autores

De acordo com os Quadros 5 e 6, pode-se observar que os problemas surgem em ambos os processos e em todos os componentes. Logo, foi possível elaborar o plano de ação em todos os componentes com intuito de minimizar os impactos negativos que podem causar durante a execução do serviço de andaime. Os Quadros 7 e 8, demonstram o RPN e suas ações preventivas:

**Quadro 7. FMEA Plano de ação para processo de montagem**

Avaliação de Risco				Ação Preventiva Recomendada
Ocorrência	Severidade	Deteção	RPN	
2	1	10	20	Analisar e descartar os materiais antes da utilização
1	6	9	54	Verificação, análise dos travamentos (análise tátil)
2	8	8	128	Verificar o estado do material, não enviar na obra (selecionar melhor)
1	8	10	80	Utilizar a chave catraca de maneira correta, treinar a mão de obra e educar o modo de uso para evitar o mal aperto dos parafusos

Fonte: Autores

**Quadro 8. FMEA Plano de ação para processo de desmontagem**

Avaliação de Risco				Ação Preventiva Recomendada
Ocorrência	Severidade	Deteção	RPN	
8	6	7	336	Inspeção periódica dos materiais
5	5	7	175	Analisar antes de desmontar o material
9	8	7	504	Utilizar material anticorrosivo, utilizar metal, materia compósito e etc
8	10	7	560	Analisar antes de desmontar o material

Fonte: Autores



De acordo com a observação do Quadro 7 e 8, pode-se dizer que há uma necessidade em criar a rotina e disciplina de verificar e analisar antes de manusear determinados componentes para garantir a integridade da torre de andaime e também a segurança das pessoas que vão acessar a torre de andaime.

Por meio da analogia entre dois processos, o RPN ficou maior para o processo de desmontagem devido a relatividade que existe no tempo que o andaime fica montado e exposto ao ambiente externo

## CONSIDERAÇÃO FINAL

Com base nas ferramentas aplicadas, pode-se dizer que foi possível demonstrar a coerência e eficiência no requisito em trazer informações fundamentadas para otimizar o processo. As ferramentas utilizadas para solucionar os problemas, obtiveram o papel essencial que é a concretização da filosofia *Lean Manufacturing*.

Após o levantamento de todas as saídas dos materiais, foi aplicada a Curva ABC com a intenção de classificar as importâncias de cada item que compõe as torres de andaimes. A coerência do resultado da classificação foi reforçada por meio do questionário e brainstorming junto com o supervisor de andaime e gerente de obra que possuem experiência no ramo. Nesse sentido, a união de duas ferramentas trouxe a convicção para a tomar plano de ação para o gerenciamento do material como por exemplo: fabricação ou aquisição daqueles itens que saem mais para aumentar a sua capacidade produtiva de serviço.

Dentro do questionário respondido, viu-se a necessidade em aplicar 5W2H em dois problemas: escassez de mão de obra qualificada (montadores de andaime) no mercado e impactos das interferências no processo de montagem e desmontagem. A ferramenta auxiliou em trazer diversos planos de ação com intuito de focar na melhoria na eficiência e da qualidade do serviço prestado.

Ainda através do *Brainstorming*, foi preenchida a tabela de FMEA para levantar as causas e efeitos dos principais problemas dentro do processo de montagem e desmontagem. Os componentes dos andaimes foram analisados de forma detalhada para as elaborações dos planos de ação, ou seja, a FMEA trouxe uma visão detalhada e esclarecedora dos problemas que são responsáveis pela garantia da qualidade de serviço de montagem e desmontagem dos andaimes.

Vale salientar que todas as ferramentas aplicadas ao longo deste estudo, trouxeram respaldo para a concretização e implementação da filosofia *lean manufacturing*, visto que, elas estão interligadas nas consequências de: otimizar o fluxo do processo, redução dos desperdícios, melhoria na transmissão de informação e entre outras consequências que são consideradas como benefícios para a empresa. Por se tratar de um estudo de caso, vale destacar que por meio de pesquisa ação, o estudo pode ser aprofundado em um prazo maior com a aplicação de outras ferramentas como ciclo PDCA, diagrama de Ishikawa, 5S, Kanban e entre outras ferramentas para verificar o resultado financeiro da própria instituição para reforçar que o pensamento *lean* é um fator fundamental para o crescimento de qualquer organização.



## REFERÊNCIAS

- Allen, T. T. (2019). Introduction to engineering statistics and lean six sigma: Statistical quality control and design of experiments and systems (Vol. 3). London: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7420-2>
- Andrade, G. J. P. O. D. (2006). Um método de diagnóstico do potencial de aplicação da manufatura enxuta na indústria têxtil. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88970>
- Balugani, E., Lolli, F., Gamberini, R., Rimini, B., & Regattieri, A. (2018). Clustering for inventory control systems. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1174-1179. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.431>
- Benevides, G., Antonioli, P. D., & Argoud, A. R. T. T. (2015). A eficiência da gestão de estoques: estudo sobre a aplicação do lean manufacturing. *Revista de Tecnologia Aplicada*, 2(2), 19-33. Recuperado de <http://www.spell.org.br/documentos/ver/36680/a-eficiencia-da-gestao-de-estoques--estudo-sobre-a-aplicacao-do-lean-manufacturing--/i/pt-br>
- Cesar, H. S. M., Pirtouscheg, A. L. O., Bezerra, J. N. N., Pascoal E. T., & Venuto. T. C. G. (2021). A metodologia lean six sigma aplicada na gestão de estoque em uma empresa de materiais de construção. *MMXXI XLI Encontro Nacional de engenharia de Produção, Foz do Iguaçu*. [http://dx.doi.org/10.14488/ENEGEP2021\\_TN\\_STO\\_357\\_1842\\_42471](http://dx.doi.org/10.14488/ENEGEP2021_TN_STO_357_1842_42471)
- Chiavenato, I. (2014). Gestão da produção: uma abordagem introdutória. *Barueri, São Paulo*, 11.
- Sousa, R. S., de. & Loos, M. J. (2020). Aplicação do Ciclo PDCA e Ferramentas da Qualidade na redução de Custos e Perdas em uma Distribuidora de Hortifruti. *Journal of Perspectives in Management–JPM*, 4, 68-83. <https://doi.org/10.51359/2594-8040.2020.245375>
- Santos, R. O. B., dos. (2021). Gestão de estoque em um restaurante industrial: pesquisa-ação. XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção “Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis”. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 18 a 21 de outubro de 2021. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.11345.86882>
- Falconi C. V. (1992). Controle da qualidade total (no estilo japonês). QFC. 2a ed. Fundación Cristiano Otón.
- Faustino, A. G. M. & Higashi, R. (2020). Otimização de estoque utilizando o sistema Kanban. *South American Development Society Journal*, 6(17), 321. <http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v6i17p321-337>
- Hasan, Z. & Hossain, M. S. (2018). Improvement of effectiveness by applying pdca cycle or kaizen: an experimental study on engineering students. *Journal of Scientific Research*, 10(2), 159-173. <https://doi.org/10.3329/jsr.v10i2.35638>
- Figueiredo, M. T. & Rodrigues, A. L. (2018). Proposta de implantação da manutenção preventiva no setor de solda em uma empresa metalmeccânica. *Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP*, 13(1). Recuperado de [http://www.dep.uem.br/gdct/index.php/dep\\_tcc/article/view/339/226](http://www.dep.uem.br/gdct/index.php/dep_tcc/article/view/339/226)
- Komatsu, B. K., Bonifácio, G. C. C., Gonzalez, T. L. N., Lima, V. R., & Vaz, V. S., (2020). Proposta de Melhoria para a Gestão de Estoque de uma Empresa do Segmento da Construção Civil. *MMXXI XL Encontro Nacional de engenharia de Produção, Foz do Iguaçu*. Recuperado de [https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_343\\_1758\\_41167.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_343_1758_41167.pdf)



**Citação (APA):** Santos, A. K., Nascimento, L. B., Servare, M. W. J., Jr., & Bernardina, F. P. D. (2023). Proposta para a otimização do gerenciamento dos materiais de andaime industrial por meio da filosofia *Lean Manufacturing*. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(1), 56-74.

---

Lima, M. B., & Freitas e Silva L. M., (2020). Gestão de estoques: definição de uma política de estoque para os itens mais críticos em uma empresa do setor elétrico da Paraíba. MMXXI XL Encontro Nacional de engenharia de Produção, Foz do Iguaçu. Recuperado de [https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_343\\_1758\\_40414.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_343_1758_40414.pdf)

Matos, V. S. & Ceconello, I. (2019). Integração QFD/FMEA no desenvolvimento de produto: um estudo de caso de uma empresa de automação. *Scientia cum Industria*, 7(2), 108-116. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/236125754.pdf>

Rodrigues, M. V. (2015). Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing. Elsevier Brasil.

Rodrigues, M. V. (2017). Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo Qualidade Padrão Seis Sigma. Elsevier Brasil.

Santos, A. L. K., Junior, M. W. J. S., & Dalla Bernardina, F. P. (2022). Gestão de estoque como fator fundamental para a sobrevivência no mercado: análises por meio da aplicação do Proknow-C. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 8(3), 172-185. <https://doi.org/10.47456/bjpe.v8i3.38271>

Silva, M. A. P. D. (2011). Aplicação do método Curva ABC de Pareto e sua contribuição para gestão das farmácias hospitalares. Recuperado de <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/28525>

Siqueira, R. R., de Aquino Melo, I. A., & Kato, R. B. (2021). Aplicação da curva abc no gerenciamento de estoque em uma empresa de construção civil. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(5), 145-155. <https://doi.org/10.47456/bjpe.v7i5.36678>

Slack, N., Chambers, S., Johnston, R., & Betts, A. (2013). Gerenciamento de Operações e de Processos-: Princípios e práticas de impacto estratégico. Bookman Editora.

Song, J. S., van Houtum, G. J., & Van Mieghem, J. A. (2020). Capacity and inventory management: Review, trends, and projections. *Manufacturing & Service Operations Management*, 22(1), 36-46. <https://doi.org/10.1287/msom.2019.0798>

Veiga, R. S., Polacinski, É., Silva, V. B., Tauchen, J., & Pires, M. R. (2013). Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para uma indústria de erva-mate. *Revista ADMPG*, 6(1). Recuperado de <https://revistas.uepg.br/index.php/admpg/article/view/14018>

Viriato, D. A., Castro, J. P., & Soares. R. S. (2021). Aplicação da curva ABC no controle e planejamento de estoque: Estudo de caso em uma empresa de construção civil. MMXXI XLI Encontro Nacional de engenharia de Produção, Foz do Iguaçu. Recuperado de [http://dx.doi.org/10.14488/ENEGEP2021\\_TN\\_STO\\_355\\_1827\\_42689](http://dx.doi.org/10.14488/ENEGEP2021_TN_STO_355_1827_42689)

Wang, R. F., Fu, X., Yuan, J. C., & Dong, Z. Y. (2018). Economic design of variable-parameter X-Shewhart control chart used to monitor continuous production. *Quality Technology & Quantitative Management*, 15(1), 106-124. <https://doi.org/10.1080/16843703.2017.1304037>.

Werkema, C. (2013). Métodos PDCA e Demaic e Suas Ferramentas Analíticas (Vol. 1). Elsevier Brasil.

Womack, J. P. (2004). A máquina que mudou o mundo. Gulf Professional Publishing.

---

